Tecnologías habilitadoras II

¿Has recorrido alguna vez la isla de Cabrera? Desde julio de 2026 puedes hacerlo desde el móvil: el Consell de Mallorca y la Universitat de les Illes Balears (UIB) publicaron *Mallorca Digitalitzada*, una web y una app con vídeos de 360 grados, reconstrucciones 3D y realidad aumentada de 50 lugares del patrimonio, del castillo de Bellver a La Dragonera. El proyecto costó 600.000 euros de fondos europeos. ¿Eso es realidad virtual? ¿Realidad aumentada? ¿Un gemelo digital? Al final de esta página sabrás distinguirlo.

Las cinco tecnologías de la lección anterior iban sobre todo de datos. Las seis de hoy son más variadas: algunas tocan el mundo físico (robots, impresoras 3D), una conecta (5G) y otras cambian cómo vemos o cómo confiamos (realidad aumentada, gemelos digitales, cadena de bloques). Son las mejoras del final del árbol tecnológico, y la mayoría necesitan las cinco primeras como requisito previo.

Qué aprenderás

- Describir la **cadena de bloques**, la **robótica**, la **fabricación aditiva**, la **realidad aumentada y virtual**, el **5G** y los **gemelos digitales**, con sus características clave y sus límites
- Poner un ejemplo real de cada una, en la planta o en el negocio
- Leer la **ficha técnica** de un fabricante y comparar dos productos reales
- Evitar tres trampas clásicas: la cadena de bloques no es criptomoneda, el 5G no es solo «internet más rápido» y un modelo 3D no es un gemelo digital
- Decidir cuáles de las once tecnologías encajan en tu empresa, cuáles quizá y cuáles no

Cadena de bloques

> Una **cadena de bloques** (blockchain) es un registro compartido (un **libro mayor**) copiado en muchos ordenadores, donde las anotaciones se agrupan en bloques enlazados con criptografía, de modo que nadie puede cambiar una anotación pasada por su cuenta sin que los demás lo noten.

Característica	En pocas palabras
Distribuida	Muchas copias sincronizadas, no una base de datos central
Evidencia la manipulación	Cambiar un bloque antiguo rompe los enlaces y todo el mundo lo ve
Consenso	Los participantes acuerdan las nuevas anotaciones, normalmente sin una autoridad central
Contratos inteligentes	Pequeños programas guardados en la cadena que se ejecutan solos cuando se cumple una condición

Un caso real: en una prueba piloto con IBM sobre Hyperledger Fabric, la cadena de supermercados estadounidense Walmart redujo el tiempo necesario para rastrear un paquete de

mango cortado hasta su granja de **unos 7 días a 2,2 segundos**. Agricultores, envasadores, transportistas y la tienda escribían en el mismo registro.

> **Cuidado: la cadena de bloques no es una criptomoneda**
> Las criptomonedas son una aplicación de la cadena de bloques, no la tecnología en sí. Y una cadena de bloques suele ser más lenta y más cara que una base de datos normal. Solo tiene sentido cuando **varias partes que no confían del todo entre sí** deben compartir un mismo registro. Una sola empresa con su propia base de datos no la necesita.

Robótica

> La **robótica** es el diseño y el uso de máquinas programables que hacen tareas físicas, cada vez más a menudo al lado de personas.

Tipo	Cómo es	Tarea típica
Robot industrial	Rápido, preciso, con cargas pesadas; trabaja detrás de una valla o barrera de seguridad	Soldar, pintar, paletizar
Cobot (robot colaborativo)	Pensado para trabajar al lado de personas sin valla; más lento, cargas más ligeras	Empaquetar, atornillar, alimentar una máquina
Robot móvil autónomo	Se mueve solo por un edificio	Transportar mercancía en un almacén o un hospital
Dron	Vuela, normalmente con una cámara	Inspeccionar tejados, parques solares, cultivos

Los robots se describen con una **ficha técnica** (los datos técnicos del fabricante). El cobot Universal Robots UR5e, por ejemplo, levanta una **carga útil** de 5 kg con un **alcance** de 850 mm. Más cerca, el hospital de Son Espases, en Palma, usa un robot quirúrgico Da Vinci Xi, y en agosto de 2025 realizó las primeras cirugías torácicas robóticas de la sanidad pública balear.

> **Cuidado: los robots de software no son robots**
> La **RPA** (automatización robótica de procesos) es software que repite tareas basadas en reglas en una pantalla, como lo haría una persona: copiar facturas en el ERP, rellenar formularios. Es muy útil, y muchos titulados de DAM la desarrollarán, pero es software, no robótica.

Fabricación aditiva

> La **fabricación aditiva** (impresión 3D) construye un objeto añadiendo material capa a capa a partir de un modelo digital en 3D, en lugar de cortarlo de un bloque o verterlo en un molde.

Característica	Consecuencia
Capa a capa desde un fichero	Puedes enviar la pieza por correo electrónico e imprimirla lejos
Formas complejas, sin moldes	Una pieza impresa puede sustituir un conjunto de piezas
Series cortas y piezas a medida	Prototipos, recambios, prótesis
Lenta y cara a gran escala	Para un millón de piezas idénticas, el molde sigue ganando

El caso famoso: el inyector de combustible de GE Aviation para el motor a reacción LEAP. Impreso en metal como **una sola pieza en lugar de 20**, pesa un 25 % menos y es cinco veces más duradero que el modelo anterior.

Realidad aumentada y virtual

> La **realidad aumentada (RA)** añade información digital encima de lo que ves (con un móvil o unas gafas). La **realidad virtual (RV)** sustituye lo que ves por un entorno simulado (con un visor). Entre ambas, la **realidad mixta** coloca objetos digitales que interactúan con la habitación real.

	RA	RV
Qué ves	El mundo real + capas digitales	Solo el mundo simulado
Dispositivo	Móvil, tableta, gafas inteligentes	Visor
Ejemplo en la planta	Un técnico ve las instrucciones de reparación sobre la máquina	Formar a operarios en un procedimiento peligroso
Ejemplo en el negocio	La app de una tienda que muestra el sofá en tu salón	Una visita virtual a una habitación de hotel antes de reservar

Mallorca Digitalitzada mezcla varias cosas: sus vídeos de 360 grados y sus reconstrucciones 3D son experiencias virtuales que miras en una pantalla, y el proyecto incluye además contenidos de realidad aumentada en una app experimental. Límites: los dispositivos cuestan dinero, producir contenido 3D es caro y las sesiones largas cansan.

5G

> El **5G** es la quinta generación de redes móviles, definida por la Unión Internacional de Telecomunicaciones (UIT) como IMT-2020.

La UIT describe el 5G con **tres escenarios de uso**, y esas son sus características reales:

Escenario	Qué mejora	Uso
eMBB (banda ancha móvil mejorada)	Mucha más velocidad	Vídeo, trabajo en movilidad
URLLC (comunicaciones ultrafiables de baja latencia)	**Latencia** (retardo) muy baja con fiabilidad muy alta	Control remoto de máquinas, vehículos
mMTC (comunicaciones masivas entre máquinas)	Enormes cantidades de dispositivos a la vez	IoT masivo: contadores, sensores

El 5G también permite **redes privadas** dentro de una fábrica o un puerto, y la **segmentación de red** (network slicing): varias redes virtuales sobre las mismas antenas, cada una con sus propias garantías. En España, el primer servicio comercial de 5G lo lanzó Vodafone el 15 de junio de 2019 en 15 ciudades.

> **Cuidado: el 5G no es solo «internet más rápido en el móvil»**
> Para una empresa, lo interesante es la latencia y el número de dispositivos, no la velocidad de descarga. A un puerto que quiere controlar grúas a distancia le importa la URLLC; a una empresa de aguas con 100.000 contadores le importa la mMTC.

Gemelos digitales

> Un **gemelo digital** es una réplica virtual de un activo, un proceso, un edificio o una ciudad reales que **se mantiene actualizada con datos reales** (normalmente de sensores), para poder supervisarlo, simular cambios y predecir qué pasará.

Característica	En pocas palabras
Conectado a lo real	Los datos en vivo fluyen del activo al modelo
Simular antes de actuar	Pruebas un cambio en la copia, no en la fábrica
Predecir	Anticipar averías, picos, riesgos
Necesita las otras tecnologías	El IoT lo alimenta, la nube lo aloja, la IA predice con él

En el juego de construir ciudades, el gemelo digital es el juego entero: una copia viva de la ciudad en tu pantalla, alimentada por los sensores. En noviembre de 2025 el Govern de les Illes Balears anunció un *Gemelo Digital de Baleares* (unos 4,6 millones de euros) para supervisar el archipiélago en tiempo real y simular escenarios de emergencias, recursos hídricos y flujos turísticos. Era un anuncio: cuando lo cites, dilo.

> **Cuidado: un modelo 3D no es un gemelo digital**
> Una preciosa reconstrucción 3D del castillo de Bellver que nunca cambia es un modelo. Solo se convierte en gemelo cuando datos reales la mantienen sincronizada con la realidad. Esa es la prueba que hay que aplicar a *Mallorca Digitalitzada*: ¿hay algo alimentado con datos en vivo?

Las seis, una al lado de otra

Tecnología	Una característica	Un límite
Cadena de bloques	Registro compartido que evidencia la manipulación	Más lenta y cara que una base de datos
Robótica	Repite tareas físicas con precisión	Inversión, integración, seguridad de las personas
Fabricación aditiva	Piezas complejas sin moldes	Lenta y cara para grandes series
RA / RV	Capas digitales sobre la realidad / un mundo simulado	Coste de los dispositivos, creación de contenido, cansancio
5G	Baja latencia y cantidades masivas de dispositivos	Cobertura desigual, dispositivos compatibles
Gemelos digitales	Una réplica viva, alimentada con datos	Inútil sin buenos sensores y datos

En clase: detective de fichas técnicas

Cada miembro trabaja las tecnologías de hoy de su propia sección de la Entrega 2, en el navegador, y entrega una **tarjeta de tecnología** por cada tecnología en Classroom (actividad de clase, individual). **Sin herramientas de IA.**

Tecnología	Tu tarea	Entregas
5G	Abre un mapa público de cobertura como nPerf (`nperf.com`) y busca la dirección de tu empresa	Qué operadores ofrecen 5G allí, la fecha de los datos del mapa y cuál

Tecnología	Tu tarea	Entregas
		de los tres escenarios necesitaría la empresa
Gemelos digitales	Encuentra un gemelo digital real (una ciudad, un puerto, un edificio o una fábrica)	Nombre, quién, cuándo, y la prueba: ¿qué datos en vivo lo alimentan?
RA / RV	Abre `mallorcadigitalizada.com` y prueba dos recursos	Para cada uno: RA, RV, vídeo de 360° o modelo 3D, y por qué
Robótica	Abre las fichas técnicas de dos robots reales del mismo tipo (dos cobots, dos robots de almacén…) en las webs de los fabricantes	Una tabla comparativa: carga útil, alcance o velocidad, peso, tarea típica; cuál podría trabajar en tu empresa
Fabricación aditiva	Encuentra una pieza real fabricada por impresión 3D en la industria, y una pieza de tu empresa que se podría imprimir	El caso con su fuente; la pieza y por qué
Cadena de bloques	Lee un caso real de trazabilidad (el caso de Walmart en `lfdecentralizedtrust.org` es uno)	Quiénes son las partes, por qué necesitan un registro compartido y si tu empresa tiene varias partes que no confían entre sí

Cada tarjeta tiene tres campos: **qué es y tres características**, **un despliegue real con su fuente citada** y **veredicto para nuestra empresa** (encaja / quizá / no encaja, con media línea de motivo). Con los minutos que queden, el grupo rellena una tabla de las once tecnologías con el veredicto de cada una.

Para tu proyecto

Las tarjetas de hoy y de la lección anterior son los campos 1, 2 y 7 de tus fichas de tecnología de la Entrega 2. La tabla de grupo con los once veredictos es el primer borrador de la **matriz resumen** de la parte de grupo. «No encaja» es una buena respuesta si está razonada: una empresa de software difícilmente necesita fabricación aditiva, y decirlo demuestra criterio.

Ideas clave

- La **cadena de bloques** es un registro distribuido que evidencia la manipulación; solo compensa cuando varias partes que no confían entre sí comparten un mismo registro.
- La **robótica** va de **robots industriales** vallados a **cobots** que trabajan al lado de personas; la **RPA** es software, no robótica.
- La **fabricación aditiva** construye capa a capa desde un fichero: piezas complejas, a medida y de series cortas, pero lenta para grandes series.
- La **RA** añade capas al mundo real; la **RV** lo sustituye.
- El **5G** se define por tres escenarios: más velocidad, **latencia** muy baja con alta fiabilidad y cantidades masivas de dispositivos.
- Un **gemelo digital** es una réplica sincronizada con datos reales; un modelo 3D sin datos en vivo no lo es.

Comprobación rápida

1 Una bodega, sus viticultores, la planta embotelladora y el distribuidor quieren un registro compartido del origen de cada botella, y ninguno quiere que otro lo controle. ¿Qué tecnología encaja mejor?

- **A** Una hoja de cálculo en la nube de la bodega
- **B** Una cadena de bloques compartida por todas las partes
- **C** Un gemelo digital de la bodega
- **D** Un cobot en la línea de embotellado

2 ¿Cuál es la principal diferencia entre un robot industrial y un cobot?

- **A** El cobot siempre es más rápido y carga más peso
- **B** El cobot está pensado para trabajar al lado de personas sin valla, normalmente más lento y con cargas más ligeras
- **C** El cobot es software que automatiza tareas de pantalla
- **D** No hay diferencia: es un nombre comercial

3 Un varadero necesita una pieza de plástico de recambio para un motor antiguo que ya no se fabrica. ¿Qué tecnología ayuda más?

- **A** 5G
- **B** Cadena de bloques
- **C** Fabricación aditiva
- **D** Realidad virtual

4 Un técnico lleva unas gafas que le muestran el siguiente paso de la reparación encima de la máquina real. ¿Qué es?

- **A** Realidad aumentada
- **B** Realidad virtual
- **C** Un gemelo digital
- **D** Robótica

5 Para un puerto que quiere controlar grúas a distancia, ¿qué característica del 5G importa más?

- **A** La velocidad de descarga para vídeos
- **B** Latencia muy baja con fiabilidad muy alta (URLLC)
- **C** Cantidades masivas de dispositivos baratos (mMTC)
- **D** Los nuevos modelos de móvil

6 Una ciudad publica un modelo 3D detallado de su casco antiguo, hecho en 2024 y nunca actualizado. ¿Es un gemelo digital?

- **A** Sí, cualquier modelo 3D de un lugar real es un gemelo digital
- **B** No: un gemelo digital debe mantenerse actualizado con datos reales del lugar real
- **C** Sí, siempre que se pueda ver en realidad virtual
- **D** No, porque los gemelos digitales solo existen en las fábricas

7 ¿Qué afirmaciones sobre la cadena de bloques son ciertas? Elige dos.

- **A** Las criptomonedas son una aplicación de la cadena de bloques, no la tecnología en sí
- **B** Una cadena de bloques siempre es más rápida que una base de datos normal
- **C** Cambiar una anotación antigua se detecta porque los bloques están enlazados con criptografía
- **D** Una cadena de bloques necesita una autoridad central que valide cada anotación

Ya conoces las once mejoras del árbol tecnológico. La siguiente pregunta es qué sale de ellas: nuevos productos, nuevos servicios y mercados que no existían. Siguiente: Productos, servicios y mercados.

Soluciones

1. B · Varias partes que no confían del todo entre sí, un registro que nadie debería poder cambiar solo: es exactamente el caso en que una **cadena de bloques** vale lo que cuesta.

2. B · Los **robots industriales** son rápidos y fuertes pero trabajan detrás de barreras; los **cobots** sacrifican velocidad y carga a cambio de poder compartir el espacio con personas. El software que automatiza pantallas es **RPA**.

3. C · Una pieza a medida, sin molde, sin ninguna fábrica que la haga ya: un trabajo típico de **fabricación aditiva**. Alguien modela la pieza en 3D (o la escanea) y la imprime.

4. A · El técnico sigue viendo la máquina real, con información digital añadida: **realidad aumentada**. En la realidad virtual el mundo real desaparecería.

5. B · El control remoto necesita que la orden llegue casi al instante y siempre: **URLLC**. La velocidad (eMBB) y los dispositivos masivos (mMTC) son los otros dos escenarios, útiles para otros trabajos.

6. B · La prueba son los **datos en vivo**. Sin sensores que lo mantengan sincronizado, es un modelo, por bonito que sea. Hay gemelos digitales de máquinas, edificios, puertos y ciudades enteras.

7. A, C · La cadena de bloques **evidencia la manipulación** y normalmente funciona por **consenso** sin autoridad central. Es más lenta y más cara que una base de datos, y por eso solo compensa en casos concretos.