



DiTwin

[www.ditwin.eu](http://www.ditwin.eu)

# Manual

## Sistemi de gemelos digitales para la educación y formación profesional (EFP)

**AÑO:**

2026

**REALIZADO POR:**

Learnable (IT)

Digital Smart srl (IT)

ETN Training Vision Ireland (IE),

University of Malaga (ES)

Málaga TechPark (ES)

Innovation Frontiers IKE (GR)

University of the National Education

Commission, Krakow (PL)



Co-funded by  
the European Union



Sistemas DiTwin para la formación profesional

DiTwin – Gemelos digitales para centros de FP

Manual DiTwin

La edición de este documento finalizó en enero de 2026.

Página web del proyecto: <https://www.ditwin.eu/>

DiTwin es un proyecto de Asociación para la Cooperación en el sector de la educación y formación profesional (KA220-VET) financiado por el Programa Erasmus+.

Número de proyecto: 2023-1-IT01-KA220-VET-000154611

Financiado por la Unión Europea. No obstante, los puntos de vista y opiniones expresados son únicamente los del(los) autor(es) y no reflejan necesariamente los de la Unión Europea ni los de la Agenzia Nazionale Erasmus+ INAPP. Ni la Unión Europea ni la autoridad otorgante pueden ser considerados responsables de los mismos.

Este documento ha sido elaborado gracias a la colaboración de todos los socios del proyecto DiTwin: Learnable Società Cooperativa a r.l. (Italia) – Coordinador del proyecto, Digital Smart srl (Italia), ETN Training Vision Ireland (Irlanda), Universidad de Málaga (España), Málaga TechPark (España), Innovation Frontiers IKE (Grecia), y University of the National Education Commission, Cracovia (Polonia).

Este documento está licenciado bajo una licencia Creative Commons attribution-non commercial-share alike 4.0 international.



## Contenidos

Introducción.....	p. 4
1. Introducción a la tecnología de gemelos digitales.....	p. 5
2. The Relevance of Digital Twins in VET.....	p. 11
3. La Relevancia de los Gemelos Digitales en Formación Profesional (EFP) .....	p. 20
4. Configuración de actividades con Gemelos Digitales en el aula: guía paso a paso de los módulos DiTwin.....	p. 26
5. Casos prácticos y buenas prácticas.....	p. 32
6. Tendencias futuras y oportunidades profesionales en Gemelos Digitales.....	p. 39
Conclusión.....	p. 45

# Introducción

## Impulsando el futuro de la educación y formación profesional con gemelos digitales

En una era marcada por el rápido avance tecnológico y la transformación digital, la capacidad de adaptar los modelos educativos a las necesidades cambiantes de la industria se ha vuelto esencial. La tecnología de Gemelos Digitales (Digital Twins, DT) —antes limitada a contextos avanzados de ingeniería o manufactura— está ganando presencia en la Educación y Formación Profesional (EFP). Este manual es una guía completa y práctica para educadores, formadores y responsables de centros que deseen comprender e implementar el aprendizaje basado en Gemelos Digitales en sus instituciones.

Un Gemelo Digital es una representación virtual de un objeto, proceso o sistema real que permite su monitorización, análisis y simulación en tiempo real. Conecta datos del entorno físico con su homólogo digital mediante sensores, modelos e interfaces, ofreciendo nuevas formas de comprender y optimizar las operaciones. Para los educadores y proveedores de EFP, esta tecnología representa una oportunidad única para ofrecer al alumnado experiencias de aprendizaje realistas, interactivas y seguras, que reproducen fielmente los entornos industriales actuales.

Este manual comienza explicando los fundamentos: qué son los Gemelos Digitales, cómo operan y qué tecnologías los hacen posibles. Luego se aborda su aplicación en la formación profesional, con atención a cómo pueden acercar la formación al entorno profesional real. A lo largo del texto, se presentan estrategias pedagógicas y propuestas curriculares para implicar al alumnado mediante tareas prácticas, simulaciones digitales, trabajo colaborativo y aprendizaje interdisciplinar.

Basado en las contribuciones de socios del proyecto en Europa, este manual también presenta casos prácticos y ejemplos de colaboraciones exitosas entre instituciones de EFP y empresas de la Industria 4.0. Estas experiencias demuestran cómo el trabajo conjunto y el uso compartido de herramientas digitales aportan valor real. Finalmente, se ofrece una visión de las tendencias futuras, las oportunidades profesionales y las guías de aprendizaje continuo que permitirán a estudiantes y docentes mantenerse actualizados en un entorno digital en constante cambio.

Esta guía está diseñada no solo para informar, sino también para inspirar. Al adoptar la tecnología de Gemelos Digitales, los sistemas de EFP se vuelven más ágiles, más conectados con la industria y mejor preparados para dotar al alumnado de las competencias necesarias para los empleos del futuro.

# 1. Introducción a la tecnología de gemelos digitales

## 1.1 La industria 4.0 y los gemelos digitales

La Revolución Industrial, gestada en la Inglaterra del siglo XVIII, transformó de modo decisivo una economía basada en el trabajo artesanal en otra sustentada en la producción mecanizada. La introducción de la máquina de vapor de James Watt, junto con innovaciones como la hiladora hidráulica de Richard Arkwright, multiplicó la capacidad productiva y consolidó el uso del carbón como fuente energética fundamental. Este cambio no solo incrementó la eficiencia y el volumen de bienes manufacturados, sino que también inauguró una nueva relación entre el ser humano y la tecnología, al demostrar que la potencia mecánica podía exceder con creces la fuerza muscular. Esta se cataloga hoy en día como la primera revolución industrial.

Ya a finales del siglo XIX y principios del XX se utiliza en la industria la electricidad como fuente de energía. Esto permitió reorganizar las plantas productivas —reemplazando los grandes ejes mecánicos por motores individuales—, lo que incrementó la flexibilidad, la seguridad y la iluminación en los talleres. Por otro lado, con el modelo de producción en serie, paradigma puesto en marcha por Henry Ford para su modelo de automóvil T, se abordó la producción en masa. Ello, impulsó la adopción de nuevas formas de organización industrial, como la gestión científica del trabajo y la cadena de montaje móvil, que condujeron a una estricta división de tareas y a la estandarización de piezas. La drástica reducción de los tiempos de fabricación y de los costes unitarios democratizó el acceso a bienes antes considerados de lujo. De esta manera, aconteció la segunda revolución industrial.

El siguiente gran salto se produjo en las décadas de 1960 y 1970. Tras la Segunda Guerra Mundial se consolidaron las tecnologías de computación, control electrónico y automatización, y surgió la robótica industrial. La implantación del control numérico computerizado (CNC), de los controladores lógicos programables (PLC) y de los primeros robots —emblemáticamente el “Unimate”, instalado en 1961 en una planta de General Motors— permitió que las líneas de producción evolucionaran de una automatización rígida, concebida para un único producto, hacia sistemas flexibles basados en células robotizadas. Mediante la simple reprogramación del software y la estandarización de utillaje y sensores, una misma línea podía fabricar varias referencias o incorporar en pocos días modificaciones de diseño.

Este nuevo paradigma, conocido como la “Tercera Revolución Industrial”, introdujo el concepto de fabricación flexible (FMS), sentó las bases del CAD/CAM y anticipó metodologías de producción ajustada como el \*just-in-time\*, ampliando de forma decisiva la capacidad de la industria para responder a mercados cada vez más cambiantes.

En la actualidad asistimos a la llamada “Cuarta Revolución Industrial” —o “Industria 4.0”— mientras algunos expertos ya esbozan los contornos de una inminente “Quinta Revolución Industrial”, caracterizada por la colaboración hombre-máquina y la sostenibilidad como eje rector.

El rasgo distintivo de esta etapa es la digitalización integral de la cadena de valor: desde el diseño conceptual y la ingeniería, pasando por la producción y la logística, hasta la relación posventa con el cliente. Se destaca que todos estos procesos se encuentran interconectados y orquestados por un único sistema de gestión de datos. Tal convergencia ha sido posible gracias a tecnologías como la computación en la nube, la inteligencia artificial, la internet de las cosas industrial (IIoT), la robótica colaborativa y la fabricación aditiva.

A conjunto de tecnologías se suma el “gemelo digital”, una réplica virtual de elementos físicos, máquinas, robots, líneas de producción o incluso fábricas completas, que, alimentada por datos en tiempo real, permite simular escenarios, optimizar rendimientos y predecir fallos antes de que se materialicen. Con ello, la industria no solo gana en flexibilidad y eficiencia, sino que también cierra el ciclo de información entre el mundo físico y el virtual, sentando las bases de una manufactura resiliente, personalizada y plenamente sostenible.



## 1.2 Los componentes de un gemelo digital

Tal como se indicó anteriormente, un gemelo digital constituye una réplica virtual de un sistema físico, capaz de reproducir su comportamiento y de suministrar, en tiempo real, los datos que lo caracterizan. Estos datos virtuales de salida se comparan con los suministrado por el elemento y proceso real para, mediante el uso de técnicas estadísticas o de inteligencia artificial, predecir el comportamiento futuro, detectar fallos o planificar un mantenimiento preventivo. Con el objeto de cumplir estas funcionalidades, la estructura típica de un gemelo digital se presenta en la figura 1.

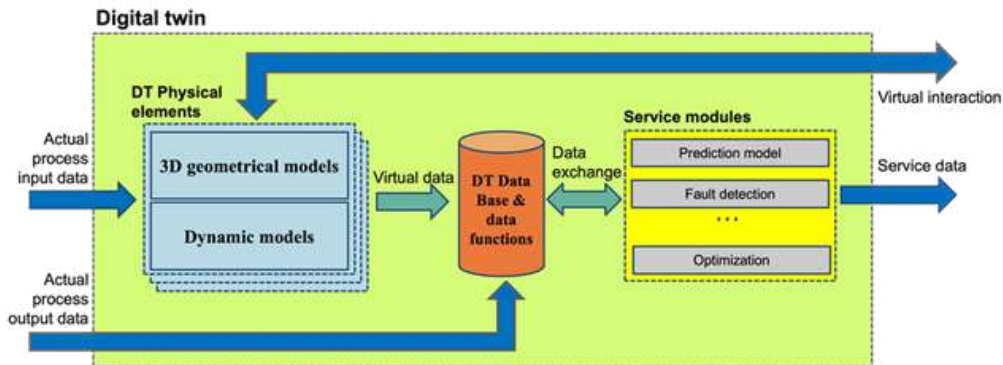


Figura 1. Arquitectura de un gemelo digital.

En la parte izquierda de la figura se aprecia la representación virtual de la contraparte física (DT Physical elements): un conjunto de modelos geométricos 3D, responsables de la morfología, y de modelos dinámicos que reproducen el comportamiento operativo.

Estos modelos se alimentan con los mismos datos de entrada que recibe el sistema real; al simularlos, generan datos virtuales que se transfieren a la base de datos y funciones del gemelo digital (DT Data Base). Allí confluyen con las mediciones procedentes del proceso físico —indicadas por la flecha azul de entrada—, quedando disponibles para un intercambio bidireccional con los módulos de servicio (predicción, detección de fallos, optimización, entre otros). Dichos módulos refinan la información y producen datos de servicio que respaldan la toma de decisiones tácticas y estratégicas. Por último, el gemelo digital puede interoperar con otros gemelos a través del canal de interacción virtual representado en la parte superior, posibilitando la emulación cooperativa de sistemas de mayor escala y complejidad.

Por ejemplo, al desarrollar el gemelo digital de un brazo robótico se integran, por un lado, los modelos tridimensionales de cada eslabón — desde la base hasta la pinza— y, por otro, las ecuaciones dinámicas que rigen su movimiento. Una misma orden de trayectoria se envía de forma sincronizada al robot físico y a su homólogo virtual; este último ejecuta la simulación y genera datos virtuales sobre la posición de la pinza, los pares motores, las corrientes y otras variables de estado. Dichos registros se almacenan en la base de datos del gemelo junto con las mediciones equivalentes provenientes del hardware real.

El análisis comparativo, efectuado en los módulos de servicio, habilita funciones como la detección temprana de anomalías, la planificación de mantenimiento predictivo y la optimización de las estrategias de control, así como cualquier otro servicio que requiera la aplicación concreta.



### 1.3 El gemelo digital y sus aplicaciones

El “gemelo digital” se ha consolidado como una herramienta para el ahorro de costes en la industria por la doble función que cumple. Por un lado, actúa como banco de pruebas virtual: permite “modelar y simular” líneas de producción completas —incluidos flujos de materiales, parámetros de proceso y consumo energético—, de modo que los errores de diseño se detectan y corrigen antes de invertir en la infraestructura física. Por otro, al enlazarse en tiempo real con su contraparte física dentro de un “sistema ciber-físico”, el gemelo digital resulta útil para la detección temprana de anomalías, la optimización del proceso productivo y el mantenimiento predictivo basados en inteligencia artificial. Así, se acorta los tiempos de parada, mejora la calidad del producto y alarga la vida útil de las máquinas, mientras que los datos históricos alimentan algoritmos de mejora continua, formación de operarios en entornos de realidad aumentada y la evaluación de la huella de carbono a lo largo de todo el ciclo de vida del producto.

El éxito del gemelo digital en la industria manufacturera ha propiciado su expansión a ámbitos para los que, en un principio, no estaba concebido. Un caso emblemático es la agricultura de precisión, donde los gemelos digitales de suelos, cultivos e infraestructuras permiten modelar la evolución de las parcelas —ya sea en campo abierto o en invernaderos de alta tecnología— y anticipar sus necesidades con notable exactitud. Al integrar datos en tiempo real de sensores de humedad, estaciones meteorológicas, cámaras hiperespectrales y robots móviles de inspección, estos gemelos predicen tasas de crecimiento, estrés hídrico o riesgos fitosanitarios; de esta forma, el sistema aplica agua, fertilizantes y fitosanitarios únicamente donde y cuando se requieren, reduciendo costes y el impacto ambiental. Además, al simular escenarios climáticos y de mercado, el gemelo digital ayuda a planificar la siembra, optimizar la logística postcosecha y estimar rendimientos con semanas de antelación. Este enfoque transforma la agricultura en un ecosistema ciber-físico inteligente, en el que cada hectárea dispone de su “avatar” virtual para guiar decisiones basadas en datos y maximizar tanto la productividad como la sostenibilidad. Así, también ha nacido el concepto de Agricultura 4.0.

El sector turístico también ha adoptado la tecnología del gemelo digital en su faceta de reproducción virtual de entornos reales, abriendo la puerta al llamado “Turismo 4.0”.

Con drones equipados con sensores LiDAR y cámaras de alta resolución, se reconstruyen con precisión edificaciones y restos arqueológicos — como basílicas y foros de la antigua Roma—, generando modelos 3D que preservan el patrimonio y permiten explorarlo sin las restricciones del terreno ni el desgaste de las visitas masivas. Además, estos gemelos se usan en realidad aumentada para superponer gráficos históricos o guías multimedia sobre monumentos y paisajes reales mientras el visitante recibe narración contextual en tiempo real, enriqueciendo la experiencia cultural. En un plano más inmersivo, los modelos pueden desplegarse en plataformas de metaverso, donde futuros viajeros recorren réplicas virtuales interactuando con objetos y avatares, planificando rutas personalizadas y evaluando accesibilidad antes de reservar su viaje. Así se diversifica la oferta turística con experiencias híbridas físico-digitales y se obtienen datos de uso y flujos de visitantes que ayudan a gestionar mejor la capacidad de carga, la conservación del patrimonio y la sostenibilidad del destino.

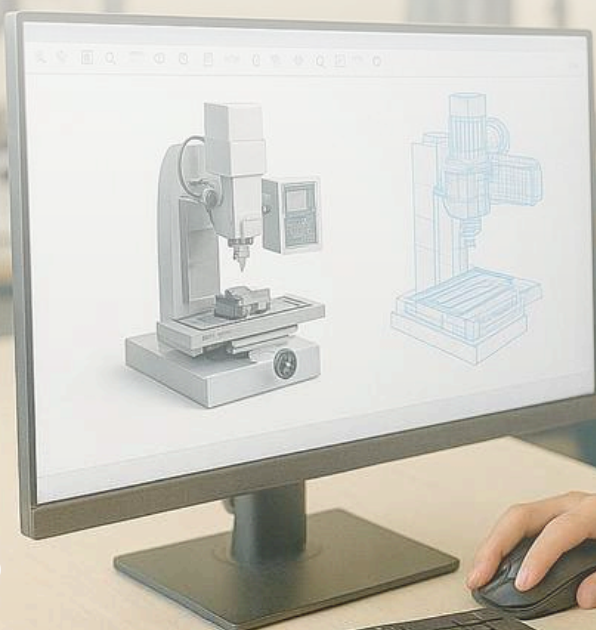
En el ámbito sanitario, los gemelos digitales han dado lugar al concepto de “Medicina 4.0”. Las primeras especialidades en adoptarlos fueron la cirugía ortopédica y la neurocirugía, donde los navegadores quirúrgicos integran réplicas 3D del paciente para que el cirujano ensaye la intervención con antelación. En ortopedia, el hueso afectado se recrea al detalle y el cirujano “moldea” virtualmente fresados y taladros para garantizar un encaje milimétrico de la prótesis. En neurocirugía, un modelo anatómico del cerebro permite elegir el abordaje que acceda a la lesión minimizando el daño en estructuras críticas. A estas pioneras se han sumado procedimientos vasculares —como la reparación de aneurismas aórticos— y oncológicos —resección de tumores hepáticos o renales—, donde los gemelos digitales ayudan a planificar resecciones con márgenes de seguridad exactos y prever la respuesta hemodinámica en tiempo real.

Más allá del quirófano, la farmacología emplea gemelos digitales basados en datos (data-driven twins) para anticipar la farmacocinética y los efectos secundarios de un fármaco en cohortes concretas: modelos estadísticos entrenados con historiales clínicos, genómica y biomarcadores permiten estratificar pacientes y ajustar dosis de forma personalizada. En paralelo, se desarrollan gemelos multiescala —que integran dinámica molecular, fisiología de órganos y señales de dispositivos portátiles— capaces de predecir crisis epilépticas, arritmias o descompensaciones metabólicas antes de manifestarse. El resultado es un ecosistema ciberfísico donde quirófano, laboratorio y paciente están interconectados, habilitando una medicina anticipatoria, mínimamente invasiva y centrada en la persona.

## 1.4 Los gemelos digitales y la enseñanza

La educación superior ha sabido aprovechar el potencial de los gemelos digitales al integrarlos como instrumentos de aprendizaje activo y contextualizado. La réplica virtual de una máquina, de una planta piloto o incluso de un laboratorio completo permite al estudiantado ensayar procedimientos en un entorno seguro, exento de los riesgos operativos y de los costes asociados al equipamiento físico. Bajo metodologías de aprendizaje basado en problemas, el alumnado diagnostica averías, ajusta parámetros y observa de forma inmediata las repercusiones de sus decisiones, cerrando así el ciclo teoría-práctica con mayor profundidad y motivación.

Esta aproximación ha demostrado su eficacia tanto en titulaciones de ingeniería química —donde la combinación de simulación computacional y elementos de “gamificación” dinamiza la formación en línea— como en la capacitación del personal de mantenimiento aeronáutico mediante gemelos digitales de motores turbo reactores. Asimismo, los simuladores virtuales de cirugía laparoscópica permiten a los futuros especialistas perfeccionar habilidades psicomotoras y estratégicas sin comprometer la seguridad del paciente, mientras que las réplicas digitales de redes eléctricas inteligentes facilitan la formación de operadores en la gestión de escenarios críticos. En conjunto, la adopción de gemelos digitales configura un ecosistema educativo flexible, accesible y escalable, capaz de promover la excelencia académica y la adquisición de competencias profesionales de forma rigurosa y sostenible.



## 2. La Relevancia de los Gemelos Digitales en Formación Profesional (EFP)

### 2.1 Por qué es importante: el impacto potencial de los Gemelos Digitales en la Industria 4.0 y en la futura mano de obra

#### 2.1.1 En la Industria 4.0: un motor de eficiencia e innovación

##### Optimización de procesos

Los Gemelos Digitales permiten la monitorización en tiempo real de plantas, maquinaria y sistemas de producción completos. Esta capacidad ofrece varios beneficios concretos. En primer lugar, facilita el mantenimiento predictivo, lo que ayuda a reducir fallos en los equipos y a minimizar tiempos de inactividad. En segundo lugar, gracias a simulaciones avanzadas, es posible probar modificaciones o nuevos productos sin asumir riesgos reales. Además, los Gemelos Digitales contribuyen a la reducción de costes: según un estudio (Oliver Wyman, 2016, Digital Twins: Identical, But Different, Insight report), su uso puede acortar los plazos de diseño y desarrollo hasta en un 25 %, generando ahorros de entre el 10 % y el 15 % en los costes totales.

##### Integración con otras tecnologías

Los Gemelos Digitales son altamente versátiles y pueden integrarse con diversas tecnologías punteras. Combinados con el Internet de las Cosas (IoT), permiten la recopilación de datos en tiempo real desde sistemas físicos. Su integración con la Inteligencia Artificial (IA) posibilita el análisis predictivo y la toma de decisiones automatizada. Junto con el Big Data, permiten gestionar e interpretar grandes volúmenes de información compleja. Asimismo, la conexión con sistemas SCADA (Supervisory Control and Data Acquisition) contribuye a facilitar la integración entre los datos recogidos del mundo físico y su representación digital.

##### Colaboración y transparencia

Los Gemelos Digitales proporcionan una visión compartida y constantemente actualizada del ciclo de vida completo de un producto o proceso. Esta visibilidad mejora la colaboración entre equipos y departamentos, y facilita una comunicación más eficiente entre proveedores, fabricantes y clientes. Como resultado, los flujos de trabajo se vuelven más transparentes, coordinados y alineados con las condiciones en tiempo real.

## **2.1.2 Preparación profesional para el futuro: competencias y empleabilidad**

### **Nuevas competencias necesarias**

La integración de los Gemelos Digitales en entornos industriales está transformando los perfiles profesionales y las competencias requeridas. Los trabajadores actuales deben leer e interpretar datos digitales — paneles de control, gráficos e indicadores clave de rendimiento (KPIs)— y comprender la información procedente de sensores y sistemas de monitorización, así como interpretar simulaciones y escenarios predictivos. Por ejemplo, un operario de producción debería analizar datos de vibración y temperatura de un motor para anticipar necesidades de mantenimiento.

Además de la alfabetización digital, deben saber interactuar con interfaces digitales y entornos virtuales: usar interfaces persona-máquina (HMI), navegar por gemelos digitales 3D de plantas o sistemas y manejar herramientas de realidad aumentada y virtual (AR/VR). Un técnico de mantenimiento, por ejemplo, puede explorar una réplica virtual de una instalación para planificar una intervención sin acceder físicamente al lugar.

La resolución de problemas en entornos digitales es otra competencia clave: identificar anomalías con herramientas digitales, ejecutar simulaciones para diagnosticar incidencias y colaborar con equipos técnicos para implementar soluciones eficaces. Un técnico puede simular el reemplazo de un componente en el gemelo digital antes de actuar físicamente.

También es esencial comprender los procesos industriales digitalizados: conocer flujos de trabajo automatizados, seguir procedimientos guiados por software y adaptarse a sistemas de producción interconectados. Un operador logístico debe entender cómo los cambios en el gemelo digital de un almacén afectan al inventario.

Por último, la colaboración digital y la comunicación técnica son fundamentales. Se espera que compartan datos e informes en plataformas digitales, se comuniquen con ingenieros, analistas y desarrolladores, y participen en decisiones basadas en datos. Un equipo de producción puede usar el gemelo digital para coordinar ajustes y alinear a todos los actores implicados.

### **Formación inmersiva y práctica**

Los Gemelos Digitales también representan un recurso valioso para la educación y la formación. Permiten crear entornos de aprendizaje realistas, interactivos y seguros, donde el alumnado puede interactuar con sistemas virtuales y explorar situaciones complejas sin riesgos. Este enfoque práctico les ayuda a desarrollar no solo competencias técnicas, sino también habilidades transversales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la colaboración digital, fundamentales en los entornos industriales actuales.

### **Empleabilidad y capacidad de adaptación**

La formación basada en Gemelos Digitales mejora notablemente la empleabilidad del alumnado. Les prepara para trabajar en entornos altamente automatizados y tecnológicamente avanzados, y les capacita para desempeñar nuevos roles en áreas como el mantenimiento inteligente, el diseño digital o la gestión de datos industriales. Su capacidad de adaptación a entornos laborales en constante evolución se convierte en un valor diferencial en el marco de la Industria 4.0.





## 2.2 Impacto en los programas de EFP: cómo los Gemelos Digitales pueden influir en la formación técnica

### **Transformación de la enseñanza tradicional**

La integración de los Gemelos Digitales en la Educación y Formación Profesional (EFP) supone un cambio significativo respecto a la enseñanza tradicional basada en la teoría, hacia un modelo más experiencial, inmersivo e interactivo. En lugar de recibir información de forma pasiva, el alumnado participa activamente en simulaciones que reproducen escenarios industriales reales. Pueden interactuar con representaciones virtuales de plantas, maquinaria o procesos de producción y explorar situaciones complejas en un entorno seguro. Este enfoque práctico no solo incrementa la motivación y la implicación, sino que también favorece una mayor responsabilidad sobre los resultados de aprendizaje. Además, promueve la colaboración entre iguales y permite formas de evaluación más dinámicas.

### **Itinerarios formativos personalizados**

Uno de los principales beneficios de los Gemelos Digitales es su flexibilidad, que permite ofrecer experiencias de aprendizaje altamente personalizadas. Los contenidos formativos pueden adaptarse al nivel de competencia actual del estudiante y ajustarse a sus objetivos profesionales. Esto facilita la creación de itinerarios diferenciados de aprendizaje e incluso la integración de módulos interdisciplinarios, lo que da lugar a una formación más relevante y ajustada a las necesidades de cada perfil.

### **Desarrollo de competencias operativas y digitales**

A través del uso de Gemelos Digitales, el alumnado adquiere una amplia gama de competencias tanto operativas como digitales. Aprenden a leer e interpretar datos procedentes de sistemas digitales, a manejar paneles HMI (interfaz persona-máquina), a navegar por entornos tridimensionales y a colaborar en equipos digitales. La toma de decisiones adquiere un papel clave, ya que las simulaciones permiten experimentar con distintos enfoques y estrategias. Estas experiencias los preparan para entornos de trabajo modernos, altamente automatizados, donde la interacción con sistemas ciberfísicos es habitual. Al mismo tiempo, desarrollan habilidades transversales esenciales como la resolución de problemas, el pensamiento crítico y la comunicación efectiva, además de familiarizarse con entornos de trabajo virtuales.

### **Aprendizaje contextualizado**

Los Gemelos Digitales permiten un aprendizaje contextualizado al recrear virtualmente sistemas industriales reales, facilitando la comprensión práctica de maquinaria y procesos complejos. El alumnado observa efectos inmediatos de modificaciones o errores y adquiere una visión sistémica de los flujos de producción. Por ejemplo, un estudiante de mecatrónica puede programar un brazo robótico y ver cómo interactúa con una línea de montaje virtual, obteniendo aprendizajes valiosos sin riesgos físicos.

### **Desarrollo de habilidades operativas y procedimentales**

El uso de Gemelos Digitales impulsa competencias técnicas y procedimentales. El alumnado practica diagnóstico y mantenimiento predictivo analizando datos de sensores y ejecutando simulaciones. Aprende a controlar procesos ajustando parámetros virtuales y a gestionar la seguridad en escenarios de emergencia simulados. Esta práctica sin riesgo consolida competencias antes de situaciones reales. Por ejemplo, pueden simular fallos en equipos y planificar intervenciones de mantenimiento en un entorno virtual.

### **Competencias digitales integradas**


Más allá del conocimiento técnico, los Gemelos Digitales fomentan habilidades digitales transversales: navegación por interfaces 3D y HMI, interpretación de datos técnicos y uso de software de modelado y simulación. En agricultura de precisión, por ejemplo, los estudiantes pueden usar paneles digitales para monitorizar riego y fertilización, aplicando herramientas digitales a retos reales.

### **Formación adaptativa y personalizada**

Los Gemelos Digitales permiten aprendizaje adaptativo: el contenido y las actividades pueden ajustarse en tiempo real para que cada estudiante siga un itinerario alineado con su nivel, aspiraciones y las demandas de su especialidad. Quienes comienzan pueden hacer ejercicios guiados paso a paso, mientras que los más avanzados enfrentan escenarios complejos que ponen a prueba su resolución de problemas y toma de decisiones.

## **REvaluación de competencias en contextos reales**

Otra de las fortalezas de la tecnología de Gemelos Digitales es su capacidad para facilitar una evaluación realista y basada en datos. El profesorado puede hacer un seguimiento de las acciones y resultados del alumnado dentro de la simulación, lo que ofrece una base objetiva para valorar competencias técnicas. Las evaluaciones pueden ser formativas, proporcionando retroalimentación inmediata para mejorar, y auténticas, al desarrollarse en entornos que reproducen fielmente las condiciones del mundo laboral. Por ejemplo, un docente puede evaluar la capacidad de un estudiante para diagnosticar y resolver un problema técnico simulado en una instalación virtual, obteniendo una visión clara de su preparación para tareas profesionales.



## **2.3 Alineando formación y empleo: cómo los Gemelos Digitales pueden mejorar la empleabilidad**

### **Conexión entre educación e industria**

Uno de los retos más relevantes en la educación técnica y profesional es la desconexión entre las competencias que demanda el sector productivo y las que el alumnado adquiere durante su formación. Los Gemelos Digitales ofrecen una vía eficaz para acortar esa distancia. Al reproducir de forma fiel entornos industriales reales, maquinaria y procesos, acercan el mundo laboral directamente al aula. Esto permite al alumnado enfrentarse a escenarios realistas en entornos virtuales, ganando experiencia práctica incluso cuando el acceso a equipos físicos complejos o costosos es limitado. Como resultado, la formación se ajusta mejor a las prácticas y tecnologías actuales del mercado laboral.

### **Desarrollo de competencias técnicas avanzadas**

A través del uso de Gemelos Digitales, los estudiantes tienen la oportunidad de desarrollar competencias técnicas de alto nivel, cada vez más demandadas por la industria moderna. Se familiarizan con herramientas digitales e interfaces persona-máquina (HMI), y aprenden a interpretar datos generados por sensores y sistemas del Internet de las Cosas (IoT). Además, adquieren experiencia operativa al trabajar sobre instalaciones virtuales que simulan tareas reales, como ejecutar mantenimientos, aplicar procedimientos de control de calidad o gestionar flujos logísticos. Todo ello les permite consolidar competencias técnicas y ganar confianza antes de incorporarse al mercado laboral.

### **Aprendizaje basado en la resolución de problemas**

Los Gemelos Digitales favorecen también un enfoque de aprendizaje basado en problemas, en el que el alumnado participa activamente en la resolución de situaciones reales. La formación puede organizarse en torno a tareas como diagnosticar fallos, optimizar procesos productivos o tomar decisiones operativas ante eventos simulados. Se pueden recrear escenarios críticos —como averías, emergencias o variaciones en la demanda de producción— para poner a prueba la capacidad de análisis y respuesta del alumnado. Esta metodología fomenta la colaboración interdisciplinar, conectando conocimientos de mecánica, electrónica, informática y logística, y reflejando así la naturaleza integrada de los entornos industriales actuales.

### **Formación alineada con las necesidades empresariales**

A medida que las empresas incorporan tecnologías de la Industria 4.0, buscan perfiles profesionales capaces de comprender e interactuar con sistemas digitales complejos, adaptarse con agilidad a nuevas herramientas y dinámicas de trabajo, y desenvolverse eficazmente en entornos colaborativos, a menudo virtuales. La formación basada en Gemelos Digitales permite responder a estas expectativas, dotando al alumnado de la fluidez tecnológica y la flexibilidad que requiere el entorno laboral actual. De este modo, la educación se adapta mejor a las necesidades reales del sector empresarial, mejora la empleabilidad y reduce el tiempo necesario para la adaptación en el puesto de trabajo.



## **2.4 Estrategias para fomentar sinergias entre el sistema de EFP y la Industria 4.0**

El objetivo general es construir un ecosistema sólido de formación e industria que responda eficazmente a los desafíos de la transformación digital y prepare a profesionales con las competencias necesarias para afrontar el futuro. Para ello, es necesario repensar la relación entre educación e industria y promover una colaboración más estrecha mediante recursos compartidos, itinerarios formativos codiseñados y entornos de aprendizaje innovadores.

### **Codiseño de programas formativos**

Una estrategia eficaz para alinear la formación con el mercado laboral es el codiseño de planes de estudio entre centros educativos y empresas. Este enfoque garantiza que los contenidos reflejen las demandas del sector y los avances tecnológicos. Permite integrar módulos sobre tecnologías emergentes —como Gemelos Digitales, IoT o IA— y fomenta la participación de profesionales empresariales en la docencia, aportando una visión real del entorno laboral que enriquece el aprendizaje.

### **Laboratorios y entornos simulados**

Crear laboratorios tecnológicos accesibles a centros y empresas refuerza el vínculo entre formación e industria. Estos espacios permiten al alumnado usar tecnologías avanzadas —Gemelos Digitales, robótica o realidad aumentada— y adquirir experiencia práctica en entornos simulados que reproducen contextos productivos reales, reforzando su competencia técnica y confianza en el uso de espacios de trabajo digitalizados.

### **Prácticas, estancias formativas y formación dual**

Las experiencias en entornos reales de trabajo son clave para el desarrollo profesional. Programas como prácticas, estancias o formación dual ofrecen contacto directo con el mundo laboral, aplicando conocimientos y aprendiendo de profesionales. Estas vivencias fortalecen habilidades blandas como autonomía, comunicación o adaptación, y los proyectos de resolución de problemas asignados durante las estancias refuerzan el pensamiento crítico y la toma de decisiones.

### **Redes locales y alianzas estratégicas**

Para innovar y adaptarse, los centros educativos se integran en redes locales y crean alianzas con otras instituciones, empresas y entidades públicas. Estas colaboraciones permiten compartir recursos, experiencias y buenas prácticas, y consolidar un diálogo con el tejido empresarial local, facilitando una formación alineada con el entorno. Además, la participación en programas de financiación —como Erasmus+, PNRR o Europa Digital— impulsa iniciativas conjuntas y la escalabilidad de modelos exitosos.

## Plataformas digitales para la colaboración

Las plataformas digitales son herramientas clave para coordinar y gestionar proyectos formativos con múltiples actores implicados. Permiten a centros y empresas colaborar de forma más eficiente, hacer seguimiento del progreso del alumnado y de las competencias adquiridas, y conectar a los estudiantes con oportunidades laborales relevantes. Algunos ejemplos incluyen portales para la gestión de prácticas, plataformas para organizar y monitorizar actividades con Gemelos Digitales, y entornos virtuales para la formación a distancia. Estas tecnologías contribuyen a un ecosistema de aprendizaje más integrado y dinámico, en el que educación e industria cooperan activamente en la preparación de los profesionales del mañana.



### 3. Estrategias pedagógicas para la enseñanza con Gemelos Digitales

Los Gemelos Digitales son representaciones virtuales en tiempo real de sistemas físicos, que ofrecen experiencias inmersivas, interactivas y basadas en datos, capaces de transformar la enseñanza y el aprendizaje.

A continuación, se presentan algunas estrategias pedagógicas eficaces para integrar los Gemelos Digitales en la formación profesional (EFP) en distintos contextos:

- **Aprendizaje experiencial:** Se utilizan los Gemelos Digitales para ofrecer experiencias prácticas basadas en simulaciones. El alumnado puede interactuar con el gemelo de un sistema físico para explorar relaciones causa-efecto y practicar la resolución de problemas en tiempo real. Base pedagógica: Ciclo de Aprendizaje Experiencial de Kolb: Experiencia concreta → Observación reflexiva → Conceptualización abstracta → Experimentación activa.
- **Aprendizaje basado en la indagación (Inquiry-Based Learning):** Las sesiones se estructuran en torno a preguntas abiertas o problemas que los estudiantes investigan mediante el uso del Gemelo Digital. Por ejemplo, pueden analizar cómo se implementan cambios en el gemelo digital de un sistema de climatización (HVAC). Se promueve así el razonamiento científico, el pensamiento crítico y la comprensión profunda.
- **Aprendizaje basado en proyectos (PBL):** Se propone al alumnado diseñar, probar e iterar soluciones utilizando Gemelos Digitales en proyectos colaborativos de largo plazo. Por ejemplo, estudiantes de EFP podrían desarrollar y optimizar procesos utilizando el gemelo digital de un distrito. Se pueden utilizar plataformas colaborativas y sistemas de control de versiones para el desarrollo iterativo.
- **Aprendizaje basado en problemas (Problem-Based Learning):** Aquí se pueden presentar problemas reales modelados en el entorno del Gemelo Digital. Por ejemplo, podría utilizarse el gemelo digital de una clínica veterinaria para abordar problemas de contaminación. En este caso, se fomentaría la aplicación de conocimientos interdisciplinarios en contextos auténticos.

- **Aprendizaje adaptativo y con andamiaje:** Se introduce la complejidad de forma gradual mediante Gemelos Digitales con análisis integrados o retroalimentación en tiempo real. Se puede comenzar con funciones básicas y añadir capas de datos (por ejemplo, IoT o analítica predictiva) a medida que el alumnado progresa.
- **Aprendizaje reflexivo:** Se anima a los estudiantes a reflexionar sobre sus acciones dentro del entorno del Gemelo Digital, analizando qué ha funcionado, qué no y por qué. Se pueden emplear diarios de aprendizaje o guías estructuradas de reflexión tras las simulaciones para consolidar el pensamiento crítico.
- **Aprendizaje colaborativo:** Los Gemelos Digitales se pueden utilizar en entornos grupales para potenciar la comunicación, la negociación y la resolución conjunta de problemas. En una fábrica virtual, por ejemplo, el alumnado puede asumir distintos roles (operario, ingeniero, responsable de producción) para resolver retos en equipo.
- **Gamificación y motivación:** Se pueden incorporar elementos lúdicos como desafíos, insignias y clasificaciones en el entorno del Gemelo Digital. Por ejemplo, recompensar diseños de sistemas eficientes o soluciones innovadoras usando métricas basadas en datos reales. Es importante asegurar que la mecánica del juego refuerce los objetivos de aprendizaje y no los desvíe.
- **Aula invertida (Flipped Classroom):** Se pueden asignar actividades con Gemelos Digitales como trabajo previo o posterior a la clase, potenciando así el debate y el análisis durante las sesiones presenciales. Por ejemplo, los estudiantes exploran un gemelo digital de una red energética antes de clase y luego debatir estrategias de sostenibilidad en el aula.
- **Evaluación y retroalimentación:** Los datos generados por la interacción con los Gemelos Digitales permiten evaluar resultados de aprendizaje en tiempo real.
  - Evaluación formativa: seguimiento de decisiones del alumnado con retroalimentación inmediata.
  - Evaluación sumativa: valoración del rendimiento final del sistema o de los informes generados por los estudiantes.

Además, la metodología DiTwin incluye tareas prácticas en las que el alumnado crea e interactúa con Gemelos Digitales, organizadas por niveles de competencia y áreas de especialización. Estas actividades promueven un aprendizaje profundo, el desarrollo del pensamiento crítico y la alfabetización digital, situando a los estudiantes en roles activos como diseñadores, analistas u operadores de sistemas digitales.

El objetivo principal en esta fase es comprender el concepto de Gemelo Digital e iniciar la interacción básica con uno de ellos. También es fundamental comenzar a diseñar o construir parcialmente un gemelo digital, así como participar en tareas de análisis y mejora iterativa.

Entre las tareas sugeridas, se incluyen:

- Explorar un Gemelo Digital preconfigurado
- Modificar parámetros dentro de un Gemelo Digital
- Crear un Gemelo Digital de un objeto físico simple
- Simular y optimizar un sistema físico
- Construir un Gemelo Digital de una sala o laboratorio inteligente
- Diseñar un sistema de mantenimiento predictivo

También nos gustaría destacar algunas actividades que pueden enriquecer transversalmente todas las tareas:

- Diarios de reflexión: los estudiantes documentan lo que han observado, modificado y aprendido durante su interacción con el gemelo digital.
- Evaluación entre compañeros: los equipos evalúan los modelos de gemelo digital de otros grupos en cuanto a realismo, usabilidad y eficacia.
- Mini-hackatones: desafíos contrarreloj en los que los estudiantes deben resolver problemas utilizando o modificando sus gemelos digitales.

El uso de Gemelos Digitales para probar procesos en entornos virtuales antes de aplicarlos en el mundo real es una de las aplicaciones más potentes y prácticas de esta tecnología, especialmente en ámbitos como la educación, la ingeniería, la gestión empresarial y el diseño de sistemas. A continuación, se expone por qué esta metodología es eficaz y cómo puede aplicarse en contextos educativos o de formación.

El testeo de procesos en un gemelo digital significa simular flujos de trabajo, sistemas o comportamientos en un entorno virtual que reproduce condiciones reales, antes de su implementación física:

- Permite llevar a cabo ensayos seguros, optimización de procesos y predicción de resultados, sin riesgo.
- Es una práctica habitual en sectores como la ingeniería, la fabricación, la sanidad, la planificación urbana y la logística.

Una estrategia muy eficaz dentro del modelo de aula invertida consiste en proporcionar materiales en línea —como vídeos, simulaciones o módulos interactivos— antes de las sesiones prácticas con Gemelos Digitales. Esta preparación previa permite que el alumnado se enfrente a la parte práctica con una base cognitiva más sólida, favoreciendo una participación más activa y profunda durante la interacción con el gemelo digital.

¿Por qué proporcionar recursos al alumnado con anterioridad a las clases basadas en Gemelos Digitales?

<b>Beneficio</b>	<b>Impacto</b>
Mejor preparación	El alumnado llega con una base conceptual previa, listo para aplicar lo aprendido.
Mayor aprovechamiento del tiempo práctico	Se reduce el tiempo dedicado a explicaciones y se incrementa el tiempo para experimentar.
Apoyo a distintos estilos de aprendizaje	Beneficia a estudiantes visuales (vídeos), kinestésicos (simulaciones) y auditivos (narraciones).
Mejores resultados de aprendizaje	Refuerza los conocimientos mediante el estudio previo y la práctica activa.

Materiales recomendados antes de realizar actividades con Gemelos Digitales:

A) Vídeos introductorios de conceptos

- Qué son: Vídeos breves (5–10 minutos) que explican conceptos y procesos fundamentales relacionados con el tema del gemelo digital.
- Ejemplos de contenidos:
  - Cómo funciona un Gemelo Digital
  - Flujo e interpretación de datos de sensores
  - Introducción al sistema modelado (p. ej., HVAC, aerogenerador)

#### B) Recorridos guiados por simulaciones

- Qué son: Módulos interactivos o screencasts que muestran cómo navegar por la interfaz de DiTwin, ajustar variables y analizar resultados.
- Herramientas a utilizar:
  - Integración en plataformas LMS (como Moodle o Canvas): incrustar simulaciones con cuestionarios integrados.
  - H5P: vídeos interactivos con preguntas o escenarios ramificados.

#### C) Ejercicios previos al laboratorio

- Qué son: Cuestionarios o actividades de bajo riesgo que permiten verificar si el alumnado:
  - Comprende qué simula el Gemelo Digital
  - Conoce las variables y controles clave
  - Sabe interpretar métricas de salida básicas
- Objetivo: Generar conocimientos previos y verificar la comprensión inicial.

#### D) Modelos de sistemas anotados o cuadros de mando

- Qué son: Capturas de pantalla o vistas previas interactivas del sistema modelado, acompañadas de explicaciones.
- Propósito: Familiarizar al alumnado con los componentes del sistema y su función antes de la práctica directa.

#### E) Vídeos de casos reales

- Qué son: Vídeos breves que muestran cómo se utilizan los Gemelos Digitales similares en entornos industriales reales (por ejemplo, redes inteligentes, mantenimiento de aeronaves).
- Resultado: Aumentan la motivación y la percepción de relevancia de las actividades formativas.

Fomentar el trabajo en equipo para resolver problemas reales de la industria mediante Gemelos Digitales impulsa la colaboración, el pensamiento crítico y la preparación para entornos profesionales reales. Los Gemelos Digitales ofrecen una plataforma ideal para este propósito, ya que replican sistemas complejos, precisamente el tipo de desafíos que los equipos enfrentan habitualmente en el ámbito industrial.

¿Por qué fomentar el trabajo en equipo en el aprendizaje con Gemelos Digitales?

<b>Beneficio</b>	<b>Impacto</b>
Simula entornos reales de la industria	La mayoría de los proyectos con Gemelos Digitales en contextos reales se desarrollan en equipos multidisciplinares.
Fomenta la comunicación y la colaboración	Los equipos deben coordinar decisiones, distribuir tareas e interpretar datos de forma conjunta.
Mejora la capacidad de resolución de problemas	Las distintas perspectivas favorecen soluciones más innovadoras y viables.
Desarrolla competencias transversales	Liderazgo, negociación y reparto de responsabilidades, competencias clave en el entorno laboral.

## 4. Configuración de actividades con Gemelos Digitales en el aula: guía paso a paso de los módulos DiTwin

### 4.1 Cómo funciona el sistema

El sistema desarrollado por el consorcio del proyecto DiTwin permite llevar a cabo actividades de aprendizaje práctico y basado en el trabajo (WBL) a distancia, mediante una simulación 3D de un objeto real conectado al sistema. Esta solución abre múltiples posibilidades: desde simplemente observar cómo funciona una máquina en condiciones reales hasta interactuar con la maquinaria conectada a través de la simulación y recibir realimentación directa.

#### **El sistema DiTwin se basa en tres laboratorios principales:**

**Laboratorio remoto de fabricación aditiva:** Este laboratorio integra una impresora 3D conectada en red con la plataforma DiTwin para apoyar actividades de fabricación aditiva y diseño asistido por ordenador (CAD). Permite realizar simulaciones virtuales de procesos de impresión 3D. A través del sistema, el usuario puede enviar directamente el código generado a la impresora 3D y monitorizar el proceso de fabricación aditiva en tiempo real mediante una webcam.

**Laboratorio remoto de célula robótica:** Este laboratorio dispone de una célula robótica equipada con un brazo robótico tipo cobot, sensores de proximidad y una cinta transportadora. Todos los componentes están gestionados a través de la unidad de control del brazo robótico. El gemelo digital de esta célula robótica replica todas sus funcionalidades, permitiendo que los estudiantes programen tareas directamente en el entorno del gemelo digital. Las tareas programadas pueden enviarse a la célula robótica física y su ejecución puede seguirse en tiempo real a través de una webcam.

**Laboratorio remoto para la gestión de procesos productivos en un entorno Industria 4.0:** Este laboratorio actúa como una fábrica ciberfísica, diseñada para reflejar el nuevo paradigma productivo de la Industria 4.0. Ofrece un sistema modular de Smart Factory, tanto para fines didácticos como de investigación, capaz de reproducir múltiples configuraciones de sistemas automatizados utilizados en entornos industriales avanzados.

El sistema DiTwin se puede utilizar por centros educativos y estudiantes sin necesidad de instalar software específico. Aunque puede requerirse el uso de algunas herramientas comunes (como aplicaciones de escritorio remoto o videoconferencia), los usuarios pueden conectarse directamente a través de la plataforma y reservar las sesiones creadas de forma sencilla.



## 4.2 Los módulos

Los usuarios pueden elegir entre tres módulos, con lecciones diferentes para cada módulo.

Los módulos desarrollados actualmente cubren los siguientes tres perfiles del Marco de Competencias DiTwin:

- Perfil 1. Técnico/a en fabricación aditiva
- Perfil 4. Técnico/a en automatización para la Industria 4.0
- Perfil 10. Técnico/a en maquinaria robótica para la Industria 4.0

### **Perfil 1. Técnico/a en fabricación aditiva**

Un/a Técnico/a en Fabricación Aditiva es responsable del funcionamiento eficiente de las máquinas de impresión 3D, incluyendo su configuración, mantenimiento y reparación. Conoce los fundamentos de la fabricación aditiva, el funcionamiento de los distintos sistemas y las ventajas específicas de cada tecnología.

Entre sus tareas clave se incluyen preparar y gestionar archivos de impresión, garantizar el cumplimiento de los estándares de calidad, diagnosticar incidencias y realizar tareas de mantenimiento y seleccionar los materiales de impresión adecuados según la aplicación. Además, vela por el control de calidad en todo el proceso, desde la preparación del sistema hasta la ejecución de operaciones básicas en la impresora 3D.

### **Perfil 4. Técnico/a en automatización para la Industria 4.0**

Un/a Técnico/a en Automatización para la Industria 4.0 se encarga de crear, reparar y mantener sistemas automatizados básicos en entornos industriales. Posee un conocimiento sólido en mecatrónica, automatización, robótica, ingeniería eléctrica, electrónica, neumática e hidráulica. Sus funciones incluyen operar Controladores Lógicos Programables (PLCs), supervisar sistemas de producción automatizados, realizar reparaciones y tareas básicas de mantenimiento e instalar sistemas automatizados. Además, está capacitado/a para interpretar indicadores de mantenimiento y aplicar técnicas de diagnóstico, con el fin de garantizar el funcionamiento óptimo de los procesos automatizados.

### **Perfil 10. Técnico/a en robótica para la Industria 4.0**

Un/a Técnico/a en Maquinaria Robótica para la Industria 4.0 es responsable de la configuración, operación y mantenimiento de máquinas robóticas en entornos industriales. Posee conocimientos sobre los componentes, características y aplicaciones de los robots, y sabe distinguir entre robots avanzados y colaborativos, incluyendo sus tipos y las diferencias respecto a los robots industriales tradicionales.

Entre sus funciones se incluyen programar, configurar y supervisar brazos robóticos industriales, realizar tareas básicas de mantenimiento e identificar riesgos y aspectos relacionados con la seguridad durante el funcionamiento de los robots. Asimismo, comprende indicadores de mantenimiento y técnicas de diagnóstico que permiten garantizar un rendimiento óptimo de los sistemas robóticos.

Los módulos desarrollados están alineados con los perfiles profesionales que demanda la Industria 4.0 en los países socios del proyecto: Italia, España, Irlanda, Grecia y Polonia.

Los módulos DiTwin están contruidos sobre tecnología de Gemelos Digitales y replican diversos sistemas técnicos o maquinaria relacionados con los perfiles descritos anteriormente. Estos módulos se centran en resultados de aprendizaje específicos, orientados al aprendizaje práctico y experiencial, mientras que los resultados de aprendizaje más amplios vinculados a cada perfil se alcanzan a través del currículo formativo estándar.

En muchos casos, los conceptos teóricos o generales enseñados en las clases tradicionales actúan como prerequisites para poder interactuar con los módulos DiTwin. Estos módulos, al ofrecer experiencias prácticas con maquinaria asociada a cada perfil, pueden funcionar como etapa final del proceso de aprendizaje, permitiendo al alumnado aplicar los conocimientos adquiridos.

Sin embargo, esto no significa que los módulos estén limitados únicamente a la práctica. Los sistemas basados en Gemelos Digitales también permiten realizar observaciones y actividades que contribuyen al desarrollo y refuerzo de conocimientos teóricos y fundamentos técnicos vinculados a los perfiles seleccionados.



### 4.3 Procedimiento para utilizar el sistema DiTwin

El sistema está diseñado para utilizarse bajo la supervisión de un/a docente experto/a, con el fin de evitar posibles daños a los laboratorios por un uso inadecuado del equipamiento. El sistema puede utilizarse siguiendo el siguiente procedimiento:

1. El primer paso consiste en acceder a la Plataforma DiTwin ([www.ditwin.eu/ditwin-platform-2/](http://www.ditwin.eu/ditwin-platform-2/)), disponible en el sitio web oficial del proyecto ([www.ditwin.eu](http://www.ditwin.eu)). El acceso es libre y gratuito.
2. Una vez dentro de la Plataforma DiTwin, el usuario debe elegir uno de los módulos disponibles. Al hacer clic en el botón “ir al módulo”, encontrará una breve descripción del mismo y la planificación de la clase preparada. El profesorado podrá valorar las actividades formativas disponibles y analizar en qué medida pueden adaptarse a sus objetivos de aprendizaje y planes de estudios.
3. Al final de la página de cada módulo se encuentra un formulario de reserva. El/la docente deberá completar los campos requeridos, indicando la lección concreta y el periodo en el que desea realizar la sesión formativa. Una vez enviado el formulario, el mensaje se redirige al laboratorio responsable de dicho módulo y el usuario recibe un correo electrónico automático de confirmación.
4. Posteriormente, el personal del laboratorio se pondrá en contacto por correo electrónico para planificar la actividad y definir la fecha exacta. Durante este paso, se informará al profesorado sobre las herramientas de comunicación necesarias para conectarse al sistema DiTwin y ser guiado/a durante la sesión. Para ello, el proyecto utiliza herramientas gratuitas.
5. Llegado este punto, el personal técnico responsable habrá preparado el laboratorio físico con los materiales necesarios, y el usuario podrá asistir a la sesión programada.

Para obtener una visión general del proceso completo, se recomienda consultar el videotutorial desarrollado por el consorcio DiTwin, disponible en el sitio web oficial: [www.ditwin.eu](http://www.ditwin.eu)



#### **4.4 Estrategias y políticas para integrar actividades basadas en Gemelos Digitales en centros educativos**

Para implementar de manera eficaz las actividades basadas en Gemelos Digitales, los centros de formación profesional deben adoptar una estrategia multidimensional que se articule en torno a los siguientes pilares:

##### **Integración en los planes de estudio existentes**

Para integrar las actividades con Gemelos Digitales en los programas de Educación y Formación Profesional (EFP), es necesario partir de los resultados de aprendizaje.

El primer paso consiste en identificar los resultados de aprendizaje potenciales (competencias, conocimientos y habilidades) que puede proporcionar un sistema basado en gemelos digitales. Cada gemelo digital permite al alumnado alcanzar resultados específicos vinculados a la maquinaria o proceso simulado.

Una vez identificados los resultados de aprendizaje que se pueden alcanzar, es importante relacionarlos con las distintas asignaturas y programas formativos del centro. De este modo, se podrá determinar qué asignaturas pueden beneficiarse del uso del gemelo digital y qué competencias específicas se verán beneficiadas en cada caso.

A partir de esta base, será posible planificar un proyecto basado en gemelos digitales para una o varias asignaturas, que permita evaluar por separado la adquisición de las competencias específicas vinculadas a cada una de ellas.

##### **Metodologías educativas**

El valor añadido de la tecnología de Gemelos Digitales reside en su capacidad para desarrollar actividades de aprendizaje basado en la experiencia sin necesidad de disponer de la maquinaria real en el centro educativo. Dado que este tipo de aprendizaje constituye la base de las actividades pedagógicas posibles en este ámbito, una metodología especialmente adecuada es el aprendizaje basado en proyectos. En este enfoque, el alumnado trabaja en proyectos reales o simulados, en los que diseña, prueba y optimiza réplicas digitales de sistemas del mundo real. Esta dinámica no solo refuerza el conocimiento técnico, sino que también fomenta competencias clave como la resolución de problemas, la creatividad y el trabajo en equipo.

Además, es fundamental innovar en los métodos de evaluación. Las pruebas de evaluación tradicionales pueden no reflejar adecuadamente la comprensión profunda del alumnado en entornos de aprendizaje tan dinámicos. En su lugar, mediante plataformas de gemelos digitales, se puede evaluar a los estudiantes a través de simulaciones en tiempo real y tareas prácticas, que reproducen situaciones reales del ámbito industrial.

### **Formación y desarrollo profesional docente**

El profesorado desempeña un papel clave en cualquier proceso de innovación educativa, y por ello su formación continua debe ser una prioridad. Los centros deben ofrecer programas de formación digital que aborden el uso de plataformas de Gemelos Digitales, software de simulación y el ecosistema más amplio de tecnologías vinculadas a la Industria 4.0.

Para sostener este desarrollo, es recomendable fomentar la creación de redes de colaboración entre docentes, que les permitan compartir recursos, codiseñar escenarios formativos basados en Gemelos Digitales y aprender mutuamente a partir de sus experiencias. Estas comunidades de práctica contribuyen a generar una cultura de innovación y apoyo mutuo.

Asimismo, se debería ofrecer al profesorado la posibilidad de realizar estancias en empresas, como prácticas cortas o proyectos colaborativos con organizaciones que ya utilizan Gemelos Digitales. Esta experiencia directa facilita la actualización pedagógica y la incorporación de estrategias formativas alineadas con la realidad industrial.

### **Gobernanza institucional y liderazgo**

La adopción exitosa de tecnologías basadas en Gemelos Digitales también depende de una gobernanza institucional orientada al futuro. La dirección del centro debe integrar la implementación de los Gemelos Digitales dentro de su planificación estratégica, alineándola con los objetivos globales de transformación digital e innovación educativa.

Esto implica una asignación adecuada de recursos, tanto en términos presupuestarios como de personal. Es necesario contar con fondos específicos y personal dedicado para mantener la infraestructura, actualizar herramientas y respaldar nuevos modelos pedagógicos.

Por último, gestionar este proceso de cambio requiere un liderazgo interno sólido. Los centros educativos deberían designar responsables de innovación o referentes digitales, encargados de guiar la implementación, motivar al equipo docente y asegurar que el progreso se monitorice y evalúe de forma continua.

## 5. Casos prácticos y buenas prácticas

Este capítulo presenta ejemplos concretos de integración efectiva de tecnologías de Gemelos Digitales en la Educación y Formación Profesional (EFP) en distintos puntos de Europa. A partir de experiencias en los países socios del proyecto y en otros contextos europeos, los casos prácticos ponen de relieve enfoques innovadores de enseñanza y aprendizaje a través de simulaciones inmersivas basadas en datos. Se presta especial atención a los proyectos colaborativos entre centros de EFP y actores clave de la Industria 4.0, en los que los itinerarios formativos codiseñados y las plataformas digitales compartidas han desempeñado un papel central. Estas alianzas no solo aumentan la pertinencia de la formación profesional, sino que además garantizan que el alumnado adquiera las competencias prácticas y digitales que demanda el mercado laboral actual. Al analizar diversos modelos de implementación, este capítulo busca identificar estrategias eficaces, destacar prácticas transferibles y fomentar la innovación en el uso de Gemelos Digitales para la educación y el desarrollo profesional.

### 5.1 Gemelo Digital en la formación profesional (EFP)

#### **Digital Twin on Smart Manufacturing**

En curso (2023–2026)

Programa formativo integral sobre tecnologías de Gemelos Digitales, que incluye laboratorios y herramientas prácticas dirigidas a estudiantes de EFP en Bulgaria, Grecia, Italia, España y Suecia.

**País:** Europa

**Tipo:** Proyecto financiado por la Unión Europea

**Enlace:** <https://digitaltwinproject.eu>

#### **Resultados principales:**

- Curso de 450 horas sobre tecnologías de Gemelos Digitales
- Índice de competencias en Gemelos Digitales e instrumento de autoevaluación
- Laboratorios específicos para el aprendizaje práctico con Gemelos Digitales

**Digital Twins for Sustainability**

Finalizado (2021–2023)

Iniciativa centrada en el uso de la tecnología de Gemelos Digitales para promover la sostenibilidad, con estudios de caso sobre tratamiento de aguas residuales e impresión 3D, desarrollados en varios países europeos, entre ellos Irlanda, Italia y España.

**País:** Europa**Tipo:** Proyecto financiado por la Unión Europea**Enlace:** <https://digital4sustainability.eu>**Resultados principales:**

- Curso breve sobre aplicaciones de Gemelos Digitales para la sostenibilidad
- Contenidos en línea multilingües dirigidos a pymes y personas en formación

**Mediterranean Digital Twin Network for Climate Extremes**

En curso (2023–2026)

El proyecto MeDiTwin se centra en la creación de modelos de Gemelos Digitales para fenómenos climáticos extremos en la región mediterránea, promoviendo el intercambio científico y escuelas de verano.

**País:** Europa**Tipo:** Proyecto financiado por la Unión Europea**Enlace:** <https://meditwin-project.eu>**Resultados principales:**

- Desarrollo de modelos climáticos para la región mediterránea
- Organización de escuelas de verano e intercambios científicos

### **Digital Twins: Building Your Own Virtual Lab**

En curso (desde 2022)

Proyecto que permite al alumnado del País Vasco diseñar y simular sistemas de control y automatización de fábricas mediante tecnología de Gemelos Digitales.

**País:** España

**Tipo:** Público

**Enlace:** <https://arrivet.org/index.php/arrivet/article/view/18>

#### **Resultados principales:**

- Puesta en marcha virtual para reducir tiempos de implementación
- Formación docente en sistemas industriales virtualizados

### **Biodiversity Digital Twin (BioDT) project**

En curso (desde 2022)

Proyecto orientado a abordar la dinámica compleja de la biodiversidad a través de casos prácticos, proporcionando herramientas y conocimientos clave para la conservación y restauración ambiental.

**País:** Europa

**Tipo:** Proyecto financiado por la Unión Europea

**Enlace:** <https://bioldt.eu/>

#### **Resultados principales:**

- BioDT School (programa educativo especializado)
- Prototipo de Gemelo Digital de la Biodiversidad

### **Polish Digital Twin in Education Project**

En curso (2023–2025)

Proyecto destinado a crear módulos formativos sobre Gemelos Digitales e integrarlos en los programas de formación profesional en Polonia.

**País:** Polonia

**Tipo:** Público

**Enlace:** [www.digitaleducation.pl](http://www.digitaleducation.pl)

#### **Resultados principales:**

- Desarrollo de módulos de formación en Gemelos Digitales
- Integración de simulaciones en tiempo real en el sistema educativo

### **VET Simulator-Based**

En curso (2024–2026)

Proyecto de investigación que analiza cómo la formación profesional en secundaria puede preparar al alumnado para un entorno laboral futuro, caracterizado por el desarrollo tecnológico acelerado, la sostenibilidad y la innovación.

**País:** Suecia

**Tipo:** Público

**Enlace:** <https://www.gu.se/en/research/simulator-based-teaching-and-learning-in-vocational-education>

#### **Resultados principales:**

- Simuladores digitales de conducción
- Desarrollo de métodos de enseñanza adaptados a las exigencias de sostenibilidad, innovación y transformación tecnológica



## 5.2 Colaboraciones con la industria

Ejemplos de colaboración entre centros de formación profesional y la industria 4.0 en el desarrollo conjunto de itinerarios formativos basados en proyectos de Gemelos Digitales.

La integración de las tecnologías de Gemelos Digitales (Digital Twin, DT) en la formación profesional representa una frontera clave para alinear la educación con las exigencias de la Industria 4.0. En toda Europa, las instituciones de EFP están comenzando a colaborar con agentes industriales para codiseñar itinerarios formativos que incorporen aplicaciones reales de Gemelos Digitales en los planes de estudio. Estas colaboraciones permiten reducir la desalineación entre formación y necesidades reales del sector, impulsar el aprendizaje en entornos reales de trabajo y garantizar la relevancia de la formación profesional en un contexto industrial en proceso de rápida digitalización

### **Siemens y la iniciativa didáctica**

**País:** Alemania

**Proyecto:** Alianza de Siemens con centros de EFP

Siemens AG colabora con diversas escuelas de formación profesional en Alemania a través de su Siemens Technik Akademie para incorporar tecnologías de Gemelos Digitales en la formación técnica. La iniciativa combina simulaciones virtuales con líneas de producción reales, utilizando plataformas propias de Siemens (como NX y Teamcenter).

**Enlace:** [https://www.imove-germany.de/en/all\\_providers\\_from\\_a\\_z.htm?&p=/output/detail/pid/482](https://www.imove-germany.de/en/all_providers_from_a_z.htm?&p=/output/detail/pid/482)

### **Resultados:**

- El alumnado simula el ciclo de vida de una máquina antes de trabajar con los componentes físicos.
- Integración del uso de Gemelos Digitales en la formación de técnicos en mecatrónica y automatización.
- Enfoque centrado en mantenimiento predictivo y sistemas ciberfísicos.

### **Tknika y la industria local del País Vasco**

**País:** España

**Proyecto:** Laboratorio de Fabricación Avanzada de Tknika

Tknika, el Centro Vasco de Innovación en Formación Profesional, colabora con empresas industriales regionales (como Danobat Group) para desarrollar módulos formativos en los que el alumnado trabaja con modelos de Gemelos Digitales de máquinas herramienta. La iniciativa incluye adquisición y análisis de datos en tiempo real, apoyada por plataformas IoT.

**Enlace:** <https://tknika.eus/en/cont/lcamp-the-centre-of-vocational-excellence-in-advanced-manufacturing-kicks-off/>

#### **Resultados:**

- Formación interdisciplinar que combina competencias mecánicas, eléctricas e informáticas.
- Formación en Gemelos Digitales vinculada a datos reales de producción y comportamiento de máquinas.
- Alineación con las estrategias regionales de especialización inteligente.

### **MADE Competence Center and ITS Lombardia Meccatronica**

**País:** Italia

**Proyecto:** Gemelo Digital en itinerarios de fabricación inteligente

MADE, centro nacional de competencia en Industria 4.0 con sede en Milán, colabora con ITS Lombardia Meccatronica para codiseñar experiencias formativas basadas en simulaciones de Gemelos Digitales. La formación incluye modelado digital de procesos de fábricas inteligentes, puesta en marcha virtual e integración con sistemas ERP.

**Enlace:** <https://www.made-cc.eu/en/>

#### **Resultados:**

- Codiseño de programas formativos entre ingenieros de empresa y formadores de EFP
- Uso del Gemelo Digital para planificación de planta y sistemas robóticos
- El alumnado completa módulos de formación dual con empresas colaboradoras

**VET-Keskus y laboratorios de Industria 4.0**

**País:** Finlandia

**Proyecto:** Aprendizaje basado en simulación en EFP para IoT industrial

VET-Keskus, centro de formación profesional en Tampere, colabora con desarrolladores de software y fábricas locales para implementar plataformas de Gemelos Digitales en sus laboratorios de formación. El foco principal se sitúa en la industria de procesos y el IoT industrial.

**Resultados:**

- Cursos modulares sobre control de procesos digitales, simulación y diagnóstico
- Participación en proyectos europeos como Digital VET 4.0 y DigiPro
- Formación del profesorado en implantación ágil de software industrial

**Brainport Eindhoven: Fábrica de Aprendizaje basada en Gemelos Digitales**

**País:** Países Bajos

**Proyecto:** El campus acoge una colaboración entre empresas manufactureras de alta tecnología y el Summa College (centro de formación profesional), funcionando como una auténtica “fábrica de aprendizaje”.

**Enlace:** <https://www.brainportindustriescampus.com/en/>

**Resultados:**

- Entorno formativo integrado en torno a soluciones con Gemelos Digitales
- Colaboración EFP-industria en áreas como IoT, robótica y análisis de datos, con los Gemelos Digitales como eje articulador de proyectos prácticos

Estos ejemplos ilustran cómo el codiseño de itinerarios formativos entre centros de EFP y actores industriales refuerza la relevancia y efectividad de la formación profesional en Europa. Al integrar tecnologías de Gemelos Digitales en los programas educativos, el alumnado adquiere experiencia práctica con herramientas y métodos que están configurando el futuro del trabajo. Este tipo de alianzas fomenta una educación ágil y basada en competencias, plenamente alineada con los ecosistemas regionales de innovación.

## 6. Tendencias futuras y oportunidades profesionales en Gemelos Digitales

### 6.1 Tendencias emergentes en la tecnología de Gemelos Digitales

La adopción de los Gemelos Digitales (Digital Twins, DT) crece exponencialmente en sectores como la manufactura, la salud, las ciudades inteligentes y el automóvil. Cada vez más empresas invierten en esta tecnología para optimizar procesos, predecir fallos, mejorar el mantenimiento y tomar decisiones más eficaces. Su aplicación permite recoger y analizar datos en tiempo real, mejorando la gestión de recursos y anticipando problemas futuros.

Principales tendencias

- Integración con la Inteligencia Artificial (IA): Los DT se vuelven más autónomos gracias a modelos predictivos y simulaciones inteligentes, permitiendo una gestión precisa y respuestas rápidas ante cambios en procesos y operaciones.
- Sostenibilidad y fábricas inteligentes: El 57 % de las organizaciones invierte en DT para mejorar la sostenibilidad, optimizando el consumo energético, reduciendo residuos y minimizando el impacto ambiental.
- Expansión del IoT y monitorización remota: La integración con sensores y dispositivos conectados (IoT) abre nuevas oportunidades para la monitorización avanzada y la gestión operativa en tiempo real.
- Computación en la nube y en el borde: Plataformas como AWS IoT TwinMaker o Azure Digital Twins permiten gestionar datos en tiempo real y escalar operaciones, algo clave ante la creciente complejidad de los sistemas basados en DT.
- Hacia la Realidad Extendida (XR): Los DT se integran cada vez más con Realidad Virtual (VR) y Aumentada (AR), creando experiencias inmersivas que transforman el diseño, la simulación y la formación.
- Gemelo Digital como Servicio (DTaaS): Estas soluciones facilitan el acceso a pymes, que aprovechan sus capacidades sin asumir altos costes de infraestructura.
- Interoperabilidad y estandarización: El uso creciente de DT impulsa alianzas como DiTwin, la OPC Foundation e iniciativas de Industria 4.0 para definir estándares comunes que garanticen interoperabilidad e integración entre proveedores y sectores.

Con la creciente adopción de los Gemelos Digitales, no solo están surgiendo nuevos perfiles profesionales, sino que también los roles existentes están experimentando una transformación profunda. La gestión e implementación de Gemelos Digitales exige un conjunto de competencias cada vez más amplio y multidisciplinar, centrado en sistemas virtuales, simulaciones avanzadas, análisis de datos e inteligencia artificial. En este contexto, están emergiendo nuevas profesiones clave para afrontar los retos tecnológicos actuales y apoyar a las empresas en la adopción de estas tecnologías innovadoras.



## 6.2 Profesiones emergentes

- **Ingeniero/a de Gemelos Digitales (Digital Twin Engineer):** Este perfil se encarga de diseñar, desarrollar y mantener modelos digitales complejos que representen plantas, procesos o sistemas. Su responsabilidad principal es garantizar que los modelos sean precisos y estén actualizados en tiempo real, reflejando fielmente las condiciones de los sistemas físicos.
- **Especialista en IoT (Internet de las Cosas):** Este profesional gestiona sensores y dispositivos conectados, recopilando y analizando los datos generados. Su labor es clave para mantener la integridad del flujo de información entre el mundo físico y su gemelo digital, asegurando la precisión y actualidad de los datos.
- **Ingeniero/a en Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático (AI/ML Engineer):** Aplica modelos de inteligencia artificial y machine learning para analizar y predecir comportamientos dinámicos tanto en entornos virtuales como físicos. Mediante algoritmos avanzados, estos profesionales optimizan procesos gracias a predicciones precisas y respuestas automatizadas en tiempo real.
- **Experto/a en Ciberseguridad:** Con la creciente interconexión entre sistemas físicos y virtuales, la seguridad de los datos y las comunicaciones se vuelve prioritaria. Este perfil protege la infraestructura frente a ciberataques, monitoriza vulnerabilidades del sistema y desarrolla estrategias defensivas, incluyendo simulaciones de ataque para poner a prueba la resiliencia del sistema.
- **Desarrollador/a de Simulaciones y Científico/a de Datos (Simulation Developer and Data Scientist):** Especializados en la creación de simulaciones avanzadas y en la extracción de conocimiento a partir de datos, estos profesionales analizan la información generada por los sistemas de Gemelos Digitales, construyen modelos predictivos y generan soluciones que mejoran de forma continua productos, procesos y servicios.



## 6.3 Competencias clave requeridas

Para afrontar con éxito los retos actuales y responder a las exigencias de un mercado en rápida evolución, los profesionales deben contar con una base sólida de competencias técnicas, entre las que destacan:

- Programación (Python, Java, C++): La capacidad para desarrollar código es esencial en los perfiles vinculados a Gemelos Digitales, tanto para crear aplicaciones, modelos de simulación, como interfaces entre sistemas virtuales y físicos.
- Modelado y simulación de sistemas: Un conocimiento avanzado en modelado de sistemas complejos y creación de simulaciones virtuales que reproduzcan el comportamiento del mundo real es fundamental para garantizar la efectividad de las soluciones basadas en Gemelos Digitales.
- Ciencia de datos y visualización de información: La habilidad para recopilar, analizar e interpretar grandes volúmenes de datos, así como para comunicar los resultados de forma clara, es crucial para optimizar procesos y desarrollar estrategias basadas en datos.
- Tecnologías en la nube (AWS, Azure): El dominio de plataformas cloud es clave para la gestión de datos en tiempo real, la escalabilidad operativa y la implementación de soluciones de Gemelos Digitales que requieren una gran capacidad de procesamiento.
- Inteligencia Artificial y Aprendizaje Automático: El conocimiento de algoritmos y técnicas de IA/ML es necesario para realizar análisis predictivos y mejorar continuamente los sistemas mediante automatización inteligente.
- Redes de sensores e Internet de las Cosas (IoT): Comprender el funcionamiento de las tecnologías IoT y saber gestionar redes de sensores es fundamental para lograr una integración fluida entre dispositivos físicos y Gemelos Digitales.
- Ciberseguridad: La protección de sistemas y datos es una prioridad creciente. Por ello, disponer de competencias en ciberseguridad es esencial para prevenir amenazas y garantizar entornos seguros y resilientes frente a posibles ataques.

Con la evolución de los Gemelos Digitales y su expansión a múltiples sectores, estas competencias serán cada vez más demandadas, configurando un panorama profesional donde la colaboración interdisciplinar y la capacidad de adaptación a nuevas tecnologías serán clave para el éxito empresarial.



## 6.4 Lo que el alumnado necesita aprender para los empleos del futuro

Para preparar al alumnado de formación profesional (FP) para trabajar con gemelos digitales en entornos industriales de la Industria 4.0, los programas formativos deben combinar competencias técnicas avanzadas con habilidades transversales. Integrar tecnologías como los Gemelos Digitales requiere no solo conocimiento técnico, sino también una mentalidad crítica, flexible y adaptativa. En este contexto, los centros de FP tienen un papel clave: deben incorporar módulos específicos que preparen a los jóvenes para profesiones cada vez más demandadas, mejor remuneradas y en constante evolución.

### Competencias técnicas a desarrollar

- Programación (Python, R, Java): El alumnado debe dominar lenguajes como Python, R y Java, esenciales para desarrollar aplicaciones, gestionar datos e interactuar con modelos digitales.
- Análisis de datos, IA y aprendizaje automático: Deben aprender a analizar grandes volúmenes de datos y aplicar IA y machine learning para realizar análisis predictivos y gestionar sistemas basados en Gemelos Digitales, optimizando procesos y decisiones basadas en evidencias.
- Computación en la nube: Con las plataformas cloud como infraestructura central para gestionar datos en tiempo real, las habilidades en AWS, Microsoft Azure y otras soluciones son imprescindibles en proyectos con Gemelos Digitales.
- Automatización y robótica: Es clave formarse en automatización industrial y robótica, tecnologías vinculadas a la integración de Gemelos Digitales. Comprender sistemas automatizados y técnicas de control permite optimizar procesos productivos.
- IoT, redes y protocolos de comunicación industrial: El conocimiento de redes IoT, protocolos industriales y dispositivos conectados es esencial para que los Gemelos Digitales recopilen datos en tiempo real e interactúen con los sistemas físicos, garantizando la interoperabilidad.
- Simulación y modelado de procesos: Modelar y simular procesos industriales mediante software especializado es vital para diseñar, probar y optimizar modelos digitales. El alumnado debe practicar con herramientas de simulación para representar con precisión sistemas físicos.

### **Competencias transversales (Soft Skills)**

Además de las capacidades técnicas, las competencias transversales resultan igualmente esenciales para que el alumnado afronte con éxito los retos del mundo laboral y se adapte con agilidad a nuevos escenarios. Entre las más relevantes se encuentran:

- **Pensamiento crítico y resolución de problemas:** La capacidad de analizar problemas de forma lógica, pensar con criterio y desarrollar soluciones innovadoras es clave, especialmente cuando se trabaja con sistemas complejos como los Gemelos Digitales.
- **Colaboración y comunicación:** Saber trabajar en equipo y comunicarse con claridad es fundamental en entornos laborales cada vez más interdisciplinarios. El alumnado debe estar preparado para colaborar de forma eficaz con compañeros, ingenieros y especialistas de otros ámbitos.
- **Actitud de aprendizaje continuo:** Dado que las tecnologías y metodologías relacionadas con los Gemelos Digitales evolucionan constantemente, es imprescindible fomentar una actitud orientada al aprendizaje permanente, con disposición para actualizar conocimientos de forma regular.
- **Iniciativa y creatividad:** Se debe incentivar al alumnado a tomar la iniciativa y proponer ideas innovadoras. Un enfoque creativo y proactivo resulta esencial para afrontar nuevos retos tecnológicos y desarrollar soluciones originales basadas en Gemelos Digitales.
- **Adaptabilidad a nuevas herramientas y entornos digitales:** En un contexto de rápida evolución tecnológica, la capacidad de adaptarse a nuevos programas, herramientas y entornos digitales es indispensable. La flexibilidad y la disposición para aprender nuevas tecnologías son competencias clave en el panorama industrial actual.

### **Iniciativas para fomentar la formación continua:**

Los centros de formación profesional pueden impulsar el aprendizaje permanente y el desarrollo de competencias mediante diversas iniciativas, entre ellas:

- **Certificaciones profesionales:** Los programas de certificación reconocidos a nivel internacional, como los ofrecidos por AWS, Microsoft o Siemens, son herramientas valiosas para garantizar que el alumnado adquiere competencias alineadas con las necesidades del mercado. Estas certificaciones también mejoran la empleabilidad al proporcionar acreditaciones oficiales y reconocidas en el ámbito profesional.
- **Cursos en línea a través de plataformas como Coursera, edX y Udacity:** La oferta de formación online brinda al alumnado la posibilidad de profundizar en aspectos concretos de los Gemelos Digitales y otras tecnologías emergentes. Estas plataformas cuentan con contenidos de alta calidad, desarrollados en colaboración con universidades y empresas líderes.
- **Alianzas entre centros educativos y empresas:** Los centros de FP pueden establecer convenios de colaboración con empresas para que el alumnado participe en proyectos reales utilizando Gemelos Digitales. Esta experiencia práctica permite aplicar los conocimientos adquiridos en contextos profesionales y facilita la creación de vínculos con el entorno laboral.
- **Laboratorios virtuales y entornos de simulación:** Para reforzar el aprendizaje práctico, los centros pueden emplear laboratorios virtuales y entornos de simulación que permitan al alumnado experimentar con Gemelos Digitales en condiciones seguras y controladas. Estas herramientas proporcionan una experiencia inmersiva que facilita la familiarización con la tecnología antes de su aplicación en el mundo profesional.

Mediante una combinación de competencias técnicas y transversales, junto con oportunidades de formación continua, la formación profesional puede preparar a los jóvenes para desenvolverse con éxito en un mercado laboral cada vez más digitalizado y orientado a la innovación.

## Conclusión

Tal como se ha expuesto a lo largo de este manual, la integración de la tecnología de Gemelos Digitales en la Educación y Formación Profesional no es una moda pasajera, sino una evolución necesaria. La demanda de profesionales con competencias digitales no deja de crecer, y la capacidad de los centros formativos para ofrecer experiencias educativas innovadoras, alineadas con las necesidades del sector productivo, será clave para el éxito tanto del alumnado como de las empresas.

Los Gemelos Digitales son mucho más que réplicas virtuales: son puertas de acceso a un aprendizaje inmersivo y aplicado. A través de simulaciones, el alumnado puede enfrentarse a desafíos reales, probar soluciones en entornos seguros y desarrollar tanto competencias técnicas como habilidades transversales, como la resolución de problemas, la colaboración y el pensamiento crítico. Estas capacidades están en el núcleo de la Industria 4.0 y resultan esenciales para desenvolverse en los entornos laborales del futuro.

A lo largo de este documento hemos analizado cómo la tecnología de Gemelos Digitales puede transformar los planes formativos, reforzar los vínculos entre la educación y la industria, y apoyar nuevos modelos pedagógicos. Hemos comprobado que el diseño conjunto de itinerarios formativos con empresas da lugar a experiencias de aprendizaje más relevantes y eficaces. Los casos prácticos y ejemplos de buenas prácticas presentados ilustran los beneficios de la colaboración: mientras las empresas aportan conocimiento técnico y herramientas, los centros educativos ofrecen talento y visión pedagógica.

Sabemos también que la implementación de los Gemelos Digitales en la Formación Profesional requiere de una estrategia progresiva, con planificación, inversión y apoyo continuado. Sin embargo, los beneficios son sustanciales: mayor implicación del alumnado, mejores resultados en términos de empleabilidad y una mayor adecuación a las competencias que demandan los sectores industriales actuales. Adoptar este enfoque convierte a los centros en agentes activos dentro de los ecosistemas regionales de innovación, contribuyendo a formar una fuerza laboral adaptativa, con visión de futuro y dominio del entorno digital.

De cara al futuro, está claro que los Gemelos Digitales seguirán evolucionando, abriendo nuevas oportunidades en ámbitos como la inteligencia artificial, las operaciones remotas, la sostenibilidad y la fabricación inteligente. Para el alumnado, esto supondrá el acceso a nuevas trayectorias profesionales y opciones de aprendizaje a lo largo de su vida. Para docentes e instituciones, implicará un compromiso constante con la experimentación, el desarrollo profesional y la colaboración intersectorial.

En definitiva, este manual es tanto una hoja de ruta como una llamada a la acción. Si trabajamos conjuntamente—centros educativos, empresas, responsables políticos y profesionales de la enseñanza—podremos asegurar que la Formación Profesional no solo siga siendo pertinente, sino también visionaria. Los Gemelos Digitales nos brindan las herramientas necesarias; está en nuestras manos liberar todo su potencial en beneficio de las generaciones futuras.

[www.ditwin.eu](http://www.ditwin.eu)

Funded by the European Union. Views and opinions expressed are however those of the author(s) only and do not necessarily reflect those of the European Union or the Agenzia nazionale Erasmus+ INAPP. Neither the European Union nor the granting authority can be held responsible for them.

Project Number: 2023-1-IT01-KA220-VET-000154611



Co-funded by  
the European Union