

SITUACIONES DE APRENDIZAJE

Tecnología y Digitalización

3.º ESO

10 situaciones de aprendizaje completas

Con secuencia didáctica, evaluación, rúbricas y anexos listos para usar

Índice

Presentación del cuaderno 3

Plan general del curso 5

SdA 01 **Ingeniería inversa** 6

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 12

SdA 02 **Estructuras y mecanismos para resolver** 42

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 48

SdA 03 **Electrónica para un problema real** 76

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 82

SdA 04 **CAD y fabricación digital** 109

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 114

SdA 05 **Algoritmos, apps e IA** 140

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 146

SdA 06 **Robótica autónoma** 176

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 182

SdA 07 **Objetos conectados** 212

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 218

SdA 08 **Equipo digital a punto** 244

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 250

SdA 09 **Ciberseguridad y bienestar** 276

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 282

SdA 10 **Tecnología, sociedad y ODS** 311

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 317

Créditos, fuentes y condiciones de uso 343

PRESENTACIÓN

Un cuaderno para idear, diseñar, fabricar, programar y mejorar

Este cuaderno reúne **10 situaciones de aprendizaje** completas de Tecnología y Digitalización para 3.º ESO, con un total de **70 sesiones**. Cada situación parte de una necesidad o un problema real y culmina en un producto que se diseña, se prueba, se documenta y se mejora.

Sobre este volumen

El Real Decreto 217/2022 formula de manera conjunta las competencias específicas, los criterios de evaluación y los saberes básicos de Tecnología y Digitalización para los cursos de primero a tercero. Además, establece que todo el alumnado cursará la materia en al menos uno de esos tres cursos. Este cuaderno ofrece, por tanto, una secuenciación didáctica propia para 3.º ESO, adaptable al currículo autonómico y a la programación del centro.

La propuesta distribuye de forma progresiva los cinco bloques estatales: proceso de resolución de problemas; comunicación y difusión de ideas; pensamiento computacional, programación y robótica; digitalización del entorno personal de aprendizaje; y tecnología sostenible. El reparto entre 1.º, 2.º y 3.º no se presenta como división oficial del Estado, sino como una posible secuenciación editorial.

En cada situación se separan con claridad la **transcripción oficial** de los criterios de evaluación y de los saberes básicos del Real Decreto 217/2022 y nuestra **concreción didáctica**, de modo que el cuaderno pueda integrarse sin dificultad en la programación del departamento.

Cómo está organizada cada situación

Contexto y reto
Pregunta guía, reto y producto final.

Currículo
Competencias, criterios y saberes oficiales, y su concreción.

Sesiones
Secuencia con una evidencia por sesión.

Seguridad
Recursos, riesgos, privacidad y uso responsable.

Evaluación
Instrumentos, evidencias y rúbrica.

Los diez anexos de cada situación

Cada situación incluye anexos listos para imprimir o proyectar: un dossier técnico con los datos, esquemas, especificaciones, código de ejemplo y casos necesarios; fichas de trabajo con espacio para bocetos, cálculos y pruebas; plantillas; instrumentos de evaluación y una guía docente con soluciones completas. Los del alumnado llevan cabecera para nombre, grupo y fecha.

1. Lanzamiento del reto
2. Dossier técnico
3. Fichas del alumnado
4. Plantilla del producto final
5. Lista de cotejo
6. Rúbrica imprimible
7. Autoevaluación y coevaluación
8. Refuerzo
9. Ampliación
10. Guía docente y soluciones

Claves de lectura: competencias y bloques

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE TECNOLOGÍA Y DIGITALIZACIÓN (SÍNTESIS)

CE1 Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.

CE2 Abordar problemas con autonomía, creatividad y cooperación para diseñar y planificar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles.

CE3 Aplicar con seguridad técnicas, operadores, sistemas y herramientas para construir o fabricar soluciones tecnológicas sostenibles.

CE4 Describir, representar e intercambiar ideas y soluciones con la simbología, el vocabulario y las herramientas digitales adecuadas.

CE5 Desarrollar algoritmos y aplicaciones con pensamiento computacional para resolver problemas, automatizar procesos y controlar sistemas robóticos.

CE6 Comprender el funcionamiento de los dispositivos y aplicaciones del entorno digital para usarlos de forma eficiente y segura y resolver problemas técnicos sencillos.

CE7 Hacer un uso responsable y ético de la tecnología, valorar su impacto y contribuir a un desarrollo sostenible.

Síntesis orientativa; la redacción completa de las competencias específicas figura en el Real Decreto 217/2022. Los criterios de evaluación y los saberes de cada situación se reproducen con su redacción oficial.

BLOQUES DE SABERES BÁSICOS

- **A** Proceso de resolución de problemas
- **B** Comunicación y difusión de ideas
- **C** Pensamiento computacional, programación y robótica
- **D** Digitalización del entorno personal de aprendizaje
- **E** Tecnología sostenible

SEGURIDAD, PRIVACIDAD Y USO RESPONSABLE

- Toda práctica de taller o digital debe validarse por el profesorado. Las normas del centro, manuales de los equipos, fichas de seguridad y políticas de protección de datos prevalecen sobre cualquier orientación general del cuaderno.
- Toda práctica de taller debe indicar herramientas/materiales, riesgos, EPI cuando proceda, orden/limpieza y gestión de residuos.
- Toda práctica digital debe evitar datos personales reales, credenciales, ataques reales, pagos, trámites o conexiones no autorizadas.
- Las máquinas, fuentes de energía, instalaciones del centro y redes reales solo se manipulan según formación, supervisión y normas específicas.

Base normativa: LOMLOE y Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo. Criterios de evaluación y saberes básicos se reproducen con su redacción oficial; los códigos de los saberes (A1, B2…) son internos de este cuaderno. En 1.º, 2.º y 3.º, la distribución de criterios y saberes es una propuesta editorial dentro del tramo estatal 1.º-3.º: la normativa establece que todo el alumnado curse la materia en al menos uno de esos cursos. La secuenciación es orientativa y debe adaptarse al currículo autonómico.

Plan general del curso

10 situaciones
70 sesiones en total

5 bloques
proceso de resolución de problemas · comunicación y difusión de ideas · pensamiento computacional · digitalización del entorno personal de aprendizaje · tecnología sostenible

1 Ingeniería inversa
7 sesiones · Criterios 1.1, 1.2, 4.1, 7.1
Informe de análisis de producto/sistema

2 Estructuras y mecanismos para resolver
7 sesiones · Criterios 2.1, 2.2, 3.1, 4.1
Sistema mecánico integrado

3 Electrónica para un problema real
7 sesiones · Criterios 1.2, 2.1, 3.1, 4.1
Prototipo electrónico de baja tensión

4 CAD y fabricación digital
7 sesiones · Criterios 2.1, 2.2, 4.1
Pieza CAD 3D lista para fabricación

5 Algoritmos, apps e IA
7 sesiones · Criterios 1.1, 5.1, 5.2, 7.2
Aplicación/prototipo con módulo inteligente o regla automatizada

6 Robótica autónoma
7 sesiones · Criterios 5.1, 5.3, 3.1, 4.1
Robot o simulación autónoma

7 Objetos conectados
7 sesiones · Criterios 5.3, 6.1, 7.2, 1.3
Sistema IoT simulado o prototipo local

8 Equipo digital a punto
7 sesiones · Criterios 1.2, 6.1, 6.3
Manual de diagnóstico de equipo y red

9 Ciberseguridad y bienestar
7 sesiones · Criterios 1.3, 6.1, 6.2, 6.3
Plan de ciberseguridad y bienestar para un proyecto escolar

10 Tecnología, sociedad y ODS
7 sesiones · Criterios 1.1, 2.1, 2.2, 4.1, 7.1, 7.2
Proyecto final de tecnología sostenible

01

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Ingeniería inversa

PREGUNTA GUÍA

¿Qué podemos aprender de un producto si estudiamos cómo está pensado, fabricado y usado?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · B · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE4, CE7	**PRODUCTO FINAL** Informe de análisis de producto/sistema	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.1, 1.2, 4.1, 7.1

Contexto, reto y producto

El Club de Reparación «Arreglatodo» del IES Vega del Tormes (centro ficticio) nació el curso pasado, cuando un grupo de 3.º arregló la silla coja del aula de música con un tornillo de 5 céntimos. Ahora la AMPA ha pedido al club algo más ambicioso: el próximo septiembre quiere regalar un bolígrafo retráctil a las 300 personas de 1.º a 3.º de ESO y duda entre dos modelos, uno con cuerpo reutilizable y cartucho de recambio y otro desechable más barato. Nadie ha mirado dentro de ninguno de los dos. El club necesita un informe técnico serio, de dos páginas, que ayude a decidir con datos y no con la primera impresión.

En esta situación el alumnado practica la **ingeniería inversa**: estudiar un producto ya fabricado para averiguar **cómo está pensado, de qué está hecho, cómo se fabricó y cómo se usa**. Primero elige un producto seguro y formula la pregunta de análisis; después lo **descompone en piezas y funciones** mediante un despiece físico o virtual, **investiga materiales y procesos de fabricación** contrastando fuentes, **relaciona cada decisión de diseño con un requisito**, **evalúa el ciclo de vida y la reparabilidad** con una matriz de criterios y **rediseña dos aspectos** justificando el efecto esperado. El producto final es un informe de análisis de producto que se defiende ante la clase como si fuera la reunión de la AMPA.

Reto

Elaborar y defender un informe de análisis de un producto cotidiano (despiece rotulado, materiales y fabricación, requisitos, ciclo de vida, reparabilidad y dos rediseños justificados) que permita a la AMPA decidir qué bolígrafo comprar, con datos que otro equipo pueda comprobar.

Producto final

Informe de análisis de producto/sistema.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE1** Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.
- **CE4** Describir, representar e intercambiar ideas y soluciones con la simbología, el vocabulario y las herramientas digitales adecuadas.
- **CE7** Hacer un uso responsable y ético de la tecnología, valorar su impacto y contribuir a un desarrollo sostenible.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

1.1 Definir problemas o necesidades planteadas, buscando y contrastando información procedente de diferentes fuentes de manera crítica, evaluando su fiabilidad y pertinencia.

1.2 Comprender y examinar productos tecnológicos de uso habitual a través del análisis de objetos y sistemas, empleando el método científico y utilizando herramientas de simulación en la construcción de conocimiento.

4.1 Representar y comunicar el proceso de creación de un producto desde su diseño hasta su difusión, elaborando documentación técnica y gráfica con la ayuda de herramientas digitales, empleando los formatos y el vocabulario técnico adecuados, de manera colaborativa, tanto presencialmente como en remoto.

7.1 Reconocer la influencia de la actividad tecnológica en la sociedad y en la sostenibilidad ambiental a lo largo de su historia, identificando sus aportaciones y repercusiones y valorando su importancia para el desarrollo sostenible.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
A2	Estrategias de búsqueda crítica de información durante la investigación y definición de problemas planteados.
A3	Análisis de productos y de sistemas tecnológicos: construcción de conocimiento desde distintos enfoques y ámbitos.
A7	Materiales tecnológicos y su impacto ambiental.
E1	Desarrollo tecnológico: creatividad, innovación, investigación, obsolescencia e impacto social y ambiental. Ética y aplicaciones de las tecnologías emergentes.
B4	Herramientas digitales para la elaboración, publicación y difusión de documentación técnica e información multimedia relativa a proyectos.

Concreción didáctica en esta situación

- A2 · Búsqueda crítica: comparar el origen, la fecha y la comprobabilidad de afirmaciones sobre el producto y descartar las que no se pueden contrastar.
- A3 · Análisis de productos: función, usuarios, despiece, mecanismo (pulsador, rotor, muelle), materiales, procesos de fabricación y uniones, desde los enfoques funcional, técnico, económico y ambiental.
- A7 · Materiales y su impacto: poliestireno, polipropileno, poliamida, acero y latón; densidad ($\rho = m / V$), códigos de reciclaje y separación de metales y plásticos.
- E1 · Desarrollo tecnológico: obsolescencia, reparabilidad, residuos electrónicos y normativa europea sobre ecodiseño y derecho a reparar; ética del diseño de usar y tirar.
- B4 · Documentación: informe técnico con despiece rotulado, tablas con unidades, cálculos y fuentes citadas, elaborado con un procesador de textos o una presentación y compartido en la nube del centro.

Objetivos didácticos

- Descomponer un producto cotidiano en piezas y funciones mediante un despiece físico seguro o virtual, rotulando el esquema y registrando masas y materiales.
- Contrastar fuentes técnicas, distinguiendo datos comprobables de opiniones, y usar la densidad y los porcentajes en masa para describir los materiales del producto.
- Relacionar cada decisión de diseño (material, forma, unión) con un requisito que el producto debe cumplir.
- Valorar la reparabilidad y el impacto ambiental con una matriz de criterios, comparando costes y residuos de dos modelos a lo largo de varios cursos.
- Proponer y justificar dos rediseños con su efecto esperable y su riesgo, y comunicarlos en un informe técnico con vocabulario y unidades correctos.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Elegimos un producto seguro y formulamos la pregunta de análisis a partir del encargo del Club de Reparación

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, lectura del encargo (F1), tabla de selección de producto seguro y pregunta de análisis con las magnitudes que se medirán.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Descomponemos función y partes mediante despiece físico o virtual

Evidencia: Ficha 2: lista de seguridad, esquema rotulado (F2), tabla de piezas con material, unión y masa, y explicación del recorrido del movimiento.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Investigamos materiales y proceso de fabricación contrastando fuentes

Evidencia: Ficha 3: relación pieza-proceso, volúmenes calculados con la densidad (F4), porcentaje en masa de plásticos y metales y valoración de tres fuentes.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Relacionamos requisitos y decisiones de diseño y comparamos costes

Evidencia: Ficha 4: tabla decisión-requisito, cinco requisitos medibles y comparación de costes a 1, 2 y 3 cursos (F8).

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Evaluamos el ciclo de vida y la reparabilidad del producto

Evidencia: Ficha 5: matriz de reparabilidad puntuada con evidencias, residuos de 300 personas en 3 cursos, cálculo con datos de residuos electrónicos y tabla del ciclo de vida (F5).

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Rediseñamos dos aspectos y revisamos el informe entre equipos

Evidencia: Ficha 6: dos rediseños con efecto y riesgo, boceto, cálculo del cambio de masa y revisión cruzada del informe.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentamos el informe técnico y lo defendemos; evidencia individual con un producto nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: análisis individual de un sacapuntas de bolsillo (porcentajes, reparabilidad y dos mejoras).

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Formulación de la pregunta de análisis a partir del encargo del Club (F1), elección razonada de un producto seguro y valoración de la fiabilidad de tres fuentes distinguiendo datos de opiniones.	Fichas 1 y 3 / lista de cotejo y rúbrica
1.2	Despiece rotulado con piezas, funciones, materiales y masas, explicación del mecanismo del «clic» y cálculos de volumen y porcentaje en masa con la densidad.	Fichas 2, 3 y 5 y plantilla (Anexo 4) / observación sistemática y rúbrica
4.1	Informe técnico con esquema rotulado, tablas con unidades, cálculos, fuentes citadas y presentación oral de dos minutos con vocabulario técnico (pieza, material, unión, requisito, reparabilidad).	Plantilla (Anexo 4) y defensa / rúbrica
7.1	Valoración del ciclo de vida, la reparabilidad y la obsolescencia con la matriz de F8, los residuos de 300 personas y los datos de residuos electrónicos y normativa europea (F5 y F9).	Fichas 5 y 6 / lista de cotejo y rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Formula una pregunta de análisis clara a partir del encargo, relaciona cada decisión de diseño importante con un requisito medible y justifica la comparación de modelos con datos.	Formula la pregunta y relaciona la mayoría de las decisiones de diseño con requisitos, con justificación suficiente.	La pregunta es vaga o solo relaciona algunas decisiones con requisitos sin justificarlas.	No parte del encargo ni relaciona las piezas con requisitos.
Funcionamiento / evidencia	El análisis se valida con evidencias trazables: la suma de masas coincide con la masa total (error menor de 0,3 g), el mecanismo se explica con el recorrido del movimiento y los cálculos son correctos y con unidades.	El despiece y los cálculos son correctos en lo esencial y el mecanismo se explica con alguna imprecisión.	Faltan piezas o medidas, o hay errores de cálculo que no se detectan.	No hay despiece ni medidas, o los datos no se corresponden con el producto.
Documentación técnica	El esquema está rotulado con todas las piezas numeradas, las tablas tienen unidades y el informe cita fuentes: otro equipo podría repetir el análisis.	Documentación suficiente, con alguna pieza, unidad o fuente sin indicar.	El esquema o las tablas están incompletos y cuesta seguir el análisis.	Documentación insuficiente para comprender el análisis.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Desmonta con gafas y bandeja siguiendo el protocolo, puntúa la reparabilidad criterio a criterio, cuantifica residuos y costes y propone mejoras que reducen el impacto sin perder seguridad ni accesibilidad.	Cumple las normas de desmontaje y valora la reparabilidad y los impactos principales.	Necesita recordatorios de seguridad o trata el impacto ambiental de forma superficial.	Incumple las normas de desmontaje o ignora el impacto del producto.
Iteración y cooperación	Propone dos rediseños con efecto cuantificado y riesgo, incorpora la revisión cruzada de otro equipo y reparte los roles con claridad.	Propone dos rediseños razonados y coopera adecuadamente.	Los rediseños son superficiales o la cooperación es irregular.	No revisa el informe ni propone mejoras, o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo: 1 producto autorizado y sin energía (bolígrafo retráctil de pulsador; alternativas: pinza de madera, tijeras escolares, sacapuntas de bolsillo), bandeja o caja de cartón para las piezas y bolsa de cierre para guardarlas.
- Medida y observación: báscula de precisión de 0,1 g, calibre o regla milimetrada, lupa o microscopio de bolsillo, imán pequeño, gafas de protección y hojas de registro del Anexo 3.
- Digital: tableta o portátil del centro para fotografiar el despiece (sin rostros), dibujar el esquema rotulado y redactar el informe; despiece virtual del Anexo 2 si no se puede desmontar.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Solo se desmontan objetos autorizados por el docente, sin pilas, baterías, cables ni conexión a la red (nunca cargadores, móviles ni juguetes electrónicos). Se trabaja dentro de una bandeja con gafas de protección porque un muelle comprimido puede salir disparado; el cartucho se manipula por el tubo y la tinta se limpia con papel. Si una pieza no se abre sin romperla, no se fuerza: se usa el despiece virtual y se anota como dato de baja reparabilidad.

Interdisciplinariedad: Física y Química (densidad, masa, fuerzas y palanca del muelle) y Economía (coste por uso, coste de ciclo de vida y consumo responsable).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Producto común y ficha de análisis estructurada.

Ampliación

Anexo 9

Comparar generaciones del mismo producto y estudiar evolución/obsolescencia.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

El Club de Reparación «Arreglatodo» tiene un encargo urgente: la AMPA quiere comprar 300 bolígrafos retráctiles y no sabe si elegir el modelo recargable o el desechable. Pulsas, hace «clic», escribes… y ya está. Pero ¿qué pasa dentro cuando haces clic? ¿De qué está hecho cada trocito y cómo se fabrica? ¿Se puede arreglar o acaba en la basura a los dos meses? Durante siete sesiones seréis ingenieras e ingenieros inversos: abriréis un producto con cuidado, pesaréis sus piezas, calcularéis materiales, puntuaréis su reparabilidad y rediseñaréis dos aspectos. Vuestro informe decidirá qué se compra.

> *«¿Qué podemos aprender de un producto si estudiamos cómo está pensado, fabricado y usado?»*

Vuestro reto

Elaborar y defender un informe de análisis de un producto cotidiano (despiece rotulado, materiales y fabricación, requisitos, ciclo de vida, reparabilidad y dos rediseños justificados) que permita a la AMPA decidir qué bolígrafo comprar, con datos que otro equipo pueda comprobar.

Lo que vais a producir

Informe de análisis de producto/sistema.

Seguridad. Solo se desmontan objetos autorizados por el docente, sin pilas, baterías, cables ni conexión a la red (nunca cargadores, móviles ni juguetes electrónicos).

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Leemos el encargo del Club, elegimos un producto seguro y escribimos nuestra pregunta de análisis.
2. Despiezamos el producto con gafas y bandeja, rotulamos el esquema y pesamos cada pieza.
3. Investigamos materiales y fabricación, calculamos volúmenes y porcentajes y contrastamos fuentes.
4. Relacionamos cada decisión de diseño con un requisito y comparamos los costes de dos modelos.
5. Puntuamos la reparabilidad, calculamos residuos y analizamos el ciclo de vida.
6. Rediseñamos dos aspectos y revisamos el informe de otro equipo.
7. Defendemos el informe ante la clase y analizamos, cada uno, un producto nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Descomponer un producto cotidiano en piezas y funciones mediante un despiece físico seguro o virtual, rotulando el esquema y registrando masas y materiales.
- Contrastar fuentes técnicas, distinguiendo datos comprobables de opiniones, y usar la densidad y los porcentajes en masa para describir los materiales del producto.
- Relacionar cada decisión de diseño (material, forma, unión) con un requisito que el producto debe cumplir.
- Valorar la reparabilidad y el impacto ambiental con una matriz de criterios, comparando costes y residuos de dos modelos a lo largo de varios cursos.
- Proponer y justificar dos rediseños con su efecto esperable y su riesgo, y comunicarlos en un informe técnico con vocabulario y unidades correctos.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

Todo lo necesario para analizar un producto sin buscar fuera: el encargo del Club, el despiece del bolígrafo y su lista de piezas con masas, la tabla de materiales y densidades, el ciclo de vida con datos de residuos, el protocolo de desmontaje seguro, un ejemplo resuelto con una pinza de madera, la matriz de reparabilidad con los precios de los dos modelos, una cronología y un glosario.

F1 El encargo de la AMPA al Club de Reparación

ESTUDIO DE CASO

Para: Club de Reparación «Arreglatodo», IES Vega del Tormes. **De:** AMPA. **Asunto:** bolígrafos para el curso que viene.

«Queremos regalar a cada estudiante de 1.º a 3.º de ESO (300 personas) un bolígrafo retráctil de pulsador. Tenemos dos ofertas. El **modelo A** tiene cuerpo reutilizable, se abre por el cono y admite un cartucho de recambio. El **modelo B** es desechable: el cuerpo viene cerrado y, cuando se acaba la tinta, se tira entero. No sabemos cuál conviene. Necesitamos un informe de dos páginas que nos diga:»

1. **Cómo funciona** el bolígrafo y qué hace cada pieza.
2. **De qué está hecho** y cómo se fabrica cada parte.
3. **Qué requisitos** debe cumplir un bolígrafo escolar y qué decisiones de diseño los resuelven.
4. **Cuánto cuesta** de verdad a lo largo de tres cursos y **cuántos residuos** genera.
5. **Qué tan reparable** es y qué dos cosas mejoraríais.

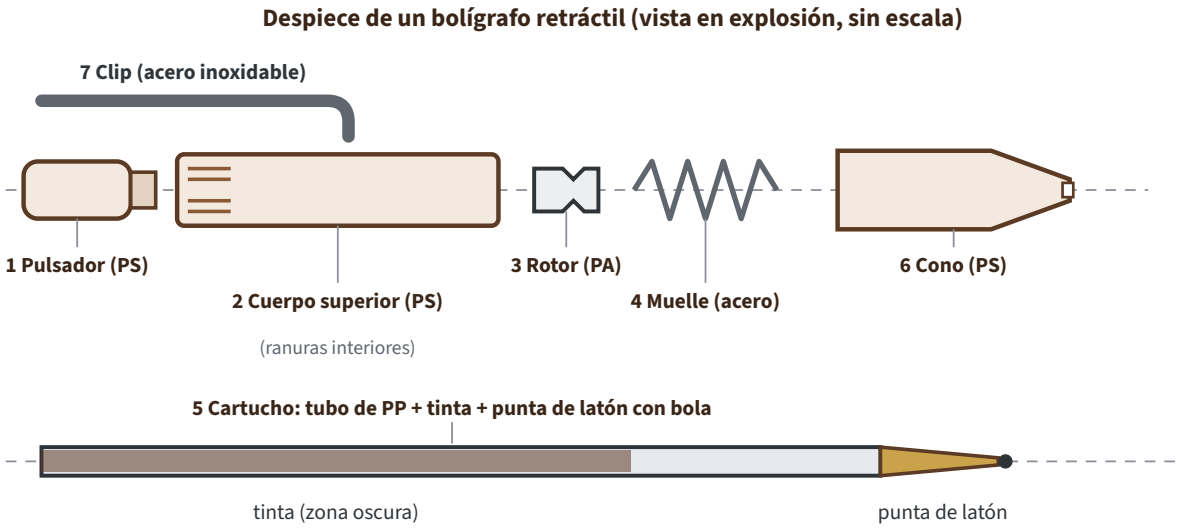
«Las piezas se desmontan solo si el objeto está autorizado, sin pilas ni electricidad. Gracias, el club.»

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno. El centro, el club y los precios son inventados.

Subraya en el encargo las cinco cosas que hay que averiguar. ¿Qué dos números necesitarás medir en el producto para responder a las preguntas 2 y 4?

F2 Despiece de un bolígrafo retráctil y cómo funciona el «clic»

ESQUEMA



Cómo funciona el «clic». Al pulsar el pulsador (1), este empuja el rotor (3) y el cartucho (5) hacia la punta, comprimiendo el muelle (4). El rotor tiene dientes inclinados que giran un paso al subir y encajan en las ranuras interiores del cuerpo (2): así queda **bloqueado** con la punta fuera. Al pulsar una segunda vez, el rotor gira otro paso, se **desengancha** de las ranuras y el muelle, que estaba comprimido, empuja el cartucho hacia arriba: la punta se **retrae** dentro del cono (6). Un solo pulsador, dos posiciones estables.

El clip (7) no interviene en el movimiento: sirve para sujetar el bolígrafo al bolsillo o al cuaderno.

Fuente: Esquema de elaboración propia de un modelo genérico de bolígrafo retráctil de pulsador (sin marca). Las formas varían de un modelo a otro.

¿Qué pieza guarda la «memoria» de si el bolígrafo está fuera o dentro? ¿Qué ocurriría si se rompiera el muelle?

F3 Lista de piezas del bolígrafo de referencia (modelo genérico)

DATOS

N.º	Pieza	Función	Material	Proceso de fabricación	Masa (g)
1	Pulsador	Recibe la fuerza del dedo	PS	Moldeo por inyección	0,9
2	Cuerpo superior	Aloja el mecanismo y guía el rotor con sus ranuras	PS	Moldeo por inyección	2,6
3	Rotor	Gira un paso en cada pulsación y bloquea o libera el cartucho	PA	Moldeo por inyección	0,3
4	Muelle	Devuelve el cartucho a la posición retraída	Acero	Arrollado de alambre	0,4
5a	Tubo del cartucho	Contiene la tinta	PP	Extrusión	0,8
5b	Punta con bola	Reparte la tinta al escribir	Latón (bola de carburo)	Torneado y engastado	0,5
5c	Tinta	Deja el trazo	Tinta de base aceite	Mezcla y llenado	0,9
6	Cono	Guía la punta y cierra el cuerpo	PS	Moldeo por inyección	1,4
7	Clip	Sujeta el bolígrafo al bolsillo	Acero inoxidable	Estampado y doblado	0,6
Total					**8,4**

Cómo se usa: la suma de las masas de todas las piezas debe coincidir con la masa del bolígrafo entero, pesado antes de desmontarlo. Una diferencia menor de 0,3 g se considera un error de medida aceptable (la tinta y el polvo pueden variar la balanza).

Fuente: Datos ilustrativos de un modelo genérico, creados para este cuaderno y redondeados a 0,1 g; las masas de tu producto real pueden variar. PS = poliestireno; PP = polipropileno; PA = poliamida.

F4 Materiales de los productos de aula: densidad y reciclado

DATOS

Material	Densidad (g/cm³)	Código de reciclaje	Propiedades útiles	Proceso habitual	Dónde aparece
Poliestireno (PS)	1,05	6	Rígido, fácil de colorear o dejar transparente, frágil	Moldeo por inyección	Cuerpo, cono, pulsador
Polipropileno (PP)	0,90	5	Flexible, resiste la fatiga y los productos químicos	Inyección o extrusión	Tubo del cartucho, mangos de tijeras
Poliamida o nailon (PA)	1,14	7 (otros)	Duro, baja fricción, resiste el desgaste	Moldeo por inyección	Rotor
Acero	7,85	Metal: se separa con un imán	Resistente y elástico; el inoxidable no se oxida	Arrollado, estampado, doblado	Muelle, clip, hoja de tijera
Latón	8,5	Metal: no es imantable	Fácil de mecanizar, resiste el desgaste	Torneado	Punta del cartucho
Madera de haya	0,70	Material renovable	Ligera y resistente, se puede reparar y compostar	Corte y mecanizado	Pinza de madera

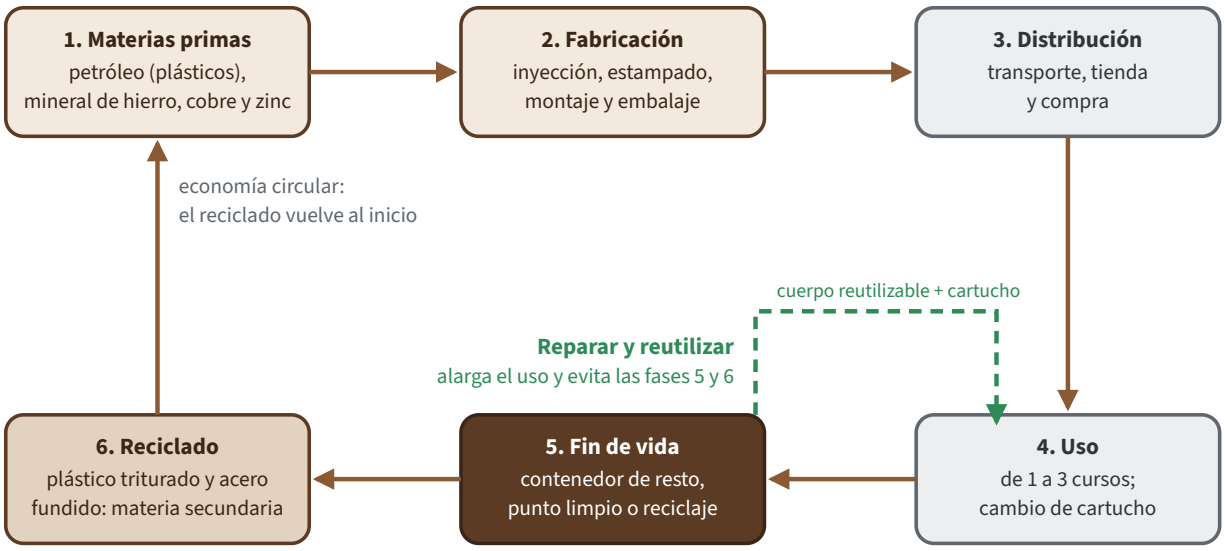
Densidad: ρ = m / V, de modo que **V = m / ρ**. Con la masa en gramos y la densidad en g/cm³, el volumen sale en cm³.

Los códigos de reciclaje (1 a 7) identifican el tipo de plástico para clasificarlo en las plantas de tratamiento; **no significan** que el objeto pueda tirarse al contenedor de envases ni que se vaya a reciclar. Mezclar plásticos y metales en una sola pieza dificulta separar los materiales.

Fuente: Tabla de elaboración propia con valores típicos de densidad de materiales habituales (varían algo entre fabricantes). Los números del código de reciclaje siguen el sistema de identificación de resinas plásticas.

F5 Ciclo de vida de un producto y datos de residuos electrónicos

ESQUEMA



Datos de residuos electrónicos (2022): en el mundo se generaron **62 millones de toneladas (Mt)** de residuos de aparatos eléctricos y electrónicos; solo el **22,3 %** se documentó como recogido y reciclado de forma adecuada. Se prevén **82 Mt en 2030**. Entre las causas, el informe señala las pocas opciones de reparación.

Qué mide cada etapa: en 1 y 2 se gastan materias primas y energía; en 3, transporte; en 4, el uso y el mantenimiento; en 5 y 6, lo que ocurre cuando el producto deja de servir. Cuanto más se alarga la fase 4 (uso), menos residuos aparecen en la fase 5.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Datos de residuos: Global E-waste Monitor 2024 (UNITAR/UIT), que recoge cifras de 2022.

¿En qué fase decide el diseño del producto si se podrá reparar? ¿Qué flecha del esquema representa la economía circular?

F6 Protocolo de despiece seguro de un producto autorizado

PROTOCOLO

Material y herramientas: producto autorizado (bolígrafo retráctil de pulsador u otro objeto mecánico sin energía), bandeja o caja de cartón con borde, báscula de 0,1 g, calibre o regla milimetrada, lupa, imán pequeño, hoja de registro, tableta para fotos (sin rostros) y bolsa de cierre.

Equipo de protección y riesgos: gafas de protección durante todo el desmontaje, porque el muelle comprimido puede salir disparado. Riesgo de pinchazos con la punta del cartucho y de manchas de tinta. Nunca se desmonta nada con pilas, baterías, cables, cargadores o conexión a la red de 230 V, ni se abren dispositivos electrónicos.

Procedimiento:

1. Pide al docente que confirme que el producto está autorizado.
2. Colócate las gafas y trabaja sobre la bandeja, con la mesa despejada.
3. Fotografía y dibuja el producto montado; pésalo entero y apunta la masa (g).
4. Pulsa varias veces y observa qué se mueve, qué bloquea y qué hace «clic».
5. Desmonta con las manos (el cono suele desenroscarse o desencajarse), cubriendo el muelle con la palma. Si una pieza no sale sin romper nada, para: no se fuerza. Anota «unión no desmontable».
6. Ordena las piezas en el orden en que salen y numéralas según F2.
7. Pesa y mide cada pieza; con el imán comprueba cuáles son de acero.
8. Vuelve a montar en orden inverso y comprueba que funciona.
9. Suma las masas de las piezas y compáralas con la masa del bolígrafo entero (error aceptable: menos de 0,3 g).

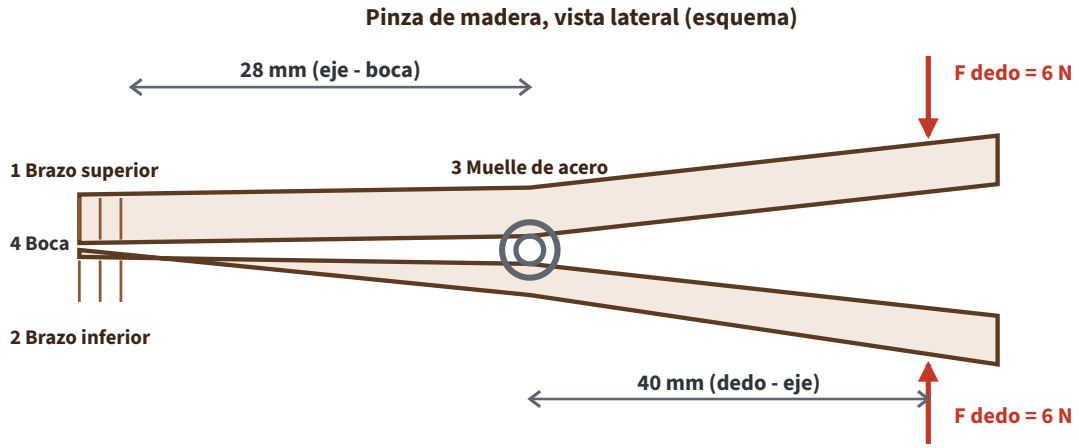
Limpieza y residuos: limpia la tinta con papel; guarda las piezas en la bolsa para el Club de Reparación; las piezas rotas, al contenedor de resto; el papel manchado, al de papel solo si no está empapado de tinta.

Resultado esperable: producto montado y funcionando, tabla de piezas completa y diferencia de masas menor de 0,3 g.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F7 Ejemplo resuelto: análisis de una pinza de madera

ESQUEMA



Paso 1 · Función y usuarios. Sujeta la ropa tendida al cordel sin que se la lleve el viento. Usuarios: cualquier persona, con una sola mano.

Paso 2 · Despiece. Tres piezas: dos brazos de **madera de haya** (6 g cada uno) y un **muelle de acero** (1 g). Masa total: 6 + 6 + 1 = **13 g**.

Paso 3 · Materiales. Madera: 12 g de 13 g, es decir, 12 / 13 × 100 = **92,3 %** de la masa. Acero: 1 / 13 × 100 = **7,7 %**.

Paso 4 · Requisito y decisión. Requisito: «agarra con firmeza y se abre con una mano». Decisión: muelle de acero que mantiene la boca cerrada y brazos largos para abrirla. Es una **palanca de primer género** con el eje en el muelle: si cada dedo aplica 6 N a 40 mm del eje, la boca aprieta con F = 6 × 40 / 28 = **8,6 N** (cuando la fuerza de los dedos solo equilibra el muelle).

Paso 5 · Fabricación y coste. Madera cortada y mecanizada; el muelle se arrolla y se encaja. Un paquete de 24 pinzas cuesta 2,40 €: **0,10 € por pinza**; si dura 5 años, 0,02 € al año.

Paso 6 · Ciclo de vida y reparabilidad. Se desmonta a mano y los materiales se separan (madera y acero con imán). Si el muelle salta, se puede recolocar. Reparabilidad alta. La madera de gestión forestal responsable es renovable y compostable.

Paso 7 · Mejora. Añadir una goma antideslizante en la boca para sujetar mejor sin aumentar la fuerza del muelle (riesgo: mezclar materiales y dificultar el reciclado).

Fuente: Caso didáctico de elaboración propia con datos ilustrativos (masas y precio inventados, redondeados).

¿Cuánto aprieta la boca si cada dedo aplica 9 N? ¿Qué cambiaría en el análisis si el muelle estuviera pegado a los brazos?

F8 Matriz de reparabilidad y datos de los modelos A y B

DATOS

Criterio	0 puntos	1 punto	2 puntos	Modelo A	Modelo B
Desmontaje	Hay que romper algo	Con una herramienta sencilla	A mano, sin herramientas	2	0
Uniones	Pegadas o soldadas por ultrasonidos	Clips que se rompen al abrir	Rosca o encaje reversible	2	0
Recambios	No se venden	Solo se vende el conjunto	Se vende la pieza clave	2	0
Materiales separables	Mezclados e inseparables	Algunos se separan	Todos se separan a mano	1	1
Información	Sin marcado ni instrucciones	Código de plástico marcado	Código y guía de despiece	1	0
Piezas críticas (muelle, rotor)	No sustituibles	Sustituibles con dificultad	Sustituibles con facilidad	1	0
Total (máximo 12)				**9**	**1**

Clase de reparabilidad: de 0 a 4 puntos, **baja**; de 5 a 8, **media**; de 9 a 12, **alta**.

Datos de los modelos (ilustrativos): ambos pesan 8,4 g y el cartucho pesa 2,2 g (tubo 0,8 g + punta 0,5 g + tinta 0,9 g). Cada cartucho rinde unos 1 200 m de escritura. Consumo estimado: **3 cartuchos por estudiante y curso**.

- **Modelo A (cuerpo reutilizable):** 0,85 € el bolígrafo; cartucho de recambio, 0,20 €.
- **Modelo B (desechable):** 0,35 € por unidad; cuando se acaba la tinta se tira entero (8,4 g).

Fuente: Matriz de elaboración propia, inspirada en los criterios de los índices de reparabilidad. Los precios, consumos y masas de los modelos A y B son datos ilustrativos creados para este cuaderno.

Con estos datos, ¿cuál es el coste de un estudiante en un curso con cada modelo? ¿Y en tres cursos?

F9 De la bola de escribir al derecho a reparar

CRONOLOGÍA

1888	El estadounidense John J. Loud patenta un bolígrafo de bola rudimentario; no llega a comercializarse con éxito.
1938	László Bíró, con su hermano György (químico), patenta en el Reino Unido un bolígrafo con tinta de secado rápido y bola giratoria.
Años 1950	El bolígrafo se abarata, se populariza el modelo desechable y aparecen los retráctiles de pulsador.
2022	Se generan 62 Mt de residuos electrónicos en el mundo y solo se documenta el reciclaje del 22,3 % (Global E-waste Monitor 2024).
20 jun 2025	Se aplican en la UE los requisitos de ecodiseño y la etiqueta de móviles y tabletas (Reglamentos (UE) 2023/1670 y 2023/1669): piezas críticas durante 7 años, 5 años de actualizaciones y baterías con 800 ciclos al 80 % de capacidad.
31 jul 2026	La Directiva (UE) 2024/1799 fijó el 31 de julio de 2026 como fecha límite para que los Estados miembros adoptasen y aplicasen sus medidas nacionales sobre el derecho a reparar. El estado de la transposición española debe comprobarse en la normativa vigente.

Fuente: Cronología de elaboración propia a partir de datos históricos del bolígrafo, del Global E-waste Monitor 2024 y de la Comisión Europea. El estado de la transposición española debe comprobarse en la normativa vigente.

F10 Glosario del análisis de productos

GLOSARIO

Ingeniería inversa	Estudio de un producto ya fabricado para averiguar cómo funciona, de qué está hecho y cómo se fabricó.
Despiece	Descomposición de un producto en sus piezas, representada en un esquema con las piezas separadas y numeradas.
Función	Lo que debe hacer una pieza o un producto para satisfacer una necesidad.
Requisito	Condición que debe cumplir el producto y que se puede comprobar con una medida o una prueba.
Densidad	Masa por unidad de volumen de un material ($\rho = m / V$); se expresa en g/cm^3.
Moldeo por inyección	Proceso en el que se inyecta plástico fundido en un molde que se enfría y se abre para sacar la pieza.
Reparabilidad	Facilidad con la que un producto se puede abrir, diagnosticar y arreglar sin dañarlo.
Obsolescencia	Pérdida de utilidad de un producto por desgaste, moda, falta de recambios o diseño que no permite repararlo.
Ciclo de vida	Conjunto de etapas de un producto: materias primas, fabricación, distribución, uso y fin de vida.
Economía circular	Modelo que reduce residuos reparando, reutilizando y reciclando para que los materiales vuelvan al ciclo.
Residuo electrónico	Aparato eléctrico o electrónico que se desecha; contiene metales valiosos y sustancias que requieren tratamiento específico.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

FICHA 1 Elegimos un producto seguro

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, lee el encargo del Club (F1) y decide qué producto vais a analizar.

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

La ingeniería inversa consiste en…

◯ inventar un producto nuevo desde cero ◯ copiar un producto para venderlo más barato

◯ estudiar un producto ya fabricado para entender cómo funciona y cómo se hizo

La obsolescencia de un producto significa…

◯ que sube de precio con el tiempo ◯ que deja de ser útil o se sustituye antes de lo necesario

◯ que se fabrica con materiales reciclados

¿Cuál de estos productos NO debe desmontarse en clase?

◯ un cargador de móvil conectado a la red ◯ una pinza de la ropa ◯ un bolígrafo retráctil

Un dato técnico es más fiable si…

◯ indica quién lo mide, cómo y cuándo, y se puede comprobar ◯ lo dice mucha gente en un foro

◯ aparece en un anuncio con letras grandes

2 **Lee el encargo (F1). ¿Qué decisión debe tomar la AMPA, qué cinco cosas pide averiguar el Club y qué dos magnitudes mediréis en el producto?**

_____

_____

_____

_____

_____

3 **Selección de producto. Valora cada candidato y decide si es seguro para analizarlo en clase.**

Candidato	¿Lleva pilas, batería o cables?	¿Se abre a mano, sin riesgo?	Decisión (sí/no) y motivo
Bolígrafo retráctil			
Linterna de pilas			
Pinza de madera			
Cargador USB de pared			
Sacapuntas de bolsillo			

4 **Escribid la pregunta de análisis de vuestro equipo («¿Qué podemos averiguar de… para decidir…?») y las tres magnitudes que mediréis.**

FICHA 2 Descomponemos función y partes

SESIÓN 2

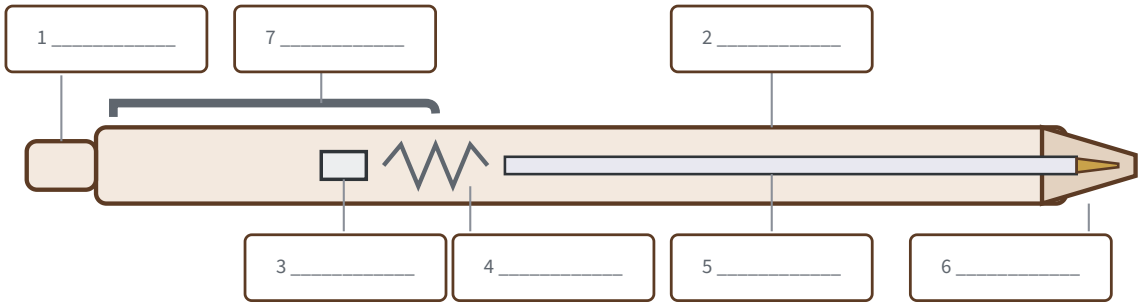
Usa el protocolo (F6) y el despiece (F2). Antes de desmontar, completa la lista de seguridad.

1 **Lista de seguridad. Lee F6 y marca cada norma cuando todo el equipo la haya entendido.**

- [ ] El docente ha confirmado que nuestro producto está autorizado (sin pilas ni cables).
- [ ] Llevamos puestas las gafas de protección.
- [ ] Trabajamos sobre la bandeja, con la mesa despejada.
- [ ] Cubrimos el muelle con la palma al abrir el producto.
- [ ] Si una pieza no sale sin romper nada, no la forzamos.
- [ ] Guardamos las piezas en la bolsa y limpiamos la tinta.

2 Completa el esquema del bolígrafo montado: escribe en cada recuadro el nombre de la pieza (usa F2) y el material.

Bolígrafo montado (en posición retraída)



3 Despiece de vuestro producto. Anotad cada pieza al desmontar y pesadla. Después comparad la suma de masas con la masa del producto entero.

N.º	Pieza	Función	Material (observado)	Unión con otras piezas	Masa (g)

4 **Con F2, explica con tus palabras qué ocurre en el rotor, el muelle y el cartucho cuando pulsas una vez y cuando pulsas por segunda vez.**

FICHA 3 Materiales y fabricación

SESIÓN 3

Usa la lista de piezas (F3) y la tabla de materiales (F4).

1 **Relaciona cada pieza con el proceso con el que se fabrica.**

1	Cuerpo superior de PS	a	Moldeo por inyección
2	Muelle de acero	b	Estampado y doblado de una chapa
3	Clip de acero inoxidable	c	Arrollado de un alambre
4	Punta de latón con bola	d	Torneado de una barra metálica

2 **Calcula el volumen de cada pieza con V = m / ρ (densidades de F4).**

Pieza	Material	Masa (g)	Densidad (g/cm³)	Volumen (cm³)
Pulsador	PS	0,9		
Cuerpo superior	PS	2,6		
Muelle	Acero	0,4		
Punta del cartucho	Latón	0,5		

3 **Con los datos de F3, calcula el porcentaje en masa de los plásticos (PS, PA y PP) y de los metales (acero y latón). ¿Qué material domina y qué consecuencia tiene para separar y reciclar el producto?**

4 **Contrastar fuentes. Valora estas tres afirmaciones: marca si es dato (D) u opinión (O), si es fiable (F) o no (N) y por qué.**

Afirmación y procedencia	Du O	Fo N	Motivo
«El poliestireno tiene una densidad de 1,04 a 1,06 g/cm³.» Ficha técnica de un fabricante de plástico, con fecha y método de ensayo.			
«Los bolis de plástico duran toda la vida y son lo mejor.» Comentario anónimo en un foro.			
«Los plásticos con código 7 no se pueden reciclar nunca.» Blog personal, sin fecha ni fuentes.			

FICHA 4 Requisitos y decisiones de diseño

SESIÓN 4

Piensa como la persona diseñadora: cada pieza existe porque resuelve un requisito. Usa F2, F3 y F8.

1 **Completa la tabla decisión-requisito de un bolígrafo retráctil.**

Decisión de diseño	Requisito que resuelve	¿Qué pasaría si se cambiara?
Muelle de acero		
Clip metálico		
Cuerpo de poliestireno		
Rotor de poliamida		
Cono desmontable (modelo A)		

2 **Escribe cinco requisitos medibles que debe cumplir un bolígrafo escolar (usuario: estudiante de 3.º ESO) y cómo comprobarías cada uno.**

N.º	Requisito	¿Cómo se comprueba?
1		
2		
3		
4		
5		

3 **Comparación de costes con F8. Calcula cuánto cuesta cada modelo por estudiante tras 1, 2 y 3 cursos (3 cartuchos por curso) e indica cuál es más barato.**

Cursos	Coste modelo A (€)	Coste modelo B (€)	Más barato
1			
2			
3			

4 **Un compañero dice: «Lo barato siempre es mejor». Responde con los datos de tu tabla y con otros dos criterios (residuos, uso real).**

FICHA 5 Ciclo de vida y reparabilidad

SESIÓN 5

Valora la reparabilidad de tu producto con la matriz de F8 y analiza su ciclo de vida con F5.

1 **Puntúa tu producto con la matriz de reparabilidad (0, 1 o 2) y anota la evidencia que lo justifica. Calcula el total y la clase.**

Criterio	Puntos	Evidencia observada
Desmontaje		
Uniones		
Recambios		
Materiales separables		
Información		
Piezas críticas		
Total y clase (baja, media, alta)		

2 **Residuos. Para 300 personas y 3 cursos, con 3 cartuchos por curso, calcula en gramos y en kilogramos los residuos del modelo A (se desechan los cartuchos y, al final, el cuerpo) y del modelo B (se desecha todo). ¿Cuánto se ahorra?**

3 **Con los datos de residuos electrónicos de F5, calcula cuántos Mt se documentaron como reciclados en 2022 (22,3 % de 62 Mt) y cuántos Mt más se prevén en 2030 respecto a 2022 (82 Mt).**

4 **Ciclo de vida de tu producto. Anota un impacto ambiental y una acción para reducirlo en cada etapa.**

Etapa	Impacto del producto	Acción para reducirlo
1. Materias primas		
2. Fabricación		
3. Distribución		
4. Uso		
5. Fin de vida		

FICHA 6 Rediseñamos dos aspectos

SESIÓN 6

Elegid dos aspectos que mejorar y calculad su efecto. Después, revisad el informe de otro equipo.

1 **Elegid dos aspectos del producto que rediseñaríais (reparabilidad, material, seguridad, ergonomía, coste o impacto) y completad la tabla.**

Aspecto	Problema detectado (con dato)	Mejora propuesta	Efecto esperable	Riesgo o coste

2 **Dibujad un boceto rotulado de uno de los rediseños.**

3 **Cálculo del cambio. Se sustituye el clip de acero (0,6 g) por un clip de plástico integrado en el pulsador que añade 0,7 g de PS. Calcula la nueva masa total del bolígrafo de F3 y el porcentaje de metales y de plásticos. ¿Qué ventaja y qué inconveniente tiene?**

4 **Revisión cruzada. Intercambiad el informe con otro equipo y marcad lo que cumple.**

- [ ] El esquema está rotulado y las piezas coinciden con la tabla.
- [ ] Todas las tablas llevan unidades.
- [ ] Los cálculos se pueden seguir y son correctos.
- [ ] Cada decisión de diseño se relaciona con un requisito.
- [ ] La reparabilidad está puntuada con evidencias.
- [ ] Los rediseños indican efecto y riesgo.
- [ ] Se citan las fuentes y las imágenes son propias o con licencia.

FICHA 7 Evidencia individual: el sacapuntas de bolsillo

SESIÓN 7

Trabajo individual. Analiza este producto nuevo con los datos del recuadro y lo aprendido en la SdA.

1 **Datos del sacapuntas de bolsillo (genérico, valores ilustrativos): carcasa de PS, 3,8 g; tapa del depósito de PS, 1,2 g (encaja a presión); cuchilla de acero, 0,5 g; tornillo de acero, 0,2 g (sujeta la cuchilla). Las cuchillas no se venden por separado. Precio: 0,60 €. Escribe su función, sus usuarios y tres requisitos medibles.**

2 **Calcula la masa total, el porcentaje en masa de plástico y de metal, y el volumen de la carcasa (ρ del PS en F4).**

3 **Puntúa su reparabilidad con la matriz de F8 (0, 1 o 2 en cada criterio) y justifica cada puntuación en una frase.**

Criterio	Puntos	Justificación
Desmontaje		
Uniones		
Recambios		
Materiales separables		
Información		
Piezas críticas		
Total y clase		

4 **Propón dos mejoras justificadas (con el efecto esperable y un riesgo) para que el sacapuntas dure más y genere menos residuos.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Informe de análisis de nuestro producto. Completadlo en equipo a lo largo de las sesiones: es la base de la defensa y de la decisión que se entregará a la AMPA.

Producto, usuarios y pregunta de análisis

¿Qué producto es? ¿Quién lo usa? ¿Qué queremos averiguar?

Función y mecanismo

¿Qué hace y cómo lo consigue?

Despiece rotulado

Esquema con piezas numeradas y tabla de piezas (material, unión, masa).

Materiales y fabricación

Material y proceso de cada pieza; % en masa de plásticos y metales.

Requisitos y decisiones de diseño

Tres decisiones y el requisito que resuelve cada una.

Ciclo de vida, reparabilidad y coste

Puntuación sobre 12, clase, residuos y costes a 3 cursos.

Rediseño de dos aspectos

Boceto, efecto esperable (con cifra) y riesgo de cada mejora.

Conclusión y fuentes

Recomendación para la AMPA y fuentes citadas.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Informe de análisis de producto/sistema**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El informe identifica el producto, su función y sus usuarios y responde a la pregunta del encargo del Club.
- [ ] El esquema de despiece está rotulado con todas las piezas numeradas y coincide con la tabla de piezas.
- [ ] La tabla de piezas incluye material, unión y masa en gramos, y la suma de masas se compara con la del producto entero (error menor de 0,3 g).
- [ ] Los cálculos (volúmenes, porcentajes en masa, costes y residuos) son correctos y llevan unidades.
- [ ] Cada decisión de diseño importante se relaciona con un requisito que se puede comprobar.
- [ ] La reparabilidad se puntúa criterio a criterio con una evidencia observada.
- [ ] Se analizan las etapas del ciclo de vida con un impacto y una acción de mejora, citando al menos dos fuentes del dossier.
- [ ] Hay dos rediseños con efecto esperable cuantificado y riesgo, y se han tenido en cuenta la accesibilidad y la seguridad del producto.
- [ ] El desmontaje se hizo con el producto autorizado, con gafas y sin forzar piezas; las imágenes son propias o con licencia y se citan las fuentes.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe de análisis de producto/sistema**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	Formula una pregunta de análisis clara a partir del encargo, relaciona cada decisión de diseño importante con un requisito medible y justifica la comparación de modelos con datos.	Formula la pregunta y relaciona la mayoría de las decisiones de diseño con requisitos, con justificación suficiente.	La pregunta es vaga o solo relaciona algunas decisiones con requisitos sin justificarlas.	No parte del encargo ni relaciona las piezas con requisitos.	
Funcionamiento / evidencia	El análisis se valida con evidencias trazables: la suma de masas coincide con la masa total (error menor de 0,3 g), el mecanismo se explica con el recorrido del movimiento y los cálculos son correctos y con unidades.	El despiece y los cálculos son correctos en lo esencial y el mecanismo se explica con alguna imprecisión.	Faltan piezas o medidas, o hay errores de cálculo que no se detectan.	No hay despiece ni medidas, o los datos no se corresponden con el producto.	
Documentación técnica	El esquema está rotulado con todas las piezas numeradas, las tablas tienen unidades y el informe cita fuentes: otro equipo podría repetir el análisis.	Documentación suficiente, con alguna pieza, unidad o fuente sin indicar.	El esquema o las tablas están incompletos y cuesta seguir el análisis.	Documentación insuficiente para comprender el análisis.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Desmonta con gafas y bandeja siguiendo el protocolo, puntúa la reparabilidad criterio a criterio, cuantifica residuos y costes y propone mejoras que reducen el impacto sin perder seguridad ni accesibilidad.	Cumple las normas de desmontaje y valora la reparabilidad y los impactos principales.	Necesita recordatorios de seguridad o trata el impacto ambiental de forma superficial.	Incumple las normas de desmontaje o ignora el impacto del producto.	
Iteración y cooperación	Propone dos rediseños con efecto cuantificado y riesgo, incorpora la revisión cruzada de otro equipo y reparte los roles con claridad.	Propone dos rediseños razonados y coopera adecuadamente.	Los rediseños son superficiales o la cooperación es irregular.	No revisa el informe ni propone mejoras, o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé desmontar un producto de forma segura y explicar qué función cumple cada pieza.	○	○	○	○
Sé valorar la reparabilidad de un producto con criterios y justificar la puntuación con evidencias.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Aquí tienes un producto común, las tijeras escolares de punta redonda, con los datos ya medidos y una ficha de análisis estructurada para completar paso a paso.

Producto común: tijeras escolares

Piezas y masas (ilustrativas):

- 2 hojas de acero: 14 g cada una.
- 2 mangos de polipropileno (PP): 12 g cada uno.
- 1 remache de acero que une las hojas: 1 g.

Densidades (F4): acero 7,85 g/cm³; PP 0,90 g/cm³.

Unión: el remache está deformado y no se puede quitar sin destruirlo; los mangos van moldeados sobre las hojas.

Ficha de análisis: frases para completar

1. Las tijeras sirven para _____ y las usa _____.
2. Tienen ___ piezas; la masa total es ___ g.
3. El porcentaje de acero es ___ % y el de PP es ___ %.
4. Los mangos son de PP porque _____.
5. Se pueden reparar si _____; no, porque _____.

1 **Completa la tabla de piezas de las tijeras con el material y la función de cada pieza.**

Pieza	Cantidad	Material	Función	Masa (g)
Hoja	2			14 cada una
Mango	2			12 cada uno
Remache	1			1

2 **Calcula la masa total, el porcentaje de acero y de PP, y el volumen de un mango (V = m / ρ).**

3 **Completa las frases de la ficha de análisis del apoyo («Ficha de análisis: frases para completar»).**

1. Las tijeras sirven para _____ y las usa _____.
2. Tienen _____ piezas y su masa total es _____ g.
3. El porcentaje de acero es _____ % y el de PP es _____ %.
4. La unión con remache hace que la reparabilidad sea _____.

4 **Elige la respuesta correcta.**

¿Por qué el remache baja la reparabilidad de las tijeras?

◯ Porque pesa poco ◯ Porque es de acero ◯ Porque no se puede quitar sin destruirlo y las hojas no se pueden cambiar

Una mejora razonable para que duren más sería…

◯ hacer los mangos más pesados ◯ pintar las hojas ◯ sustituir el remache por un tornillo que se pueda aflojar

ANEXO 9

Ampliación

SdA 1 · Ingeniería inversa

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Tres generaciones de lámpara: evolución y obsolescencia

Un mismo producto puede cambiar mucho en pocas décadas. Compara **tres generaciones de lámpara** (incandescente, halógena y LED) con los datos de la tabla y estudia cómo han evolucionado la eficiencia, la duración y el coste, y qué papel ha tenido la normativa. Después, reflexiona sobre la **obsolescencia**: ¿cuándo deja de ser útil un producto aunque aún funcione?

F11 Tres generaciones de lámpara equivalentes a 800 lm

DATOS

Generación	Potencia (W)	Flujo luminoso (lm)	Vida útil (h)	Precio de compra (€)
Incandescente	60	800	1 000	1,00
Halógena	43	800	2 000	2,50
LED	8,5	800	15 000	4,00

Normativa: entre 2009 y 2012 la Unión Europea retiró de forma progresiva las bombillas incandescentes de uso doméstico (Reglamento (CE) 244/2009), de las más potentes a las menos.

Fuente: Valores típicos redondeados, ilustrativos y sin marcas, creados para este cuaderno. Precio de la electricidad de ejemplo: 0,15 €/kWh (ilustrativo; consulta el precio actual en tu factura).

Pasos

1. Calcula la eficacia luminosa de cada lámpara (lm/W = flujo luminoso / potencia).
2. Para 15 000 h de luz, calcula cuántas lámparas de cada tipo harían falta, la energía consumida (kWh), el coste de la electricidad y el coste total con la compra.
3. Elabora una gráfica de barras con el coste total de cada generación y explica qué decisión de diseño explica la diferencia.
4. Redacta un párrafo sobre obsolescencia: ¿qué tipo de obsolescencia (por desgaste, por norma, por moda, por falta de recambios) afecta a cada generación?
5. Propón un indicador para que una persona consumidora sepa cuánto durará un producto antes de comprarlo.

1 **Completa el cálculo comparativo para 15 000 h.**

Generación	Eficacia (lm/W)	N.º de lámparas	Energía (kWh)	Coste electricidad (€)	Coste total (€)
Incandescente					
Halógena					
LED					

Entrega

Ficha de comparación con la tabla calculada, la gráfica de barras de costes, el párrafo sobre obsolescencia y la propuesta de indicador.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 1 · Ingeniería inversa

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: estudiar un producto ya fabricado para entender cómo funciona y cómo se hizo; que deja de ser útil o se sustituye antes de lo necesario; un cargador de móvil conectado a la red; indica quién lo mide, cómo y cuándo, y se puede comprobar.
2. Decisión: elegir entre el modelo A (cuerpo reutilizable) y el B (desechable). Cinco cosas: cómo funciona, de qué está hecho y cómo se fabrica, requisitos y decisiones de diseño, coste y residuos a tres cursos, reparabilidad y dos mejoras. Magnitudes a medir: masa de cada pieza (para materiales y residuos) y masa total; también sirven el nº de piezas o la unión.
3. Bolígrafo: sí (sin energía, se abre a mano). Linterna de pilas: no (lleva pilas, aunque se podría usar solo el despiece virtual). Pinza de madera: sí. Cargador USB de pared: no, nunca (conexión a la red de 230 V). Sacapuntas: sí, pero la cuchilla requiere cuidado. Valorar que el motivo cite la energía o el riesgo.
4. Modelo: «¿Qué podemos averiguar de la pinza de madera (materiales, uniones y reparabilidad) para decidir si compensa comprar pinzas de repuesto?». Magnitudes: masa por pieza, nº de piezas y tipo de unión.

Ficha 2

1. Todas las casillas marcadas antes de empezar a desmontar.
2. 1 Pulsador (PS); 2 Cuerpo superior (PS); 3 Rotor (PA); 4 Muelle (acero); 5 Cartucho (tubo de PP, tinta, punta de latón); 6 Cono (PS); 7 Clip (acero inoxidable).
3. Tabla libre: valorar nº de piezas coherente con F2 (6 o 7), materiales deducidos de la observación (imán para el acero, color y flexibilidad del plástico) y masa total comparada con el producto entero (diferencia menor de 0,3 g). Si el producto no se abre, anotar «unión no desmontable».
4. Primera pulsación: el pulsador empuja el rotor y el cartucho hacia la punta y comprime el muelle; el rotor gira un paso y se encaja en las ranuras del cuerpo, que lo bloquea con la punta fuera. Segunda pulsación: el rotor gira otro paso, se libera de las ranuras y el muelle empuja el cartucho hacia arriba: la punta se retrae. El rotor es la pieza que «recuerda» la posición.

Ficha 3

1. Cuerpo superior de PS: moldeo por inyección; muelle: arrollado de un alambre; clip: estampado y doblado de una chapa; punta de latón con bola: torneado de una barra metálica.
2. Pulsador: 0,9 / 1,05 = 0,86 cm^3. Cuerpo superior: 2,6 / 1,05 = 2,48 cm^3. Muelle: 0,4 / 7,85 = 0,051 cm^3. Punta de latón: 0,5 / 8,5 = 0,059 cm^3. Las piezas metálicas tienen muy poco volumen para su masa, porque su densidad es mucho mayor.
3. Plásticos: PS (0,9 + 2,6 + 1,4 = 4,9 g) + PA (0,3 g) + PP (0,8 g) = 6,0 g; 6,0 / 8,4 × 100 = 71,4 %. Metales: acero (0,4 + 0,6 = 1,0 g) + latón (0,5 g) = 1,5 g; 1,5 / 8,4 × 100 = 17,9 %. El resto es tinta: 0,9 g = 10,7 %. Dominan los plásticos; pero hay tres plásticos distintos (PS, PA, PP) y dos metales mezclados en el cartucho, lo que hace difícil separarlos y reciclarlos.
4. Primera: D, F (cita quién mide, cómo y cuándo; se puede contrastar). Segunda: O, N (anónima, subjetiva, sin datos). Tercera: D en apariencia, pero N (sin fecha, sin fuentes y generalizadora: el código 7 agrupa plásticos de tipos muy distintos). Valorar que se pregunte quién lo dice, cómo lo sabe y si se puede comprobar.

Ficha 4

1. Muelle de acero: devolver el cartucho a la posición retraída y resistir miles de pulsaciones; si fuera de plástico perdería fuerza. Clip metálico: sujetarse al bolsillo con una pinza elástica y resistente; uno débil se doblaría. Cuerpo de PS: rígido, barato y moldeable; si fuera de PP sería más flexible y menos rígido. Rotor de PA: poca fricción y desgaste en un mecanismo que gira miles de veces. Cono desmontable: poder cambiar el cartucho (reparabilidad).
2. Ejemplos: cabe en el estuche (longitud menor de 15 cm); pesa menos de 10 g; el trazo se lee con 0,5 mm de ancho; el mecanismo aguanta 2 000 pulsaciones; no se sale del bolsillo al caminar; sin bordes cortantes.
3. Curso 1: A = 0,85 + 3 × 0,20 = 1,45 €; B = 3 × 0,35 = 1,05 €; más barato B. Curso 2: A = 0,85 + 6 × 0,20 = 2,05 €; B = 6 × 0,35 = 2,10 €; más barato A. Curso 3: A = 0,85 + 9 × 0,20 = 2,65 €; B = 9 × 0,35 = 3,15 €; más barato A. A compensa a partir del segundo curso: 0,85 + 0,60 n < 1,05 n → n > 1,89.
4. El precio inicial engaña: B es más barato el primer curso, pero A lo compensa desde el segundo y genera menos residuos. Otros criterios: residuos, riesgo de pérdida del cuerpo reutilizable, comodidad. Valorar el uso de datos propios.

Ficha 5

1. Tabla libre: valorar que cada puntuación tenga una evidencia observable (por ejemplo, «el cono se desenrosca a mano»: 2). Total sobre 12; clase: 0-4 baja, 5-8 media, 9-12 alta. Referencia: modelo A, 9 puntos (alta); modelo B, 1 punto (baja).
2. Modelo A: 9 cartuchos × 2,2 g = 19,8 g + cuerpo 6,2 g (8,4 − 2,2) = 26,0 g por persona; × 300 = 7 800 g = 7,8 kg. Modelo B: 9 × 8,4 g = 75,6 g por persona; × 300 = 22 680 g = 22,68 kg. Ahorro: 22,68 − 7,8 = 14,88 kg (aprox. 66 %).
3. 62 × 0,223 = 13,8 Mt documentados como reciclados en 2022 (el resto, 48,2 Mt, sin documentar). En 2030: 82 − 62 = 20 Mt más (aprox. +32 %).
4. Ejemplo para el bolígrafo: materias primas (petróleo para los plásticos): usar plástico reciclado; fabricación: gasto de energía en la inyección: reducir piezas; distribución: envío desde lejos: comprar a proveedor cercano; uso: cartuchos agotados: cartucho de recambio; fin de vida: mezcla de materiales: usar un solo tipo de plástico.

Ficha 6

1. Tabla libre. Valorar que el problema tenga un dato (por ejemplo, «se pierde el cuerpo y el recambio no encaja»: reparabilidad 1/12), que la mejora sea concreta, que el efecto esté cuantificado (por ejemplo, +4 puntos de reparabilidad, −20 % de masa) y que el riesgo sea realista (coste, resistencia).
2. Boceto rotulado coherente con la mejora y con las piezas del despiece.
3. Nueva masa: 8,4 − 0,6 + 0,7 = 8,5 g. Metales: 1,5 − 0,6 = 0,9 g → 0,9 / 8,5 × 100 = 10,6 %. Plásticos: 6,0 + 0,7 = 6,7 g → 78,8 %. Ventaja: menos materiales distintos y menor coste, y el pulsador y el clip se reciclan juntos. Inconveniente: el clip de plástico es menos resistente y se puede romper antes.
4. Revisión cruzada: valorar la sinceridad de las marcas y que se anote una mejora propuesta al otro equipo.

Ficha 7

1. Función: sacar punta a lápices. Usuarios: estudiantes. Requisitos ejemplo: la cuchilla afila una punta de 8 mm de diámetro en menos de 10 s; el depósito guarda las virutas de 5 lápices; no sobresale la cuchilla (seguridad); cabe en el estuche (menos de 5 cm).
2. Masa total: 3,8 + 1,2 + 0,5 + 0,2 = 5,7 g. Plástico: 3,8 + 1,2 = 5,0 g → 5,0 / 5,7 × 100 = 87,7 %. Metal: 0,5 + 0,2 = 0,7 g → 12,3 %. Volumen de la carcasa: 3,8 / 1,05 = 3,62 cm^3.
3. Referencia (admitir justificaciones razonables): desmontaje 1 (tapa a presión; cuchilla con destornillador); uniones 2 (clip y tornillo reversibles); recambios 0 (no se venden cuchillas); materiales separables 1 (plástico y acero se separan, pero hay que desatornillar); información 0 (sin código de plástico); piezas críticas 1 (la cuchilla se puede aflojar, pero sin recambio). Total 5/12: clase media.
4. Ejemplos: vender cuchillas de recambio (recambios 0 → 2: +2 puntos, la vida útil del cuerpo se alarga); marcar el código del plástico en la carcasa (información 0 → 1) para facilitar el reciclado; riesgo: cuchillas sueltas más peligrosas y mayor coste. Valorar que la mejora tenga efecto y riesgo.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Hoja: acero, corta el papel; mango: PP, sujeta y aísla la mano; remache: acero, une las hojas y permite el giro.
2. Masa total: 2 × 14 + 2 × 12 + 1 = 53 g. Acero: 28 + 1 = 29 g → 29 / 53 × 100 = 54,7 %. PP: 24 g → 45,3 %. Volumen de un mango: 12 / 0,90 = 13,3 cm^3.
3. Huecos: cortar papel, cartulina o tela; estudiantes (cualquier persona); 5 piezas; 53 g; 54,7 % y 45,3 %; baja o media-baja por el remache que no se desmonta.
4. Test: «Porque no se puede quitar sin destruirlo y las hojas no se pueden cambiar»; «sustituir el remache por un tornillo que se pueda aflojar».

Ampliación (Anexo 9)

1. Eficacia: incandescente 800 / 60 = 13,3 lm/W; halógena 800 / 43 = 18,6 lm/W; LED 800 / 8,5 = 94,1 lm/W.
2. Para 15 000 h: incandescente 15 lámparas, 60 W × 15 000 h = 900 kWh → 135,0 € de electricidad; compra 15,00 €; total 150,0 €. Halógena: 8 lámparas, 43 × 15 = 645 kWh → 96,8 €; compra 20,00 €; total 116,8 €. LED: 1 lámpara, 8,5 × 15 = 127,5 kWh → 19,1 €; compra 4,00 €; total 23,1 €.
3. Gráfica de barras: 150,0; 116,8; 23,1 €. La diferencia la explica sobre todo la mayor eficacia (menos potencia para el mismo flujo) y la mayor vida útil del LED.
4. Obsolescencia: la incandescente quedó obsoleta por norma (retirada de la UE 2009-2012); la halógena, por eficiencia; el LED puede quedar obsoleto por fallo del driver o por moda. Aceptar argumentos razonados. Indicador: etiqueta con horas de vida, años de recambios y reparabilidad.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (encargo y selección de producto, 50 min); sesión 2 (protocolo y despiece, imprescindible la lista de seguridad); sesión 3 (materiales y cálculos); sesión 4 (requisitos y costes); sesión 5 (reparabilidad y residuos); sesión 6 (rediseño y revisión cruzada); sesión 7 (defensas de dos minutos por equipo y ficha individual de 20 minutos).
- Seguridad: llevar a clase bolígrafos corrientes (unos 3 por equipo, de dos modelos distintos) y piezas de repuesto; revisar que ninguno lleve pila o luz. Gafas obligatorias al abrir el cono porque el muelle puede salir disparado. No permitir desmontar nada que el docente no haya autorizado.
- Diferenciación: el Anexo 8 ofrece un producto común (tijeras) con datos medidos y una ficha de frases; el Anexo 9 amplía con la comparación de generaciones y la obsolescencia. Roles rotatorios (coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas, comunicación).
- Preparación: tener báscula de 0,1 g disponible (una por cada dos equipos), imanes pequeños y bandejas. Si no hay bolígrafos desmontables, usar el despiece virtual de F2 y F3 y analizar la pinza de madera con F7 como producto físico.

Errores frecuentes

- No pesar el producto entero antes de desmontarlo y no comparar la suma de masas con la masa total.
- Calcular el porcentaje con respecto a una masa equivocada (por ejemplo, la de una pieza en lugar de la total) o dar masas sin unidades.
- Confundir el código de reciclaje con la posibilidad de tirarlo al contenedor de envases.
- Valorar la reparabilidad por intuición («parece fácil de arreglar») y no con evidencias criterio a criterio.
- Comparar costes solo del primer curso, sin ver el efecto de los cartuchos de recambio a varios cursos.
- Proponer rediseños sin efecto cuantificado ni riesgo, o desmontar un producto no autorizado.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar la calidad del análisis (datos medidos, cálculos correctos, relación pieza-función-requisito) por encima del acabado visual del informe.
- Aceptar cualquier producto autorizado y seguro siempre que el despiece y las medidas sean reales y se cite el modelo genérico utilizado.
- En la reparabilidad, admitir puntuaciones distintas si cada una se justifica con una evidencia observable.
- En la ficha 7, valorar la corrección de los cálculos y que las mejoras indiquen efecto y riesgo.

02

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Estructuras y mecanismos para resolver

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo diseñamos una máquina compacta que soporte cargas y produzca un movimiento útil?

CURSO	3.º ESO
SESIONES	7 sesiones
BLOQUES DE SABERES	A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	CE2, CE3, CE4
PRODUCTO FINAL	Sistema mecánico integrado
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	2.1, 2.2, 3.1, 4.1

Contexto, reto y producto

En el huerto escolar «La Ribera» del IES Ribera del Henares (centro ficticio), la jardinera elevada está a 90 cm del suelo para que cualquier persona pueda trabajar sin agacharse. Noa, de 3.º, usa silla de ruedas y coordina el huerto junto con Karim. Su problema es otro: los cubos de compost y de agua hay que subirlos a pulso desde el suelo, y a veces pesan más de lo que alguien con poca fuerza en los brazos puede levantar sin riesgo. El Club de Tecnología ha recibido un encargo: diseñar un **elevador manual compacto** con manivela que suba la carga con muy poco esfuerzo, sea estable y ocupe lo mínimo junto al muro.

En esta situación se integran **estructura y mecanismo** en una sola máquina. El alumnado analiza máquinas reales y reparte funciones entre la parte que **soporta** (estructura) y la que **mueve** (mecanismo); ensaya perfiles y uniones y comprueba por qué la **triangulación** evita deformaciones; diseña un **tren de engranajes** con tambor y manivela y calcula la relación de transmisión, la ventaja mecánica y las vueltas necesarias; representa el conjunto con **planos acotados y escalas**; fabrica y monta un prototipo con listones de madera ligera y un kit de engranajes; lo ensaya con cargas crecientes, mide el esfuerzo y el rendimiento y corrige los fallos. El producto final es un **sistema mecánico integrado** que levanta 0,5 kg hasta 40 cm, con su plano de conjunto, sus cálculos y su registro de ensayos.

Reto

Diseñar, fabricar y ensayar un elevador manual compacto con estructura triangulada, tren de engranajes y trinquete de seguridad que suba 0,5 kg hasta 40 cm con un esfuerzo en la manivela de 0,6 N o menos, documentando planos, cálculos y ensayos para que otro equipo pueda reproducirlo y mejorarlo.

Producto final

Sistema mecánico integrado.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE2** Abordar problemas con autonomía, creatividad y cooperación para diseñar y planificar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles.
- **CE3** Aplicar con seguridad técnicas, operadores, sistemas y herramientas para construir o fabricar soluciones tecnológicas sostenibles.
- **CE4** Describir, representar e intercambiar ideas y soluciones con la simbología, el vocabulario y las herramientas digitales adecuadas.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

2.1 Idear y diseñar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles a problemas definidos, aplicando conceptos, técnicas y procedimientos interdisciplinares, así como criterios de sostenibilidad, con actitud emprendedora, perseverante y creativa.

2.2 Seleccionar, planificar y organizar los materiales y herramientas, así como las tareas necesarias para la construcción de una solución a un problema planteado, trabajando individualmente o en grupo de manera cooperativa y colaborativa.

3.1 Fabricar objetos o modelos mediante la manipulación y conformación de materiales, empleando herramientas y máquinas adecuadas, aplicando los fundamentos de estructuras, mecanismos, electricidad y electrónica y respetando las normas de seguridad y salud correspondientes.

4.1 Representar y comunicar el proceso de creación de un producto desde su diseño hasta su difusión, elaborando documentación técnica y gráfica con la ayuda de herramientas digitales, empleando los formatos y el vocabulario técnico adecuados, de manera colaborativa, tanto presencialmente como en remoto.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
A4	Estructuras para la construcción de modelos.
A5	Sistemas mecánicos básicos: montajes físicos o uso de simuladores.
A8	Herramientas y técnicas de manipulación y mecanizado de materiales en la construcción de objetos y prototipos. Introducción a la fabricación digital. Respeto de las normas de seguridad e higiene.
B2	Técnicas de representación gráfica: acotación y escalas.

Concreción didáctica en esta situación

- A4 · Estructuras: esfuerzos (tracción, compresión, flexión, torsión y cortadura), perfiles, uniones y triangulación; comparación de listones por su momento de inercia ($I = b \cdot h^3/12$) y por su flecha.
- A5 · Sistemas mecánicos: manivela, tren de engranajes, tambor (torno), polea fija y trinquete; relación de transmisión ($i = z1 / z2$), ventaja mecánica y rendimiento; conservación del trabajo (menos fuerza, más recorrido).
- A8 · Fabricación: medida, trazado, corte con sierra de marquetería (docente o supervisión directa), lijado, encolado, montaje de ejes y tolerancias de ±2 mm; normas de seguridad en el aula-taller.
- B2 · Representación: alzado y perfil en sistema europeo, acotación en mm, escalas 1:1, 1:2 y 1:5, croquis y plano de conjunto.
- Ensayo y mejora: tabla de cargas crecientes, medida del esfuerzo con un dinamómetro, cálculo del rendimiento, diagnóstico de fallos y propuesta de rediseño.

Objetivos didácticos

- Distinguir en una máquina la estructura que soporta cargas y el mecanismo que transforma el movimiento, y explicar cómo se reparten las funciones.
- Reconocer los esfuerzos (tracción, compresión, flexión, torsión y cortadura) y justificar con ensayos y con el momento de inercia el uso de perfiles y de la triangulación.
- Calcular la relación de transmisión, la ventaja mecánica, el esfuerzo ideal y el número de vueltas de un tren de engranajes con tambor y manivela.
- Representar el conjunto con vistas acotadas en milímetros y escalas normalizadas, y elaborar la lista de corte y el presupuesto.
- Fabricar y montar con precisión de ±2 mm, medir el esfuerzo y el rendimiento, diagnosticar fallos y rediseñar con una mejora justificada.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Analizamos máquinas y repartimos funciones entre estructura y mecanismo a partir del encargo del huerto

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, tabla de análisis de máquinas, requisitos medibles del elevador y diagrama de bloques entrada-proceso-salida.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Ensayamos perfiles y uniones y comprobamos la triangulación

Evidencia: Ficha 2: marcos triangulados, cálculo de I y de la flecha de un listón, tabla del ensayo de flexión y esfuerzos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Diseñamos el tren mecánico y calculamos la relación de transmisión

Evidencia: Ficha 3: tabla de trenes (i, ventaja mecánica, esfuerzo y vueltas), tren elegido con justificación y balance de trabajo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Representamos el conjunto y planificamos las piezas

Evidencia: Ficha 4: escalas, croquis acotado de alzado y perfil, lista de corte y presupuesto.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Fabricamos y montamos el elevador

Evidencia: Ficha 5: lista de seguridad, registro de montaje con desviaciones en mm, incidencias y valoración del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Medimos funcionamiento y carga y detectamos fallos

Evidencia: Ficha 6: ensayo de cargas crecientes, rendimiento, diagnóstico de fallos y plan de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentamos la iteración final y resolvemos un caso nuevo de forma individual

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: grúa para subir una caja de 2 kg (ventaja mecánica, esfuerzo y triangulación de una repisa).

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
2.1	Diseño del elevador integrando estructura triangulada y tren de engranajes elegido con cálculos (i, ventaja mecánica, esfuerzo ideal y vueltas) y requisitos medibles, con madera ligera y reutilización de recortes.	Fichas 1 y 3 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
2.2	Planificación con plano acotado, lista de corte con pérdida de sierra, presupuesto de 11,60 € frente al límite de 12 €, reparto de roles y seguimiento del plan.	Ficha 4 y observación sistemática / lista de cotejo
3.1	Fabricación y montaje con precisión de ±2 mm, normas de seguridad, trinquete funcionando y ensayo de cargas crecientes con medida del esfuerzo.	Fichas 5 y 6 y prototipo / observación y rúbrica
4.1	Documentación técnica: alzado y perfil acotados con escala, tablas de cálculo con unidades, registro de ensayos y presentación con vocabulario técnico (esfuerzo, relación de transmisión, rendimiento, triangulación).	Plantilla (Anexo 4) y presentación / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Traduce el encargo en requisitos medibles (carga, altura, esfuerzo, base, masa y coste), compara varios trenes con cálculos y elige uno justificado que integra estructura y mecanismo.	Define requisitos y elige el tren con un cálculo correcto y una justificación suficiente.	Los requisitos no se pueden medir o el tren se elige sin comparar alternativas.	No relaciona el diseño con el encargo del huerto ni con requisitos.
Funcionamiento / evidencia	El elevador sube 0,5 kg a 40 cm con un esfuerzo de 0,6 N o menos, el trinquete retiene la carga y el ensayo con cargas crecientes y el rendimiento se registran y se interpretan.	Sube la carga y cumple casi todos los requisitos, con ensayo y medida del esfuerzo suficientes.	Sube la carga solo en parte o el ensayo y las medidas son incompletos.	No sube la carga o no hay ensayo.
Documentación técnica	Plano de conjunto con alzado y perfil acotados en mm y escala, lista de corte, presupuesto y cálculos con unidades: otro equipo podría fabricarlo.	Plano y cálculos suficientes, con alguna cota, unidad o escala sin indicar.	Faltan cotas, vistas o cálculos y cuesta reproducir el montaje.	Documentación insuficiente para entender el sistema.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre las normas del taller, protege las piezas móviles, ensaya con cargas pequeñas, reduce desperdicio de madera con la lista de corte y piensa en el uso accesible del elevador.	Cumple las normas de seguridad y aprovecha recortes de madera.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material.	Incumple normas de seguridad o carga el sistema por encima de lo permitido.
Iteración y cooperación	Detecta fallos con el ensayo, los diagnostica con causa y solución y aplica una mejora cuyo efecto mide; los roles y las decisiones se gestionan con claridad.	Aplica una mejora tras el ensayo y coopera adecuadamente.	La mejora no se basa en medidas o la cooperación es irregular.	No revisa el prototipo tras los ensayos o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo: 3 listones de pino de 10 × 10 × 1 000 mm, 1 tablero de contrachapado de 4 mm (400 × 200 mm), varilla de acero de ⌀ 4 mm, cuerda de algodón, polea fija de ⌀ 30 mm, kit de engranajes de módulo 1 mm (z = 8, 12, 20, 24, 36 y 40), trinquete, tornillos de 3 mm, cola blanca y pinzas.
- Herramientas: regla metálica, escuadra, lápiz, lima y lija, destornillador pequeño y gafas de protección. Sierra de marquetería y taladro de columna: solo el docente o con supervisión directa.
- Ensayo: dinamómetro de 1 N (o balanza de muelle), pesas de 100 g hasta 500 g, regla milimetrada o calibre, cronómetro y móvil o tableta del centro para fotografiar el montaje.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Las piezas móviles (engranajes y tambor) se montan con una mejilla de protección y no se toca la cuerda en movimiento. Carga máxima de ensayo: 500 g, sujeta a una distancia de 40 cm sobre el tablero y con la zona inferior despejada. Gafas al lijar y al cortar; los cortes con sierra y el taladrado los realiza el docente o se hacen con supervisión directa. Mesa despejada, serrín recogido y restos de madera al contenedor de reutilización.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (proporciones, escalas, trigonometría básica y áreas de secciones) y Física y Química (fuerza, trabajo, palanca y rendimiento).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Mecanismo preseleccionado y plano parcial.

Ampliación

Anexo 9

Optimizar relación velocidad/par y masa estructural.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

En el huerto «La Ribera» hay un problema de peso: los cubos de compost están en el suelo y la jardinera elevada, a 90 cm. Noa y Karim no quieren que nadie se haga daño en la espalda ni que alguien se quede sin hacer su turno por falta de fuerza. ¿Y si una manivela pudiera subir el cubo con el esfuerzo de levantar una pluma? Durante siete sesiones vais a ser un equipo de ingeniería mecánica: comprobaréis por qué los triángulos sostienen y los cuadrados se deforman, calcularéis cuántas vueltas necesita un tren de engranajes para ganar fuerza, dibujaréis los planos, cortaréis, montaréis y pondréis a prueba vuestro elevador con pesas. ¿Conseguiréis que 0,5 kg suba 40 cm con un esfuerzo que cabe en la punta de un dedo?

> *¿Cómo diseñamos una máquina compacta que soporte cargas y produzca un movimiento útil?*

Vuestro reto

Diseñar, fabricar y ensayar un elevador manual compacto con estructura triangulada, tren de engranajes y trinquete de seguridad que suba 0,5 kg hasta 40 cm con un esfuerzo en la manivela de 0,6 N o menos, documentando planos, cálculos y ensayos para que otro equipo pueda reproducirlo y mejorarlo.

Lo que vais a producir

Sistema mecánico integrado.

Seguridad. Las piezas móviles (engranajes y tambor) se montan con una mejilla de protección y no se toca la cuerda en movimiento.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos máquinas reales y escribimos los requisitos del elevador del huerto.
2. Ensayamos listones, uniones y triángulos para elegir la estructura.
3. Calculamos el tren de engranajes: relación, esfuerzo y vueltas.
4. Dibujamos alzado y perfil acotados y planificamos cortes y presupuesto.
5. Cortamos, lijamos y montamos el elevador con seguridad.
6. Lo ensayamos con pesas, medimos el esfuerzo y corregimos los fallos.
7. Presentamos la iteración final y resolvemos, cada uno, un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Distinguir en una máquina la estructura que soporta cargas y el mecanismo que transforma el movimiento, y explicar cómo se reparten las funciones.
- Reconocer los esfuerzos (tracción, compresión, flexión, torsión y cortadura) y justificar con ensayos y con el momento de inercia el uso de perfiles y de la triangulación.
- Calcular la relación de transmisión, la ventaja mecánica, el esfuerzo ideal y el número de vueltas de un tren de engranajes con tambor y manivela.
- Representar el conjunto con vistas acotadas en milímetros y escalas normalizadas, y elaborar la lista de corte y el presupuesto.
- Fabricar y montar con precisión de ±2 mm, medir el esfuerzo y el rendimiento, diagnosticar fallos y rediseñar con una mejora justificada.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

Todo lo necesario para diseñar y fabricar el elevador: el encargo del huerto, los esfuerzos y la triangulación, las propiedades de los materiales, el esquema del tren de engranajes con un ejemplo resuelto, el kit y los precios, el plano de conjunto, el protocolo de montaje y ensayo, la previsión del ensayo de flexión, un caso real de estructura y mecanismo y un glosario.

F1 El encargo del huerto escolar «La Ribera»

ESTUDIO DE CASO

Para: Club de Tecnología, IES Ribera del Henares. **De:** Noa y Karim, coordinadores del huerto «La Ribera».

«La jardinera elevada está a 90 cm del suelo y los cubos de compost se quedan en el suelo. Subirlos a pulso es incómodo y, para quien tiene poca fuerza en los brazos, peligroso. Queremos un **elevador manual**: una persona gira una manivela, la carga sube y, si suelta la manivela, la carga no puede caer. Antes de construir uno grande, necesitamos un **prototipo pequeño** que demuestre que funciona.»

Requisitos pedidos:

1. Sube una carga de **0,5 kg** hasta **40 cm** de altura.
2. El esfuerzo en la manivela es de **0,6 N o menos**, medido con un dinamómetro.
3. Si se suelta la manivela, la carga **no cae** (trinquete).
4. Cabe en una base de **400 × 200 mm** y pesa **600 g o menos**.
5. La estructura no se deforma más de **2 mm** con la carga de 0,5 kg.
6. Se fabrica con herramientas de aula y cuesta **12 € o menos**.
7. Las piezas móviles están protegidas y no hay aristas vivas.

«Gracias, Noa y Karim.»

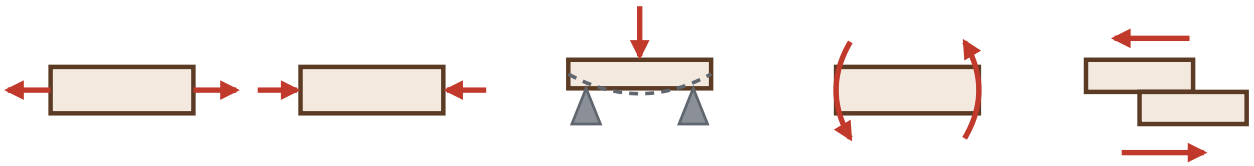
Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno. El centro, las personas y los precios son inventados.

Subraya los requisitos que se refieren a la estructura y los que se refieren al mecanismo. ¿Cuál se puede medir con un dinamómetro y cuál con una regla?

F2 Esfuerzos en los elementos y triangulación

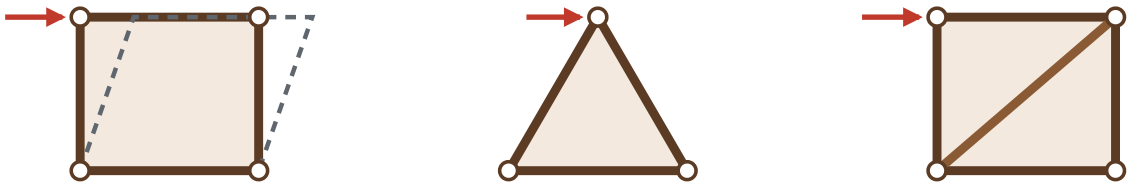
ESQUEMA

Los cinco esfuerzos básicos



Tracción	Compresión	Flexión	Torsión	Cortadura
cuerda del torno	pata del pórtico	listón con carga	eje de la manivela	tornillo de unión

Triangular una estructura: añadir barras para formar triángulos



Cuadrado: se deforma · **Triángulo: indeformable** · **Cuadrado + diagonal: rígido**

Tracción: la fuerza estira el elemento (una cuerda). **Compresión:** lo aplasta (una pata). **Flexión:** lo curva (una viga entre dos apoyos). **Torsión:** lo retuerce (un eje con la manivela). **Cortadura:** dos fuerzas paralelas y contrarias lo cortan (un tornillo que une dos piezas).

Un polígono de lados articulados se deforma con cualquier empujón, salvo el **triángulo**, que no puede cambiar de forma sin variar la longitud de sus lados. Por eso las grúas, los puentes y las repisas se **triangulan**.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Las flechas rojas indican fuerzas; las líneas discontinuas, la deformación exagerada.

¿Qué esfuerzo soporta la cuerda de nuestro torno? ¿Y las patas del pórtico? ¿Dónde colocarías la diagonal de una repisa para que trabaje a tracción?

F3 Materiales del elevador y secciones de los perfiles

DATOS

Material	Densidad (g/cm³)	Módulo de elasticidad E (MPa)	Uso en el elevador
Madera de pino	0,52	9 000	Patas, tirantes y travesaños (listón de 10 × 10 mm)
Contrachapado de 4 mm	0,60	—	Tablero base, mejillas del torno y manivela
Acero (varilla de ⌀ 4 mm)	7,85	210 000	Ejes del piñón, la rueda y la polea
Plástico ABS	1,05	2 000	Engranajes, tambor y trinquete del kit

Momento de inercia de una sección rectangular (ancho b, alto h, en mm): $I = b \cdot h^3 / 12$, en mm^4. Mide cómo de bien resiste la sección la flexión: **la altura h, medida en la dirección de la carga, pesa al cubo.**

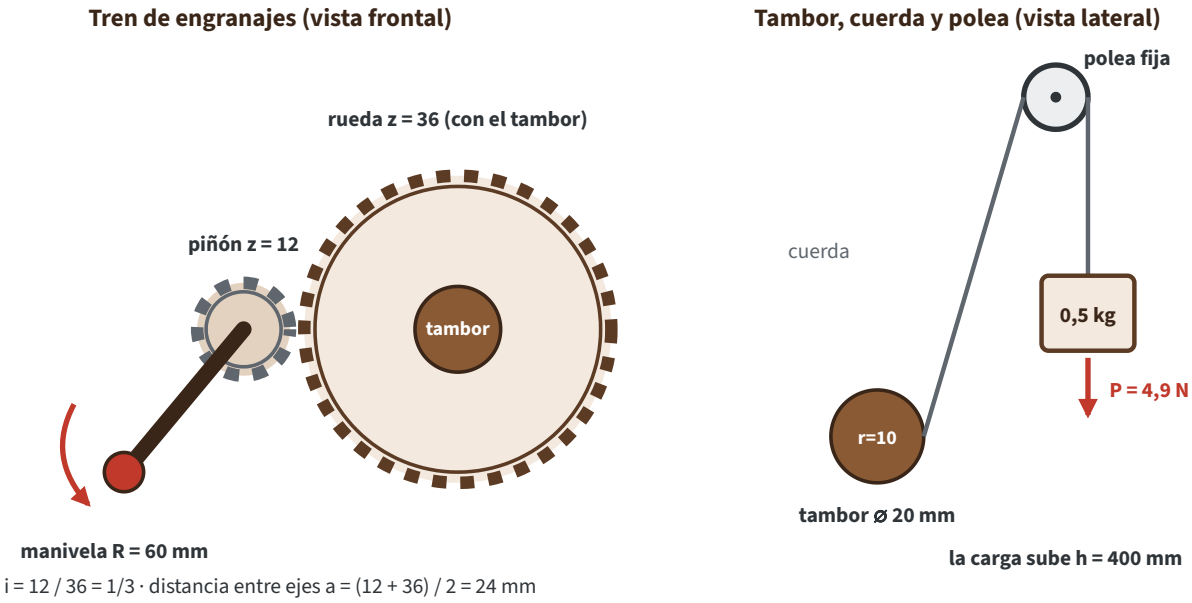
Flecha en el centro de un listón apoyado en sus dos extremos, con una carga F en el centro y separación L entre apoyos: $\delta = F \cdot L^3 / (48 \cdot E \cdot I)$. Con F en newtons, L en mm, E en MPa (N/mm^2) e I en mm^4, δ sale en mm.

Peso de una masa: $P = m \cdot g$, con g = 9,8 N/kg. Por ejemplo, 0,5 kg pesan 4,9 N.

Fuente: Valores orientativos de densidad y módulo de elasticidad. Pino: densidad de 520 kg/m^3 (madera secada al aire) y módulo de elasticidad de unos 9 000 MPa como valor típico de madera blanda. Acero: 210 000 MPa. ABS: unos 2 000 MPa. Contrachapado: valor ilustrativo.

F4 El tren mecánico: manivela, engranajes, tambor y polea. Ejemplo resuelto

ESQUEMA



Datos: carga 0,5 kg → peso P = 0,5 × 9,8 = **4,9 N**; manivela R = 60 mm; tambor de radio r = 10 mm; piñón z1 = 12 (en la manivela); rueda z2 = 36 (en el eje del tambor); altura h = 400 mm.

Paso 1 · Relación de transmisión. i = z1 / z2 = 12 / 36 = **1/3**: la rueda y el tambor giran a un tercio de las vueltas de la manivela, pero con el triple de fuerza (par).

Paso 2 · Ventaja mecánica ideal. VM = (R / r) × (z2 / z1) = (60 / 10) × 3 = 6 × 3 = **18**. Con la manivela se necesita 18 veces menos fuerza que a pulso.

Paso 3 · Esfuerzo ideal. F = P / VM = 4,9 / 18 = **0,27 N** (sin rozamientos).

Paso 4 · Vueltas. Para subir 400 mm, el tambor debe recoger 400 mm de cuerda. Una vuelta recoge 2π · 10 = 62,8 mm, así que el tambor da 400 / 62,8 = 6,37 vueltas y la manivela, 6,37 × 3 = **19,1 vueltas**.

Paso 5 · Balance de trabajo. El trabajo útil es P · h = 4,9 × 0,40 = **1,96 J**. La manivela recorre 19,1 vueltas × 2π × 0,06 m = 7,2 m con 0,27 N: 0,27 × 7,2 = 1,96 J. **Lo que se gana en fuerza se pierde en recorrido.**

Paso 6 · Rendimiento. Si en el ensayo hace falta un esfuerzo de 0,6 N, el rendimiento es η = 0,27 / 0,6 = **0,45 (45 %)**. El resto se pierde por rozamiento.

Polea fija: solo cambia la dirección de la cuerda; no reduce la fuerza. Sobre su eje la estructura soporta la carga más la tensión de la cuerda, es decir, **el doble** (9,8 N).

Fuente: Esquema y cálculo de elaboración propia con un kit de engranajes genérico de módulo 1 mm (los dientes son esquemáticos y el dibujo no está a escala).

¿Qué pasaría con las vueltas y con el esfuerzo si la rueda tuviera 40 dientes en lugar de 36? ¿Por qué un tren con más reducción cuesta más tiempo?

F5 Kit del elevador y precios

DATOS

Material	Descripción	Cantidad	Precio unitario (€)
Listón de pino	10 × 10 × 1 000 mm: patas, tirantes y travesaños	3	0,90
Tablero de contrachapado	4 mm de grosor, 400 × 200 mm (el recorte sirve para manivela y mejillas)	1	1,20
Kit de engranajes	Módulo 1 mm; z = 8, 12, 20, 24, 36 y 40; tambor de ⌀ 20 mm	1	4,50
Varilla de acero	⌀ 4 mm, 250 mm de largo (ejes)	2	0,40
Cuerda de algodón	1,5 m	1	0,30
Polea fija	⌀ 30 mm, con eje	1	0,80
Trinquete	Rueda de 12 dientes y uña de bloqueo	1	0,80
Tornillos y cola	Tornillos de 3 × 16 mm, arandelas y cola blanca	1	0,50

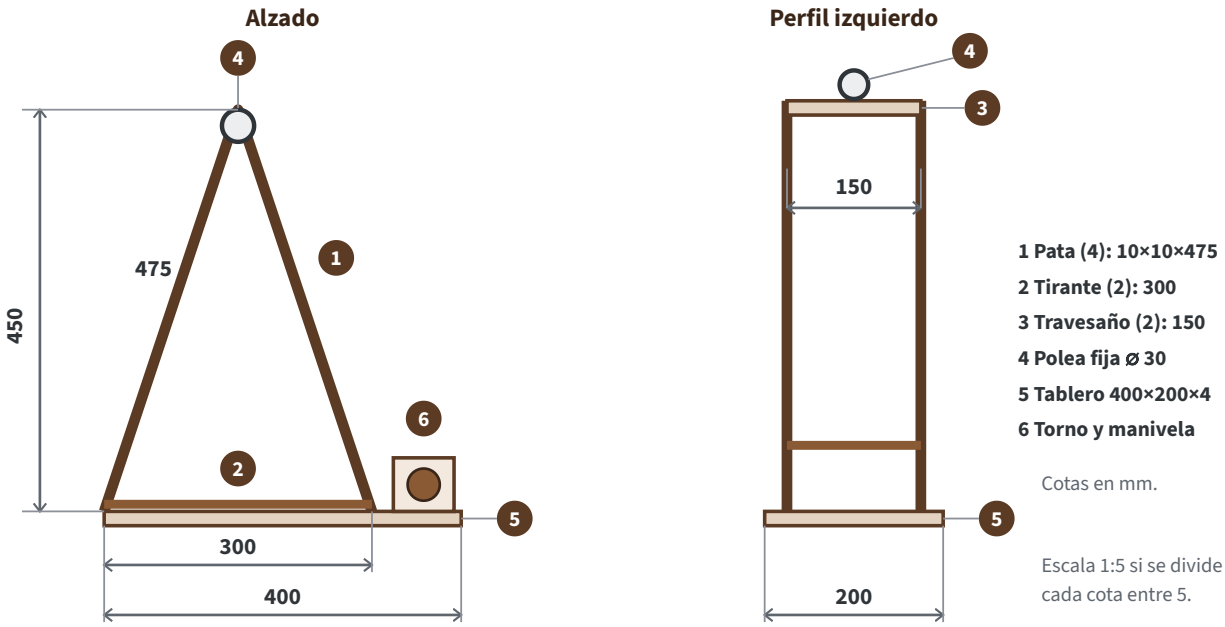
Engranajes de módulo 1 mm: el diámetro primitivo es d = m · z (en mm), y la distancia entre ejes de dos ruedas es a = (z1 + z2) / 2 · m. Para las ruedas de 12 y 36 dientes, a = 24 mm. **Si los ejes no están a esa distancia (con un error de ±0,5 mm), los engranajes se atascan o saltan.**

Precio máximo del encargo: 12 €.

Fuente: Lista de materiales y precios ilustrativos creados para este cuaderno; los precios reales dependen del proveedor.

F6 Plano de conjunto del elevador (alzado y perfil izquierdo)

ESQUEMA



Observa: el alzado muestra la triangulación (patas y tirante) y el perfil muestra la separación de 150 mm entre los dos pórticos y el ancho de 200 mm del tablero. La longitud de la pata sale del teorema de Pitágoras: $\sqrt{(150^2 + 450^2)} = 474{,}3$ mm, que se redondea a 475 mm.

Fuente: Plano de elaboración propia. Cotas en milímetros. Para dibujarlo a escala 1:5, divide cada cota entre 5.

¿Qué piezas se ven en el alzado y no en el perfil? ¿Por qué es necesaria la vista de perfil para conocer el ancho del conjunto?

F7 Protocolo de fabricación, montaje y ensayo del elevador

PROTOCOLO

Material y herramientas: listones, tablero, kit de engranajes, varillas, cuerda, polea, trinquete, tornillos y cola; regla metálica, escuadra, lápiz, lima, lija, destornillador, dinamómetro de 1 N, pesas, regla milimetrada y gafas.

Equipo de protección y riesgos: gafas al cortar y lijar; riesgo de cortes y de astillas, de pinzamiento de dedos entre engranajes y de caída de la carga. Los cortes con sierra de marquetería y el taladrado de los ejes los hace el docente o se hacen con supervisión directa. Carga máxima de ensayo: 500 g; zona inferior despejada.

Procedimiento:

1. Traza las piezas sobre el listón con regla y escuadra, aplicando la lista de corte; deja 3 mm entre cortes por la pérdida de la sierra.
2. Comprueba cada medida dos veces; el docente corta y tú lijas los bordes.
3. Ensambla cada pórtico con cola blanca, pinzas y cartelas de contrachapado en los vértices; deja secar 20 minutos.
4. Mide las dos diagonales del tablero y de cada pórtico: deben coincidir con un error de ±2 mm.
5. Une los pórticos con los travesaños y fija la estructura al tablero; coloca la polea en el vértice.
6. Monta el torno: ejes a 24 mm de distancia, piñón en la manivela, rueda con el tambor, mejilla de protección y trinquete; comprueba que gira sin atascos.
7. Ata la cuerda al tambor, pásala por la polea y cuelga la carga de 100 g.
8. Ensaya con 100, 200, 300, 400 y 500 g: mide con el dinamómetro la fuerza necesaria en la manivela, comprueba la altura de 40 cm y suelta la manivela para ver si el trinquete retiene la carga.
9. Anota fallos y desviaciones en el registro y aplica una mejora.

Limpieza y residuos: recoge serrín y recortes (los de madera aprovechable van a la caja de reutilización); herramientas en su panel; mesa limpia de cola.

Resultado esperable: estructura sin deformación visible, tren que gira sin saltos y esfuerzo medido de entre 0,4 y 0,7 N con 500 g.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F8 Previsión del ensayo de flexión de un listón de pino (L = 300 mm)

DATOS

Montaje	Sección (mm)	I (mm⁴)	Carga	Flecha prevista (mm)
Listón tumbado	20 × 3 (3 mm de alto)	45	0,5 kg (4,9 N)	6,8
Listón de canto	20 × 3 (20 mm de alto)	2 000	0,5 kg (4,9 N)	0,15
Listón de canto	20 × 3 (20 mm de alto)	2 000	2 kg (19,6 N)	0,61
Listón cuadrado	10 × 10	833	0,5 kg (4,9 N)	0,37
Listón cuadrado	5 × 5	52	0,5 kg (4,9 N)	5,9

Cómo se usa: apoya el listón en dos soportes separados 300 mm y cuelga la carga en el centro; mide la flecha con la regla milimetrada o un calibre. La flecha medida será parecida, no igual, a la prevista, porque la madera varía y los apoyos no son perfectos.

Conclusión del cálculo: al poner el mismo listón de canto en vez de tumbado, I es 2 000 / 45 = **44 veces mayor** y la flecha, 44 veces menor, sin gastar más madera. Con la sección cuadrada de 5 × 5, I es 16 veces menor que la de 10 × 10 y la flecha, 16 veces mayor.

Fuente: Cálculo de elaboración propia con E = 9 000 MPa y la fórmula $\delta = F \cdot L^3 / (48 \cdot E \cdot I)$ de F3, con g = 9,8 N/kg.

F9 Un caso real: el Puente Bizkaia (Puente Colgante)

TEXTO

El **Puente Bizkaia**, conocido como Puente Colgante, une Portugalete y Getxo sobre la ría del Nervión. Es un **puente transbordador**: en lugar de un tablero fijo que bloquee el paso de los barcos, una **góndola** colgada de la estructura cruza de una orilla a la otra, y la estructura está sostenida por **cables tensos**.

Reúne en un solo objeto lo que vamos a trabajar: una **estructura** metálica que soporta cargas (con barras que trabajan a tracción y a compresión) y un **mecanismo** que produce un movimiento útil (la góndola que se desplaza). Su pasarela superior cruza unos 160 metros y se eleva unos 50 metros sobre la ría.

- **Estructura:** torres y pasarela formadas por barras de metal, con muchos triángulos.
- **Mecanismo:** la góndola, que transporta personas y vehículos de una orilla a otra.
- **Ensayo y mantenimiento:** se revisan de forma periódica los cables y las piezas móviles.

Fuente: Datos del Puente Bizkaia (Portugalete-Getxo) del portal de turismo del Gobierno Vasco: inaugurado el 28 de julio de 1893 y diseñado por Alberto Palacio; Patrimonio Mundial de la UNESCO desde 2006.

Señala dos elementos de la estructura y uno del mecanismo. ¿Qué esfuerzo soportan los cables que sostienen la góndola?

F10 Glosario del sistema mecánico

GLOSARIO

Estructura	Conjunto de elementos que soporta cargas y mantiene la forma de un objeto.
Esfuerzo	Fuerza interna que aparece en un elemento al recibir cargas: tracción, compresión, flexión, torsión o cortadura.
Triangulación	Disposición de barras en triángulos para que la estructura no se deforme.
Momento de inercia (I)	Magnitud de la sección que mide su resistencia a la flexión; en un rectángulo, $I = b \cdot h^3 / 12$.
Flecha	Deformación (desplazamiento vertical) de una viga sometida a flexión.
Mecanismo	Sistema que transmite o transforma el movimiento y la fuerza.
Relación de transmisión (i)	Cociente entre los dientes de la rueda motriz y la conducida ($i = z1 / z2$); indica cuánto cambia la velocidad.
Ventaja mecánica	Cociente entre la fuerza de la carga y la fuerza que hay que hacer; mide cuánto se multiplica la fuerza.
Rendimiento (η)	Cociente entre el esfuerzo ideal y el real, o entre el trabajo útil y el aportado; siempre menor que 1.
Trinquete	Mecanismo con una rueda de dientes y una uña que permite girar en un sentido y bloquea el contrario.
Cota y escala	La cota es la medida escrita en un plano; la escala (1:5) indica cuánto se ha reducido el dibujo respecto al objeto real.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

FICHA 1 Analizamos máquinas y repartimos funciones

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, lee el encargo (F1) y los esfuerzos (F2).

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

¿Qué esfuerzo soporta una cuerda que cuelga una carga?

◯ Compresión ◯ Tracción ◯ Torsión

Un mecanismo sirve para…

◯ evitar que una estructura se deforme ◯ aumentar la masa de una máquina

◯ transmitir o transformar el movimiento y la fuerza

La triangulación hace que una estructura…

◯ resista menos la flexión ◯ sea indeformable ◯ pese más

Si el engranaje motriz tiene 12 dientes y el conducido 36, el conducido gira…

◯ a la misma velocidad ◯ 3 veces más lento ◯ 3 veces más rápido

2 **Análisis de máquinas. Completa la tabla de tres máquinas cotidianas: qué parte hace de estructura, qué mecanismo transmite el movimiento y cuál es su función.**

Máquina	Estructura (qué soporta)	Mecanismo (qué mueve)	Función principal
Bicicleta			
Grúa de obra			
Abrelatas manual			

3 **Lee el encargo (F1). Clasifica los siete requisitos en tres grupos (estructura, mecanismo, general) y di cómo mediríais cada uno de los tres que más os preocupen.**

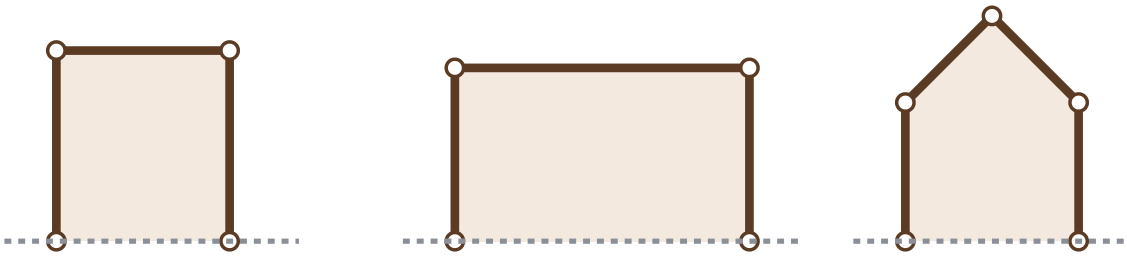
4 **Dibuja el diagrama de bloques del elevador: entrada (qué hace la persona), proceso (qué pasa en cada elemento) y salida (qué ocurre con la carga).**

FICHA 2 Perfiles, uniones y triangulación

SESIÓN 2

Usa los esfuerzos y la triangulación (F2), los materiales y las fórmulas (F3) y la previsión del ensayo (F8).

1 **Triangula estas tres estructuras añadiendo las barras necesarias para que no se deformen (dibuja con regla).**



A · marco de repisa **B · puerta de la jardinera** **C · soporte con tejadillo**

2 **Con F3, calcula el momento de inercia $I = b \cdot h^3 / 12$ de un listón de 20 × 3 mm tumbado (h = 3 mm) y de canto (h = 20 mm), cuántas veces mayor es una que otra y la flecha con una carga de 0,5 kg a 300 mm ($\delta = F \cdot L^3 / (48 \cdot E \cdot I)$, E = 9 000 MPa).**

3 **Ensayo de flexión (protocolo F7, pasos de ensayo). Registra las flechas medidas y compáralas con las previstas en F8.**

Montaje	Carga (g)	Flecha medida (mm)	Flecha prevista (mm)	¿Recupera la forma?
Listón tumbado	500			
Listón de canto	500			
Listón de canto	2 000			

4 **Relaciona cada esfuerzo con el elemento del elevador que lo soporta.**

1	Tracción	a	Cuerda entre tambor y carga
2	Compresión	b	Tablero entre apoyos
3	Flexión	c	Patas del pórtico
4	Torsión	d	Eje de la manivela

FICHA 3 Diseñamos el tren mecánico

SESIÓN 3

Con el ejemplo resuelto de F4 y el kit de F5, compara trenes de engranajes. Datos: carga 0,5 kg (P = 4,9 N); R = 60 mm; r = 10 mm; h = 400 mm.

1 **Completa la tabla para cuatro trenes (z motriz → z conducida). Usa VM = (R / r) × (z2 / z1), F = P / VM, vueltas = (400 / 62,8) / i y a = (z1 + z2) / 2.**

Tren	i = z1 / z2	Ventaja mecánica	Esfuerzo ideal (N)	Vueltas de manivela	Distancia entre ejes (mm)
20 → 20					
12 → 24					
12 → 36					
8 → 40					

2 **Elige el tren que cumple el encargo suponiendo un rendimiento del 50 %: esfuerzo real de 0,6 N o menos y no más de 25 vueltas. Justifica la elección y descarta los demás.**

3 **Balance de trabajo del tren elegido: calcula el trabajo útil (P · h) y el trabajo ideal de la manivela (fuerza × recorrido de la mano en las vueltas calculadas). ¿Por qué se ganan fuerza y se pierde recorrido?**

4 **Los dos engranajes elegidos se montan sobre el tablero. ¿A qué distancia exacta deben taladrarse los agujeros de los ejes? ¿Qué pasa si el error es de 2 mm?**

FICHA 4 Representamos el conjunto y planificamos

SESIÓN 4

Usa el plano de conjunto (F6), el kit y los precios (F5) y la escala.

1 **Escalas. El pórtico mide 450 mm de alto y 300 mm de base, y el tablero, 400 mm. Calcula sus medidas en el papel a escala 1:5 y a escala 1:2. ¿En cuál de las dos cabe el alzado completo (tablero incluido) en la altura de un A4 vertical, 297 mm?**

Medida real (mm)	Escala 1:5 (mm)	Escala 1:2 (mm)
Altura del pórtico: 450		
Base del pórtico: 300		
Tablero: 400		

2 **Dibuja a mano alzada, con regla, el alzado y el perfil izquierdo de tu elevador con todas las cotas en mm.**

3 **Lista de corte. Cada listón mide 1 000 mm y la sierra pierde 3 mm por corte. Calcula la longitud de la pata con Pitágoras y cuántos listones hacen falta para 4 patas, 2 tirantes de 300 mm y 2 travesaños de 150 mm. ¿Cuánto sobra?**

4 **Presupuesto. Con los precios de F5 calcula el coste total y comprueba si cumple el límite de 12 €.**

Material	Cantidad	Precio unitario (€)	Coste (€)
Listón de pino	3	0,90	
Tablero de contrachapado	1	1,20	
Kit de engranajes	1	4,50	
Varilla de acero	2	0,40	
Cuerda, polea, trinquete, tornillos y cola			
Total			

FICHA 5 Fabricamos y montamos

SESIÓN 5

Sigue el protocolo F7 y fotografía cada paso. Anota todas las medidas reales.

1 **Lista de seguridad. Marca cada norma cuando todo el equipo la haya entendido.**

- [ ] Llevamos gafas al lijar y al cortar; la sierra y el taladro los maneja el docente o se usan con supervisión directa.
- [ ] Medimos dos veces antes de cortar y dejamos 3 mm por corte.
- [ ] El torno lleva mejilla de protección y no se toca la cuerda en movimiento.
- [ ] La carga máxima de ensayo es de 500 g y la zona inferior está despejada.
- [ ] Recogemos serrín y recortes y separamos la madera reutilizable.

2 **Registro de montaje. Anota las medidas reales de las piezas y las desviaciones respecto al plano (tolerancia: ±2 mm).**

Pieza o medida	Plano (mm)	Real (mm)	Desviación (mm)	¿Dentro de ±2 mm?
Pata				
Diagonal del pórtico				
Diagonal del tablero				
Distancia entre ejes				

3 **Registro de incidencias: anota cada problema que aparezca y cómo lo habéis resuelto.**

Incidencia	Causa probable	Solución aplicada

4 **Puntuad cómo ha trabajado el equipo hoy (1 = poco, 4 = mucho).**

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Hemos seguido el plano y la lista de corte.	○	○	○	○
Hemos respetado las normas de seguridad.	○	○	○	○
Hemos aprovechado la madera y limpiado el puesto.	○	○	○	○

FICHA 6 Ensayamos, medimos y corregimos

SESIÓN 6

Ensaya con cargas crecientes y mide con el dinamómetro. Después diagnostica y mejora.

1 **Ensayo de cargas. Para cada carga anota la fuerza en la manivela, si sube 40 cm y si el trinquete retiene la carga al soltar.**

Carga (g)	Peso (N)	Esfuerzo medido (N)	¿Sube 40 cm?	¿Retiene al soltar?
100				
200				
300				
400				
500				

2 **Rendimiento. Con 500 g, un equipo midió 0,6 N en la manivela. Calcula el esfuerzo ideal del tren 12 → 36 y el rendimiento. Después calcula el de tu equipo con tu medida.**

3 **Diagnóstico de fallos. Completa la tabla con la causa más probable y una solución.**

Síntoma	Causa probable	Solución
Los engranajes saltan o se atascan		
La cuerda se enrolla montada en el tambor		
La torre se balancea al girar		
La carga baja al soltar la manivela		

4 **Plan de mejora. Elige un cambio, explica qué requisito mejora y cuánto esperas que cambie el esfuerzo o la deformación. Después aplícalo y mídelo.**

FICHA 7 Evidencia individual: la grúa de la biblioteca

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un caso nuevo.

1 **La biblioteca quiere subir cajas de libros de 2 kg a un altillo con una grúa de manivela: R = 150 mm, tambor de r = 40 mm y un tren de piñón de 12 dientes y rueda de 48 dientes. Calcula i, la ventaja mecánica, el peso de la caja (g = 9,8 N/kg), el esfuerzo ideal y las vueltas para subir 600 mm.**

2 **Si el rendimiento es del 40 %, ¿qué esfuerzo real hace falta? ¿Lo puede mover una persona sin problemas? Valora el resultado.**

3 **Una repisa del altillo tiene un marco cuadrado articulado que se deforma al poner libros. Dibuja la solución con una diagonal y di qué esfuerzo soportará esa diagonal.**

4 **Describe dos medidas de seguridad que añadirías a la grúa de la biblioteca.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Memoria técnica de nuestro elevador. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones: es la base de la presentación final.

Necesidad y requisitos

Siete requisitos medibles del encargo.

Diagrama de bloques

Entrada, proceso y salida.

Plano de conjunto acotado

Alzado y perfil con cotas en mm y escala.

Cálculos del tren

Tren elegido, i, VM, esfuerzo, vueltas.

Estructura y esfuerzos

Triangulación, perfil y esfuerzo en patas.

Fabricación y presupuesto

Lista de corte, medidas reales y coste.

Ensayo de carga y rendimiento

Esfuerzo medido y rendimiento.

Fallo detectado y mejora

Síntoma, causa, solución y efecto medido.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Antes de entregar **Sistema mecánico integrado**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El elevador sube 0,5 kg hasta 40 cm y el esfuerzo medido en la manivela es de 0,6 N o menos.
- [ ] El trinquete retiene la carga al soltar la manivela y las piezas móviles están protegidas.
- [ ] El alzado y el perfil están acotados en milímetros, con escala o con la indicación de que no están a escala, y las vistas son coherentes.
- [ ] Los cálculos del tren (i, ventaja mecánica, esfuerzo ideal y vueltas) son correctos y llevan unidades.
- [ ] La estructura está triangulada y el montaje cumple la tolerancia de ±2 mm en las diagonales.
- [ ] La lista de corte incluye la pérdida de sierra y el presupuesto no supera los 12 €.
- [ ] El ensayo con cargas de 100 a 500 g está registrado y se calcula el rendimiento con la medida del dinamómetro.
- [ ] Hay al menos un fallo diagnosticado con causa y solución, y una mejora cuyo efecto se ha medido.
- [ ] Se respetaron las normas de taller, se separaron los residuos y se citan los recursos de terceros con su licencia.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

_____

_____

Firma del equipo / fecha de entrega

_____

_____

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Sistema mecánico integrado**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	Traduce el encargo en requisitos medibles (carga, altura, esfuerzo, base, masa y coste), compara varios trenes con cálculos y elige uno justificado que integra estructura y mecanismo.	Define requisitos y elige el tren con un cálculo correcto y una justificación suficiente.	Los requisitos no se pueden medir o el tren se elige sin comparar alternativas.	No relaciona el diseño con el encargo del huerto ni con requisitos.	
Funcionamiento / evidencia	El elevador sube 0,5 kg a 40 cm con un esfuerzo de 0,6 N o menos, el trinquete retiene la carga y el ensayo con cargas crecientes y el rendimiento se registran y se interpretan.	Sube la carga y cumple casi todos los requisitos, con ensayo y medida del esfuerzo suficientes.	Sube la carga solo en parte o el ensayo y las medidas son incompletos.	No sube la carga o no hay ensayo.	
Documentación técnica	Plano de conjunto con alzado y perfil acotados en mm y escala, lista de corte, presupuesto y cálculos con unidades: otro equipo podría fabricarlo.	Plano y cálculos suficientes, con alguna cota, unidad o escala sin indicar.	Faltan cotas, vistas o cálculos y cuesta reproducir el montaje.	Documentación insuficiente para entender el sistema.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre las normas del taller, protege las piezas móviles, ensaya con cargas pequeñas, reduce desperdicio de madera con la lista de corte y piensa en el uso accesible del elevador.	Cumple las normas de seguridad y aprovecha recortes de madera.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material.	Incumple normas de seguridad o carga el sistema por encima de lo permitido.	
Iteración y cooperación	Detecta fallos con el ensayo, los diagnostica con causa y solución y aplica una mejora cuyo efecto mide; los roles y las decisiones se gestionan con claridad.	Aplica una mejora tras el ensayo y coopera adecuadamente.	La mejora no se basa en medidas o la cooperación es irregular.	No revisa el prototipo tras los ensayos o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular la relación de transmisión y la ventaja mecánica de un tren de engranajes y explicar por qué se pierde recorrido.	○	○	○	○
Sé explicar por qué se triangula una estructura y cómo influye la forma de la sección de un listón en su flexión.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Aquí tienes el mecanismo ya preseleccionado, un plano parcial con cotas que completar y los pasos de montaje guiados.

Mecanismo preseleccionado

Tren: piñón de 12 dientes en la manivela y rueda de 36 dientes en el eje del tambor.

Datos: manivela R = 60 mm; tambor r = 10 mm; carga 0,5 kg → P = 4,9 N; altura 40 cm.

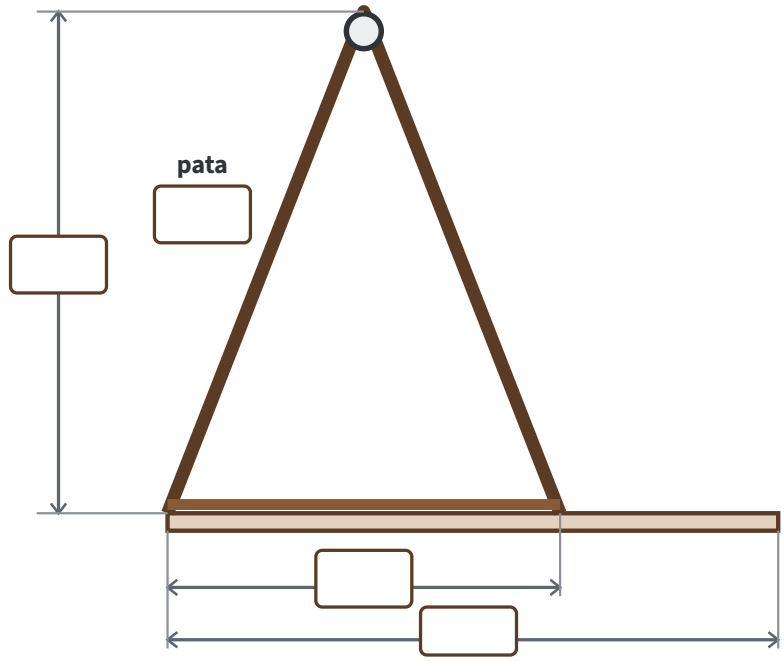
Resultados que ya conoces: i = 1/3; VM = 18; esfuerzo ideal = 0,27 N; vueltas de manivela = 19,1.

Distancia entre ejes: 24 mm.

Pasos de montaje guiados

1. Corta (el docente) 4 patas de 475 mm, 2 tirantes de 300 mm y 2 travesaños de 150 mm.
2. Encola cada pórtico: 2 patas y 1 tirante en la base.
3. Une los pórticos con los travesaños y fija la estructura al tablero.
4. Taladra (el docente) los ejes a 24 mm de distancia.
5. Monta piñón, rueda con tambor, manivela y trinquete.
6. Ata la cuerda, pásala por la polea y ensaya con 100 g.

1 **Completa las cotas que faltan en el plano parcial del alzado (escribe los valores en mm en los recuadros).**



Pregunta

¿Qué cota no se puede medir directamente en el alzado y cómo se calcula?

2 **Completa los cálculos guiados con los datos del apoyo.**

1. i = z1 / z2 = _____ / _____ = _____

2. Ventaja mecánica = (R / r) × (z2 / z1) = (_____ / _____) × _____ = _____

3. Esfuerzo ideal = P / VM = _____ / _____ = _____ N

4. Vueltas del tambor para 400 mm = 400 / (2π · _____) = _____; vueltas de manivela = _____ × _____ = _____

3 **Elige la respuesta correcta.**

¿Por qué se añade el tirante entre las dos patas?

◯ Para que pese más ◯ Para que la polea gire ◯ Para que el pórtico forme un triángulo indeformable

Si se usara una rueda de 40 dientes con el mismo piñón de 12…

◯ el esfuerzo ideal baja y las vueltas suben ◯ el esfuerzo ideal sube y las vueltas bajan ◯ no cambia nada

El trinquete sirve para…

◯ reducir el peso de la carga ◯ aumentar la velocidad ◯ evitar que la carga caiga al soltar la manivela

ANEXO 9

Ampliación

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Optimizar el equilibrio entre velocidad, par y masa estructural

Un buen diseño no es el que más fuerza gana, sino el que equilibra requisitos que se oponen. Estudia **dos mejoras** y decide con datos: un **tren de dos etapas** que gana más fuerza a costa de dar más vueltas, y **listones más finos** que ahorran madera a costa de la seguridad frente al pandeo.

F11 Opciones de optimización

DATOS

Opción	Tren / listón	Ventaja mecánica	Esfuerzo ideal (N)	Vueltas de manivela	Carga crítica por pata (N)	Masa de las 4 patas (g)
Base	12 → 36 · pata 10 × 10	18	0,27	19,1	328	98,8
Dos etapas	12 → 36 y 12 → 24 · pata 10 × 10	36	0,14	38,2	328	98,8
Patas finas	12 → 36 · pata 5 × 5	18	0,27	19,1	20,5	24,7

Compresión real por pata (con la polea fija): 5,2 N. **Factor de seguridad** = carga crítica / carga real.

Fuente: Cálculos de elaboración propia con los datos del elevador (P = 4,9 N, R = 60 mm, r = 10 mm, h = 400 mm). El pandeo de una pata se estima con la fórmula de Euler para una barra articulada, $P = \pi^2 \cdot E \cdot I / L^2$, con E = 9 000 MPa y L = 475 mm; es un valor orientativo.

Pasos

1. Calcula el factor de seguridad de las patas de 10 × 10 y de 5 × 5 (carga crítica / 5,2 N). ¿Qué ocurre con las de 5 × 5?
2. Decide qué sección elegirías para las patas si quieres un factor de seguridad de al menos 10 y la mínima masa. Justifica con los datos de la tabla.
3. Compara el tren de dos etapas con el tren base: ¿cuánto baja el esfuerzo y cuántas vueltas más hay que dar? ¿Compensa para una persona con poca fuerza en los brazos?
4. Calcula el tiempo para subir la carga si se gira a 1 vuelta por segundo en cada opción.
5. Redacta una recomendación de diseño de una página para el huerto, con la opción elegida y los riesgos.

1 **Completa el cálculo del factor de seguridad y del tiempo de subida.**

Opción	Factor de seguridad	Tiempo de subida a 1 vuelta/s (s)
Base: 12 → 36 · pata 10 × 10		
Dos etapas · pata 10 × 10		
Patas finas · pata 5 × 5		

Entrega

Ficha de optimización con la tabla completada, la opción recomendada, la justificación con datos y los riesgos.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 2 · Estructuras y mecanismos para resolver

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: tracción; transmitir o transformar el movimiento y la fuerza; sea indeformable; 3 veces más lento.
2. Bicicleta: estructura, el cuadro (tubos triangulados); mecanismo, pedales, plato, cadena y piñón; función, trasladar a una persona con su propia fuerza. Grúa de obra: estructura, torre y pluma trianguladas; mecanismo, torno y polipasto con cable; función, elevar cargas pesadas. Abrelatas manual: estructura, mangos; mecanismo, palanca, rueda dentada y cuchilla; función, abrir latas con poca fuerza.
3. Estructura: requisito 5 (deformación de 2 mm, se mide con la regla) y parte del 4. Mecanismo: requisitos 1, 2 y 3 (altura con regla, esfuerzo con dinamómetro y retención al soltar). General: 4, 6 y 7. Valorar la elección de instrumentos de medida adecuados.
4. Entrada: la persona gira la manivela con una fuerza pequeña. Proceso: la manivela mueve el piñón, la rueda y el tambor, el tambor recoge la cuerda y la polea cambia su dirección; la estructura soporta las cargas y el trinquete bloquea el giro inverso. Salida: la carga de 0,5 kg sube 40 cm y queda retenida.

Ficha 2

1. A (marco): una diagonal. B (puerta, rectángulo): una diagonal, o dos en forma de X. C (soporte con tejadillo): al menos dos barras horizontal y diagonales que formen triángulos; por ejemplo, una barra horizontal entre los dos puntos de 100 de altura y una diagonal desde la base de un lado al vértice. Valorar que todos los polígonos queden divididos en triángulos.
2. I tumbado = $20 \times 3^3 / 12 = 45$ mm^4. I de canto = $3 \times 20^3 / 12 = 2\,000$ mm^4. Relación: 2 000 / 45 = 44 veces. F = 0,5 × 9,8 = 4,9 N. Flecha tumbado: $4{,}9 \times 300^3 / (48 \times 9\,000 \times 45) = 6{,}8$ mm. Flecha de canto: $4{,}9 \times 300^3 / (48 \times 9\,000 \times 2\,000) = 0{,}15$ mm.
3. Valores previstos: 6,8; 0,15 y 0,61 mm. Resultado plausible medido: tumbado, entre 6 y 9 mm; de canto con 0,5 kg, apenas medible (menos de 0,5 mm); de canto con 2 kg, 0,5 a 1 mm. Debe observarse que la flecha de canto es mucho menor y que, quitada la carga, el listón recupera la forma (deformación elástica).
4. Tracción: cuerda entre tambor y carga. Compresión: patas del pórtico. Flexión: tablero entre apoyos. Torsión: eje de la manivela.

Ficha 3

1. Con VM = (60 / 10) × (z2 / z1) = 6 × (z2 / z1) y vueltas = 6,37 / i. 20 → 20: i = 1; VM = 6; F = 4,9 / 6 = 0,82 N; 6,4 vueltas; a = 20 mm. 12 → 24: i = 1/2; VM = 12; F = 0,41 N; 12,7 vueltas; a = 18 mm. 12 → 36: i = 1/3; VM = 18; F = 0,27 N; 19,1 vueltas; a = 24 mm. 8 → 40: i = 1/5; VM = 30; F = 0,16 N; 31,8 vueltas; a = 24 mm.
2. Con rendimiento del 50 %, el esfuerzo real es el doble: 1,63 N; 0,82 N; 0,54 N y 0,33 N. Solo 12 → 36 (0,54 N y 19,1 vueltas) y 8 → 40 (0,33 N) cumplen 0,6 N; este último requiere 31,8 vueltas, más de 25, así que se descarta. Elegido: 12 → 36.
3. Trabajo útil = 4,9 N × 0,40 m = 1,96 J. Recorrido de la mano: 19,1 vueltas × 2π × 0,06 m = 7,2 m; trabajo ideal = 0,27 N × 7,2 m = 1,96 J (igual al útil, sin pérdidas). Para multiplicar la fuerza por 18 hay que recorrer 18 veces más camino con la manivela (7,2 m frente a 0,40 m): lo que se gana en fuerza se pierde en recorrido.
4. Distancia entre ejes a = (12 + 36) / 2 = 24 mm (con m = 1 mm). Con un error de 2 mm los dientes no engranan bien: con +2 mm se separan y saltan; con −2 mm se atascan.

Ficha 4

1. 1:5: 90 mm, 60 mm y 80 mm. 1:2: 225 mm, 150 mm y 200 mm. En 1:2 el alzado (225 mm de alto) cabe en 297 mm; en 1:1 la altura de 450 mm no cabe. Se aceptan 1:5 o 1:2.
2. Croquis: alzado con triángulo, tirante, polea, tablero y torno; perfil con separación de 150 mm y tablero de 200 mm; cotas 450, 300, 400, 150, 200 y 475. Valorar la coherencia de las vistas y que las cotas se escriban en mm.
3. Pata = $\sqrt{(150^2 + 450^2)} = \sqrt{(22\,500 + 202\,500)} = \sqrt{225\,000} = 474{,}3$ mm; se redondea a 475 mm. Listón 1: 2 patas de 475 mm + 2 cortes de 3 mm = 956 mm; listón 2: igual; listón 3: 2 × 300 + 2 × 150 + 4 × 3 = 912 mm. Hacen falta 3 listones; sobran 44 + 44 + 88 = 176 mm (más los cortes).
4. Listones: 3 × 0,90 = 2,70 €; tablero: 1,20 €; kit: 4,50 €; varillas: 2 × 0,40 = 0,80 €; cuerda 0,30 + polea 0,80 + trinquete 0,80 + tornillos y cola 0,50 = 2,40 €. Total = 2,70 + 1,20 + 4,50 + 0,80 + 2,40 = 11,60 €. Cumple el límite de 12 € (sobran 0,40 €).

Ficha 5

1. Todas las casillas marcadas antes de iniciar el corte y el montaje.
2. Registro libre. Valorar medidas reales con desviaciones calculadas (real menos plano) y la comprobación de ±2 mm. Las diagonales del tablero (400 × 200) deben medir $\sqrt{(400^2 + 200^2)} = 447{,}2$ mm; la distancia entre ejes, 24 mm.
3. Incidencias habituales: la cola no seca (más pinzas y tiempo), los engranajes se atascan (ejes a distancia incorrecta), el pórtico se tuerce (comparar diagonales), la cuerda se monta (guiar con una arandela).
4. Autoevaluación del equipo: abierta.

Ficha 6

1. Resultados plausibles: pesos 0,98; 1,96; 2,94; 3,92 y 4,9 N; esfuerzos medidos de 0,12; 0,24; 0,35; 0,47 y 0,6 N; sube 40 cm en todos los casos y el trinquete retiene (sí). Valorar que el esfuerzo crezca de forma aproximadamente lineal con la carga.
2. Esfuerzo ideal = 4,9 / 18 = 0,27 N. Rendimiento = 0,27 / 0,6 = 0,45 (45 %). Para el equipo: $\eta = 0{,}27 / F_{medido}$; debe salir menor que 1.
3. Engranajes saltan o se atascan: distancia entre ejes incorrecta; ajustar a 24 mm. La cuerda se monta: tambor sin guía; añadir mejillas o guía. La torre se balancea: base mal fijada o falta de triangulación; añadir tirante o cartela. La carga baja al soltar: trinquete mal colocado o uña sin presión; ajustar el trinquete.
4. Mejora con requisito y cambio medido, por ejemplo: «ajustar la distancia entre ejes de 26 a 24 mm: el esfuerzo baja de 0,8 a 0,6 N». Valorar que se aplique y se mida.

Ficha 7

1. i = 12 / 48 = 1/4. VM = (150 / 40) × (48 / 12) = 3,75 × 4 = 15. P = 2 × 9,8 = 19,6 N. F ideal = 19,6 / 15 = 1,31 N. Vueltas del tambor para 600 mm: 600 / (2π · 40) = 2,39; vueltas de manivela = 2,39 × 4 = 9,5.
2. Esfuerzo real = 1,31 / 0,40 = 3,3 N. Es un esfuerzo pequeño (como levantar unos 330 g), así que cualquier persona puede moverla; la grúa sube cajas de 2 kg con muy poco esfuerzo, aunque ha de girar unas 10 vueltas.
3. Diagonal que une dos esquinas opuestas del marco, que formen dos triángulos. Según cómo se cargue la repisa, la diagonal soporta tracción o compresión; la que trabaja a tracción (por ejemplo, un cable o un tirante) puede ser más fina.
4. Ejemplos: trinquete de seguridad, mejilla que cubra los engranajes, carga máxima marcada, base ancha o fijada al suelo, zona libre debajo de la carga.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Cotas: altura del pórtico 450; pata 475; base 300 (en el borde inferior), 400 (tablero). La que no se puede medir directamente en el alzado es la pata (475), que se calcula con Pitágoras.
2. i = 12 / 36 = 1/3; VM = (60 / 10) × (36 / 12) = 6 × 3 = 18; F = 4,9 / 18 = 0,27 N; vueltas del tambor = 400 / (2π · 10) = 6,37; vueltas de manivela = 6,37 × 3 = 19,1.
3. Test: para que el pórtico forme un triángulo indeformable; el esfuerzo ideal baja y las vueltas suben; evitar que la carga caiga al soltar la manivela.

Ampliación (Anexo 9)

1. Compresión real por pata, 5,2 N. Pata 10 × 10: factor = 328 / 5,2 = 63. Pata 5 × 5: factor = 20,5 / 5,2 = 3,9, inferior a 10 y demasiado ajustado para una polea que puede recibir sobrecargas (golpes, cargas mayores).
2. Se elige la sección que da al menos factor 10 con la mínima masa: una sección intermedia, por ejemplo 8 × 8, daría $I = 8^4 / 12 = 341$ mm^4 y $P = 9{,}87 \times 9\,000 \times 341 / 475^2 = 134$ N (factor 26), con una masa de 98,8 × (64 / 100) = 63 g. Aceptar 10 × 10 si se justifica la seguridad.
3. Dos etapas: VM = 36 y esfuerzo ideal 0,14 N (la mitad); vueltas 38,2, el doble. Tiempo a 1 vuelta/s: base 19 s; dos etapas, 38 s; patas finas, 19 s. Compensa si la persona tiene muy poca fuerza, pero el doble de tiempo puede cansar; es una decisión sobre qué requisito pesa más.
4. Recomendación abierta: valorar la justificación con datos, el uso de los factores de seguridad y los riesgos reconocidos (pandeo, tiempo, rozamiento).

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (análisis y requisitos, 50 min); sesión 2 (ensayos de listones: preparar listones de 20 × 3 mm y soportes con antelación); sesión 3 (cálculos del tren); sesión 4 (planos, lista de corte y presupuesto); sesión 5 (fabricación: el docente corta y taladra con antelación o durante la sesión); sesión 6 (ensayo y mejora); sesión 7 (presentaciones de 3 minutos y ficha individual de 20 minutos).
- Seguridad: el docente realiza los cortes con sierra de marquetería y el taladrado de los ejes (o los supervisa directamente). Gafas al lijar; carga máxima de ensayo de 500 g con la zona inferior despejada; mejillas de protección en los engranajes.
- Diferenciación: el Anexo 8 ofrece un mecanismo ya preseleccionado y un plano parcial; el Anexo 9 propone optimización con factores de seguridad. Roles rotatorios: coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación.
- Preparación de materiales: revisar el kit de engranajes (módulo 1 mm) y que los agujeros del tablero permitan ajustar la distancia entre ejes; tener dinamómetros de 1 N y pesas de 100 g; usar recortes de contrachapado para manivelas y mejillas.

Errores frecuentes

- Confundir la longitud de la pata con la altura del pórtico en vez de calcularla con Pitágoras.
- Invertir la relación de transmisión (z2 / z1 en vez de z1 / z2) y creer que la rueda grande gira más rápido.
- Olvidar que ganar fuerza supone dar más vueltas, o creer que el rendimiento puede superar el 100 %.
- Colocar los listones de canto o tumbados sin pensar en la dirección de la carga, o no triangular las esquinas.
- No dejar la pérdida de sierra en la lista de corte, o los ejes a una distancia distinta de (z1 + z2) / 2.
- Ensayar sin trinquete o con cargas mayores de las permitidas.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar más el funcionamiento medido y la calidad de los cálculos y del plano que el acabado visual del prototipo.
- Aceptar trenes distintos del 12 → 36 si cumplen los requisitos del encargo y están bien justificados con cálculos correctos.
- En el plano, admitir vistas y cotas distintas siempre que sean coherentes y estén en mm; la escala puede ser 1:2 o 1:5.
- En la ficha 7, valorar que los cálculos lleven unidades y que la valoración del resultado (¿es razonable?) sea coherente.

03

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Electrónica para un problema real

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo convertimos una señal eléctrica en una respuesta útil?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · B · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE4	**PRODUCTO FINAL** Prototipo electrónico de baja tensión	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.2, 2.1, 3.1, 4.1

Contexto, reto y producto

En el IES Ribera del Henares (centro ficticio), la nevera de la cafetería se queda a veces mal cerrada durante el fin de semana. Marta, la encargada, ha perdido alimentos más de una vez, y Youssef, delegado de Ecoescuela en 3.º, ha propuesto que el Club de Tecnología construya un **aviso de puerta abierta** que suene y encienda una luz cuando alguien deje la puerta sin cerrar. En España se desperdiciaron 1.125 millones de kilos de alimentos en los hogares en 2024 (MAPA); cada pérdida evitable cuenta, y también la energía que gasta una nevera abierta.

En esta situación el alumnado aprende a **convertir una señal eléctrica en una respuesta útil**: clasifica sensores y receptores, interpreta y dibuja esquemas con símbolos normalizados, simula antes de montar, calcula con la ley de Ohm la resistencia que protege a un LED y la elige de la serie E12, monta el circuito en una protoboard con pilas de 4,5 V, mide tensiones y corrientes con el multímetro y diagnostica fallos con un método. El prototipo se prueba siempre sobre una maqueta de puerta de cartón: **nunca se conecta a la nevera real ni a la red eléctrica**.

Reto

Diseñar, simular, montar y medir un aviso de puerta abierta de baja tensión (3 pilas AAA, final de carrera, LED con su resistencia y zumbador) que consuma menos de 40 mA y cueste menos de 6 €, documentando esquema, cálculos, medidas y diagnóstico para que otro equipo pueda reproducirlo.

Producto final

Prototipo electrónico de baja tensión.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE1** Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.
- **CE2** Abordar problemas con autonomía, creatividad y cooperación para diseñar y planificar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles.
- **CE3** Aplicar con seguridad técnicas, operadores, sistemas y herramientas para construir o fabricar soluciones tecnológicas sostenibles.
- **CE4** Describir, representar e intercambiar ideas y soluciones con la simbología, el vocabulario y las herramientas digitales adecuadas.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

1.2 Comprender y examinar productos tecnológicos de uso habitual a través del análisis de objetos y sistemas, empleando el método científico y utilizando herramientas de simulación en la construcción de conocimiento.

2.1 Idear y diseñar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles a problemas definidos, aplicando conceptos, técnicas y procedimientos interdisciplinares, así como criterios de sostenibilidad, con actitud emprendedora, perseverante y creativa.

3.1 Fabricar objetos o modelos mediante la manipulación y conformación de materiales, empleando herramientas y máquinas adecuadas, aplicando los fundamentos de estructuras, mecanismos, electricidad y electrónica y respetando las normas de seguridad y salud correspondientes.

4.1 Representar y comunicar el proceso de creación de un producto desde su diseño hasta su difusión, elaborando documentación técnica y gráfica con la ayuda de herramientas digitales, empleando los formatos y el vocabulario técnico adecuados, de manera colaborativa, tanto presencialmente como en remoto.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
A6	Electricidad y electrónica básica: montaje de esquemas y circuitos físicos o simulados. Interpretación, cálculo, diseño y aplicación en proyectos.
D1	Dispositivos digitales. Elementos del hardware y del software. Identificación y resolución de problemas técnicos sencillos.
B2	Técnicas de representación gráfica: acotación y escalas.
B3	Aplicaciones CAD en dos dimensiones y en tres dimensiones para la representación de esquemas, circuitos, planos y objetos.

Concreción didáctica en esta situación

- A6 · Electricidad y electrónica básica: sensores y receptores; símbolos IEC 60617; circuitos serie y paralelo; ley de Ohm; resistencia limitadora de un LED con la serie E12; potencia y autonomía con pilas; montaje en protoboard y medidas con el multímetro.
- D1 · Dispositivos digitales: uso de un simulador de circuitos para predecir y comparar con el montaje real; identificación y resolución de problemas técnicos sencillos con una lista de comprobación de diagnóstico.
- B2 · Técnicas de representación gráfica: esquema eléctrico legible (símbolos, ramas, valores con unidades y rótulos) y vista simplificada del montaje en protoboard.
- B3 · Aplicaciones CAD en dos dimensiones: dibujo del esquema con las herramientas del simulador o del editor de esquemas del centro y exportación como imagen para la documentación.

Objetivos didácticos

- Clasificar sensores (entradas) y receptores (salidas) de uso cotidiano y describir qué señal detecta o produce cada uno en un circuito.
- Interpretar y dibujar esquemas con símbolos normalizados (IEC 60617) y simular un circuito antes de montarlo, anotando la predicción.
- Calcular con la ley de Ohm la resistencia limitadora de un LED, elegir el valor comercial de la serie E12 y resolver asociaciones serie y paralelo sencillas.
- Montar el circuito en una protoboard con alimentación de 4,5 V y medir tensión e intensidad con el multímetro de forma segura, comparando las medidas con las previsiones.
- Diagnosticar fallos con un método (observar, medir, aislar, cambiar una sola cosa y volver a probar) y proponer una mejora justificada.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Analizamos sensores y receptores y definimos qué debe hacer el aviso de puerta abierta

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, tabla de sensores y receptores, requisitos medibles y diagrama de bloques entrada-proceso-salida.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Simulamos circuitos sencillos y practicamos la simbología normalizada

Evidencia: Ficha 2: símbolos nombrados, tabla de predicción y simulación (serie y paralelo) y esquema de un LED con su resistencia.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Calculamos y seleccionamos resistencias en casos guiados

Evidencia: Ficha 3: resistencia de un LED paso a paso, tabla de casos con la serie E12, ley de Ohm, serie y paralelo y código de colores.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Diseñamos la respuesta al problema: esquema, cálculos y presupuesto del aviso

Evidencia: Ficha 4: matriz de alternativas, esquema completo, corrientes, potencia, autonomía y presupuesto.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Montamos el circuito en la protoboard y medimos tensiones e intensidades

Evidencia: Ficha 5: lista de seguridad, tabla de medidas previstas y reales, comparación y comprobación de la suma de tensiones.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Aplicamos la lista de comprobación de diagnóstico a fallos reales y simulados

Evidencia: Ficha 6: tabla de síntomas, causas y comprobaciones, cálculo de un fallo, registro de pruebas y mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentamos el circuito, sus límites y una mejora, y resolvemos un caso nuevo de forma individual

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: piloto de turno de palabra con LED verde y pila de 6 V (cálculo, esquema y diagnóstico).

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.2	Clasificación de sensores y receptores, requisitos medibles del aviso y comparación razonada entre lo previsto, lo simulado y lo medido.	Fichas 1 y 2 y observación / checklist y rúbrica
2.1	Diseño del esquema con dos ramas en paralelo, resistencia calculada y elegida en la serie E12, matriz de alternativas, autonomía y sostenibilidad.	Fichas 3 y 4 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Montaje en la protoboard con polaridad correcta, medidas con el multímetro y normas de baja tensión respetadas.	Fichas 5 y 6 y prototipo / observación sistemática y lista de cotejo
4.1	Esquema normalizado, tablas con unidades, registro de pruebas y presentación del circuito con sus límites y mejora.	Plantilla (Anexo 4), Ficha 7 y presentación / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Traduce el encargo en requisitos medibles (consumo, coste, aviso doble), compara alternativas con una matriz y justifica el esquema y la resistencia con cálculos correctos.	Define requisitos y diseña un esquema adecuado con la resistencia calculada y una justificación suficiente.	Los requisitos no se pueden medir o la resistencia se elige sin calcular ni comparar alternativas.	No relaciona el circuito con la necesidad de la cafetería ni con requisitos.
Funcionamiento / evidencia	Con la puerta abierta suena y luce, con la cerrada no, y las medidas (V e I) coinciden con lo previsto dentro del ±10 % o la diferencia se explica con datos.	El aviso funciona y hay medidas suficientes que se comparan con las previsiones.	Funciona solo en parte o las medidas son incompletas o no se comparan.	No funciona o no hay medidas.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Documentación técnica	Esquema con símbolos normalizados y valores con unidades, tablas de cálculo y de medidas, presupuesto y registro de pruebas; otro equipo podría reproducir el montaje.	Esquema, cálculos y medidas suficientes, con algún símbolo, unidad o valor sin indicar.	Faltan símbolos, unidades o cálculos y cuesta reproducir el montaje.	Documentación insuficiente para entender el circuito.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre la baja tensión, la polaridad y el uso del multímetro, desconecta antes de recablear, diseña un aviso accesible (luz y sonido) y gestiona pilas y residuos.	Cumple las normas de seguridad y considera la accesibilidad y las pilas usadas.	Necesita recordatorios de seguridad o trata la accesibilidad y los residuos de forma superficial.	Incumple normas de seguridad, cortocircuita componentes o usa tensiones no permitidas.
Iteración y cooperación	Diagnostica fallos con el método (observar, medir, aislar, cambiar una sola cosa), documenta síntoma, causa y solución y aplica una mejora cuyo efecto se mide; roles bien gestionados.	Corrige un fallo siguiendo la lista de comprobación y coopera adecuadamente.	Corrige por tanteo, cambiando varias cosas a la vez, o la cooperación es irregular.	No revisa el circuito tras los fallos o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (3-4 personas): portapilas con 3 pilas AAA (4,5 V), final de carrera con palanca (contactos C, NA y NC), LED rojo de 5 mm, resistencia de 180 Ω, zumbador activo de 3-6 V CC, protoboard mini, 5 cables de puente, tijeras y cartón para la maqueta de la puerta.
- Multímetro digital (1 por equipo), resistencias de repuesto (100 Ω, 220 Ω, 330 Ω, 470 Ω y 100 kΩ) para las pruebas de diagnóstico y 1 pila gastada marcada para la práctica de fallos.
- Simulador de circuitos gratuito (por ejemplo, Tinkercad Circuits o PhET «Kit de construcción de circuitos: CC»), un ordenador o tableta del centro por equipo y calculadora.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Baja tensión únicamente: pilas de 4,5 V (nunca más de 6 V), sin cargadores, enchufes ni baterías de litio. El LED lleva siempre su resistencia. No se cortocircuitan las pilas (se calientan) y se desconecta la pila antes de recablear. No se usan componentes dañados; el multímetro se usa solo en las escalas indicadas. Pilas gastadas al punto limpio y mesa recogida al terminar.

Interdisciplinariedad: Física y Química (tensión, intensidad, resistencia, potencia y energía) y Matemáticas (despejar fórmulas, proporcionalidad, redondeos y cálculo de costes).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Circuito base y componentes preseleccionados.

Ampliación

Anexo 9

Añadir control con transistor/módulo adecuado o segundo estado mediante simulación.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

Un lunes por la mañana, Marta abre la nevera de la cafetería y encuentra la puerta entreabierta: el fin de semana entero con el motor funcionando y la comida estropeada. «¿No habrá algo que avise?», se pregunta. Youssef os mira: «Vosotros podéis construirlo». Durante siete sesiones seréis el equipo de electrónica del club: descubriréis qué detecta un sensor y qué hace un receptor, dibujaréis el circuito con los símbolos de los ingenieros, simularéis antes de montar, calcularéis cuánto debe valer una resistencia para que un LED no se funda y mediréis voltios y miliamperios con un multímetro. ¿Conseguiréis que la puerta abierta se oiga y se vea?

> *¿Cómo convertimos una señal eléctrica en una respuesta útil?*

Vuestro reto

Diseñar, simular, montar y medir un aviso de puerta abierta de baja tensión (3 pilas AAA, final de carrera, LED con su resistencia y zumbador) que consuma menos de 40 mA y cueste menos de 6 €, documentando esquema, cálculos, medidas y diagnóstico para que otro equipo pueda reproducirlo.

Lo que vais a producir

Prototipo electrónico de baja tensión.

Seguridad. Baja tensión únicamente: pilas de 4,5 V (nunca más de 6 V), sin cargadores, enchufes ni baterías de litio. El LED lleva siempre su resistencia.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos sensores y receptores y escribimos los requisitos del aviso de puerta abierta.
2. Simulamos circuitos sencillos y aprendemos los símbolos normalizados.
3. Calculamos y elegimos la resistencia del LED con la ley de Ohm y la serie E12.
4. Diseñamos el esquema completo, calculamos corrientes y autonomía y hacemos el presupuesto.
5. Montamos el circuito en la protoboard y medimos tensiones e intensidades con seguridad.
6. Aplicamos la lista de diagnóstico para encontrar y arreglar fallos.
7. Presentamos el circuito, sus límites y una mejora, y resolvemos un caso nuevo cada uno.

Al terminar seré capaz de…

- Clasificar sensores (entradas) y receptores (salidas) de uso cotidiano y describir qué señal detecta o produce cada uno en un circuito.
- Interpretar y dibujar esquemas con símbolos normalizados (IEC 60617) y simular un circuito antes de montarlo, anotando la predicción.
- Calcular con la ley de Ohm la resistencia limitadora de un LED, elegir el valor comercial de la serie E12 y resolver asociaciones serie y paralelo sencillas.
- Montar el circuito en una protoboard con alimentación de 4,5 V y medir tensión e intensidad con el multímetro de forma segura, comparando las medidas con las previsiones.
- Diagnosticar fallos con un método (observar, medir, aislar, cambiar una sola cosa y volver a probar) y proponer una mejora justificada.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

Todo lo necesario para diseñar, calcular, montar y medir el aviso de puerta abierta: el encargo de la cafetería, los sensores y receptores, los símbolos y el esquema, la ley de Ohm con un ejemplo resuelto, la serie E12 y el código de colores, la lista de componentes y precios, el montaje en protoboard, el protocolo de medida y diagnóstico y un glosario.

F1 El encargo de la cafetería: un aviso de puerta abierta

ESTUDIO DE CASO

Para: Club de Tecnología, IES Ribera del Henares. **De:** Marta (cafetería) y Youssef (Ecoescuela).

«A veces la puerta de la nevera se queda mal cerrada el fin de semana y perdemos comida. En España se tiraron 1.125 millones de kilos de alimentos en los hogares en 2024, aunque un 4,4 % menos que el año anterior. Queremos un **aviso**: si la puerta está abierta, que suene un zumbador y se encienda un LED, para que lo oiga quien tenga buen oído y lo vea quien esté lejos o tenga problemas de audición. Antes de pensar en la nevera real, necesitamos un **prototipo sobre una maqueta de cartón** que demuestre que funciona.»

Requisitos pedidos:

1. Se alimenta con **3 pilas AAA (4,5 V)**; nunca con la red eléctrica.
2. Con la puerta **cerrada**, no suena ni luce; con la puerta **abierta**, suenan el zumbador y luce el LED.
3. Avisa con **luz y sonido** a la vez, para que lo perciba cualquier persona.
4. El LED lleva **resistencia limitadora** y su corriente es de **20 mA o menos**.
5. El consumo total con la puerta abierta es de **40 mA o menos**.
6. El coste de los componentes es de **6 € o menos**.
7. Está **documentado** con esquema normalizado y medidas reales para que otro equipo lo reproduzca.

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno: el centro, las personas y los precios son inventados. El dato del desperdicio alimentario procede de la nota de prensa del Ministerio de Agricultura, Pesca y Alimentación (MAPA) sobre 2024: 1.125 millones de kilos en los hogares, un 4,4 % menos que el año anterior.

¿Qué requisitos se comprueban con el multímetro y cuáles a simple vista? ¿Cuál es la entrada del sistema y cuáles son las salidas?

F2 Sensores (entradas) y receptores (salidas) básicos

DATOS

Dispositivo	Tipo	Qué detecta o qué produce	Ejemplo cotidiano
Pulsador	Entrada	Cierra el circuito mientras se pulsa (acción de una persona).	Timbre de una puerta
Final de carrera (microinterruptor)	Entrada	Detecta una posición: un contacto mecánico abre o cierra el circuito al pulsar su palanca.	Puerta de un microondas
LDR (resistencia que depende de la luz)	Entrada	Su resistencia baja al aumentar la luz (por ejemplo, 1 kΩ con luz y 100 kΩ a oscuras).	Farola automática
Termistor NTC	Entrada	Su resistencia baja al subir la temperatura.	Termostato
LED	Salida	Emite luz; solo conduce en un sentido y necesita una resistencia en serie.	Piloto de un cargador
Zumbador activo	Salida	Suena al recibir la tensión (lleva un oscilador interno); hay que respetar el +.	Alarma de la nevera
Motor de CC	Salida	Gira al recibir la tensión; invertir la polaridad invierte el giro.	Ventilador
Bombilla	Salida	Produce luz y calor al pasar la corriente por su filamento.	Linterna

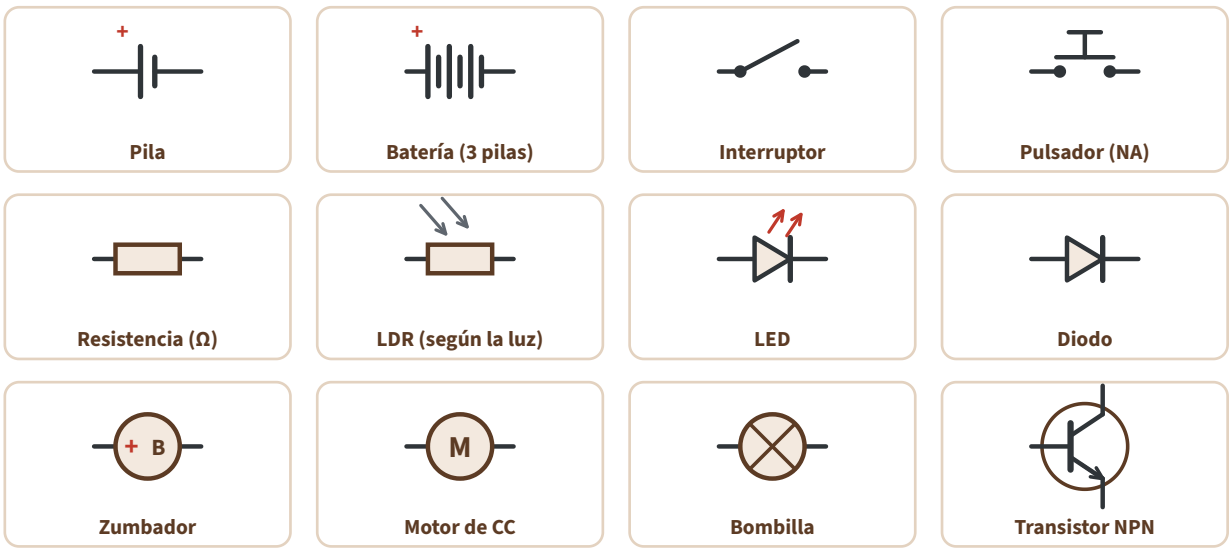
Señal de entrada → proceso → respuesta de salida. El sensor traduce una magnitud (posición, luz, temperatura) en una señal eléctrica; el circuito la procesa o la deja pasar; el receptor la convierte en luz, sonido o movimiento.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Los valores de la LDR son orientativos (ilustrativos): cada modelo real tiene sus propias curvas y conviene medirlo.

F3 Símbolos normalizados de uso habitual

ESQUEMA

Símbolos normalizados que usaremos (IEC 60617, versión escolar)



En un esquema el símbolo indica **qué es** el componente y su valor se escribe al lado con **unidad** (180 Ω, 4,5 V). Los cables se dibujan con líneas rectas y los puntos de unión con un punto.

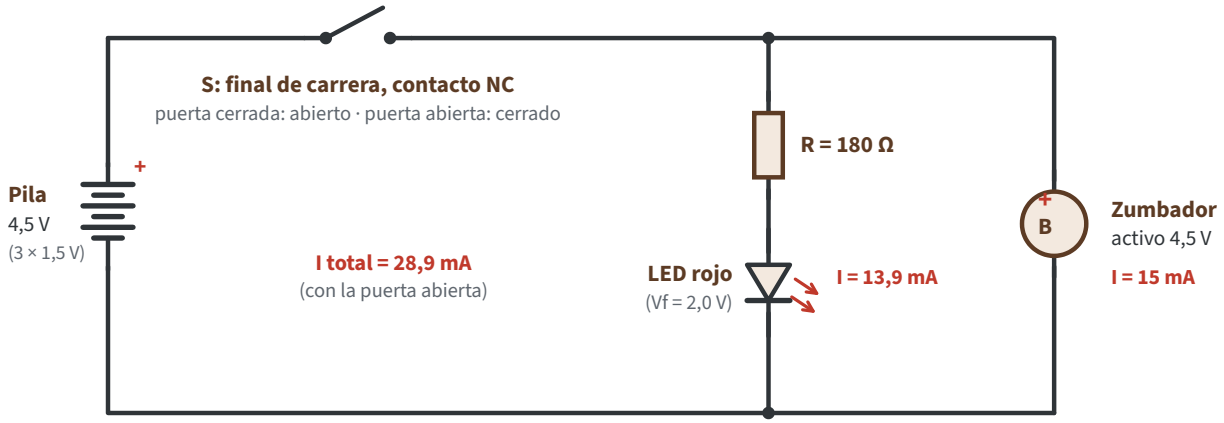
Fuente: Dibujo de elaboración propia siguiendo los símbolos de la norma IEC 60617 en versión simplificada para el aula. El polo + de la pila y del zumbador se marca en rojo.

¿Qué símbolos pertenecen a la entrada del aviso y cuáles a las salidas?

F4 Esquema eléctrico del aviso de puerta abierta

ESQUEMA

Esquema eléctrico del aviso de puerta abierta



Las dos ramas están en paralelo: cada una recibe los 4,5 V de la pila. La resistencia R solo protege al LED.

Lectura del esquema. El final de carrera S está en serie con la pila: cuando la puerta se cierra, la puerta pulsa su palanca y el contacto NC se abre; el circuito queda sin corriente. Al abrir la puerta, el contacto se cierra y la pila alimenta **dos ramas en paralelo**: la del LED con su resistencia y la del zumbador. La corriente total es la suma de las de las ramas: 13,9 mA + 15 mA = 28,9 mA.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Valores calculados con LED rojo de Vf = 2,0 V y 15 mA, zumbador activo de 15 mA a 4,5 V (valores ilustrativos) y pila de 4,5 V.

¿Qué pasaría si se quitara R? ¿Y si el cable del final de carrera se cortase?

F5 Serie E12 y código de colores de las resistencias

DATOS

Valor	1.ª banda	2.ª banda	Multiplicador	Uso en esta situación
100 Ω	marrón	negro	marrón (×10)	Pruebas de diagnóstico
150 Ω	marrón	verde	marrón (×10)	LED blanco o rojo de 20 mA
180 Ω	marrón	gris	marrón (×10)	LED rojo del aviso (4,5 V)
220 Ω	rojo	rojo	marrón (×10)	Asociaciones serie y paralelo
270 Ω	rojo	violeta	marrón (×10)	LED amarillo de 4,5 V
390 Ω	naranja	blanco	marrón (×10)	LED verde de 6 V
470 Ω	amarillo	violeta	marrón (×10)	LED con 6 V; pruebas
1 kΩ	marrón	negro	rojo (×100)	Divisor con LDR (ampliación)
10 kΩ	marrón	negro	naranja (×1.000)	Divisor con LDR (ampliación)
100 kΩ	marrón	negro	amarillo (×10.000)	Fallo de diagnóstico

Serie E12 (de 10 a 82, y sus múltiplos ×10, ×100…): 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82.

Colores: negro 0, marrón 1, rojo 2, naranja 3, amarillo 4, verde 5, azul 6, violeta 7, gris 8, blanco 9. La cuarta banda dorada indica una tolerancia de ±5 %.

Fuente: Serie normalizada E12 (tolerancia ±10 %) y código de colores estándar. Tabla de elaboración propia con los valores que usaremos.

F6 Ley de Ohm, resistencia de un LED y asociaciones. Ejemplo resuelto

TEXTO

Ley de Ohm: V = I · R, con V en voltios (V), I en amperios (A) y R en ohmios (Ω). Con la corriente en miliamperios (1 A = 1.000 mA) y la tensión en voltios, R sale en kilohmios (kΩ).

Potencia: P = V · I (en W). Una resistencia de ¼ W soporta hasta 250 mW.

Serie: la corriente es la misma y las tensiones se suman; R = R1 + R2. **Paralelo:** la tensión es la misma y las corrientes se suman; 1/R = 1/R1 + 1/R2.

Ejemplo resuelto: resistencia del LED del aviso (pila 4,5 V; LED rojo con Vf = 2,0 V y I = 15 mA).

1. Tensión que debe «gastar» la resistencia: V_R = 4,5 V − 2,0 V = **2,5 V**.
2. Resistencia calculada: R = V_R / I = 2,5 V / 0,015 A = **166,7 Ω**.
3. Valor de la serie E12: el inmediato por encima, **180 Ω** (con 150 Ω la corriente superaría los 15 mA).
4. Corriente real: I = 2,5 V / 180 Ω = **13,9 mA**, por debajo de 15 mA.
5. Potencia en la resistencia: P = 2,5 V · 0,0139 A = **34,7 mW**, mucho menor que 250 mW.

Tensiones de un circuito en serie: 4,5 V = V_R + V_LED = 2,5 V + 2,0 V.

Fuente: Contenido de elaboración propia. Valores del LED rojo (Vf = 2,0 V, 15 mA) ilustrativos.

Repite el cálculo con una pila de 6 V y el mismo LED. ¿Qué valor E12 saldría?

F7 Componentes del aviso y presupuesto

DATOS

Componente	Especificaciones	Cantidad	Precio unidad (€)	Subtotal (€)
Portapilas para 3 × AAA con cable	4,5 V	1	0,60	0,60
Pila AAA alcalina	1,5 V; unos 1.000 mAh (valor ilustrativo)	3	0,40	1,20
Final de carrera con palanca	Contactos C, NA y NC	1	0,90	0,90
LED rojo 5 mm	Vf = 2,0 V; 15 mA	1	0,10	0,10
Resistencia de 180 Ω	¼ W; E12	1	0,05	0,05
Zumbador activo	3-6 V CC; unos 15 mA a 4,5 V	1	0,90	0,90
Protoboard mini	170 puntos	1	1,00	1,00
Cables de puente	Macho-macho	5	0,10	0,50
Total				**5,25**

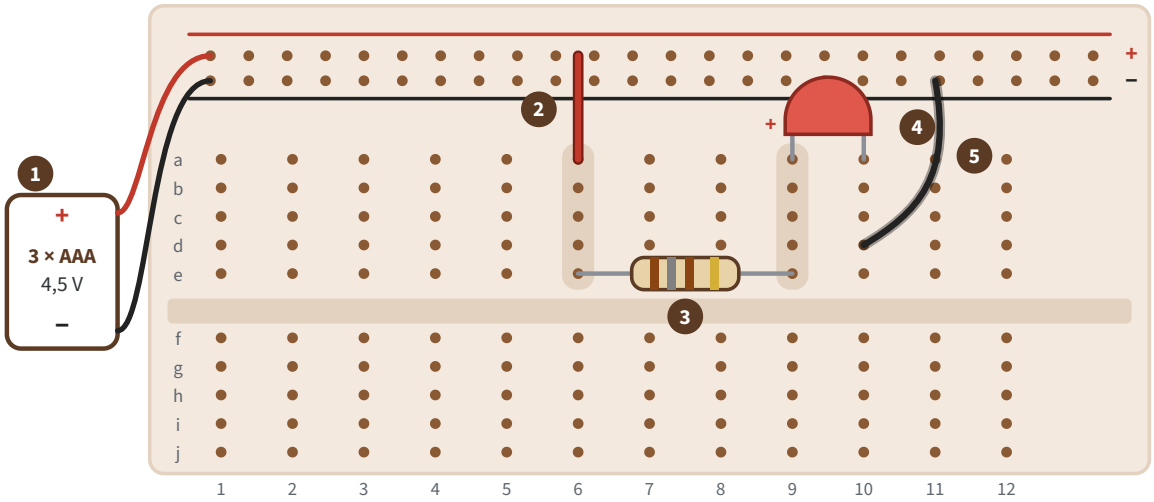
Autonomía: energía de las pilas = capacidad (mAh) / corriente (mA) = tiempo (h). **Potencia de la pila:** P = V · I. Con la puerta cerrada no circula corriente, así que solo se gasta energía mientras suena el aviso.

Fuente: Lista de componentes genéricos y precios ilustrativos creados para este cuaderno; los precios reales varían según el proveedor.

F8 Montaje del LED con su resistencia en la protoboard

ESQUEMA

Montaje del LED con su resistencia en una protoboard (vista simplificada)



1. Pila de 4,5 V: hilo rojo al carril + y hilo negro al carril −.
2. Puente rojo: del carril + a la columna 6.
3. Resistencia de 180 Ω (marrón, gris, marrón): de la columna 6 a la 9.
4. LED rojo: pata larga (ánodo, +) en la columna 9; pata corta (cátodo) en la 10.
5. Puente negro: de la columna 10 al carril −.

Los 5 agujeros a–e de una misma columna están unidos por dentro; los de f–j, no.

Cómo leer el dibujo. Cada columna (por ejemplo la 6) es una «regleta» donde los 5 agujeros a–e están unidos. La resistencia une las regletas 6 y 9; el LED, la 9 y la 10. El camino de la corriente es: carril + → puente rojo → regleta 6 → resistencia → regleta 9 → LED → regleta 10 → puente negro → carril −.

Fuente: Dibujo de elaboración propia en vista simplificada. Las columnas a–e están conectadas entre sí por dentro, igual que las f–j; los carriles superiores son la alimentación.

¿Dónde habría que conectar el zumbador para que quede en paralelo con la rama del LED? ¿Y el final de carrera?

F9 Protocolo de montaje, medida y diagnóstico

PROTOCOLO

Material y herramientas: portapilas con 3 pilas AAA, final de carrera, LED rojo, resistencia de 180 Ω, zumbador activo, protoboard, cables de puente, multímetro, cartón y tijeras; resistencias de repuesto y una pila gastada marcada.

Equipo de protección y riesgos: solo baja tensión (4,5 V). Riesgos: cortocircuito de la pila (se calienta), LED sin resistencia (se funde), multímetro mal conectado (cortocircuito) y patillas puntiagudas. No se conecta nada a la red eléctrica ni a un cargador. Si una pila se calienta o huele, se desconecta y se avisa al docente.

Procedimiento:

1. Simula el circuito antes de montarlo, apunta la predicción de la corriente y compara.
2. Identifica el ánodo del LED (pata larga) y lee el valor de la resistencia con F5.
3. **Con la pila desconectada**, monta la rama del LED como en F8: puente rojo, resistencia, LED y puente negro.
4. Conecta la pila: el LED debe encenderse. Si no, desconecta y sigue el método de diagnóstico.
5. Añade el zumbador en paralelo respetando el polo + y, después, el final de carrera en serie con el + de la pila (contactos C y NC).
6. **Medir tensión:** multímetro en la escala de V de corriente continua y puntas **en paralelo** con el componente (roja al lado +).
7. **Medir corriente:** abre el circuito y coloca el multímetro **en serie**, en la escala de mA, con la punta roja en la entrada de mA. Nunca midas tensión con las puntas en la entrada de mA.
8. Anota los valores con su unidad y compáralos con los previstos (diferencia aceptable: ±10 %).

Método de diagnóstico (5 pasos): (1) observa y describe el síntoma; (2) con la pila desconectada, revisa polaridad, regletas, patas y cables; (3) mide la tensión de la pila (por encima de 4 V); (4) mide la tensión en cada componente para ver dónde «se pierde»; (5) cambia **una sola cosa** y vuelve a probar.

Limpieza y residuos: desconecta la pila, guarda los componentes reutilizables, recoge los recortes de cartón en el contenedor azul y entrega las pilas gastadas en el punto limpio.

Resultado esperable: V en la resistencia ≈ 2,5 V; V en el LED ≈ 2,0 V; corriente del LED ≈ 14 mA; corriente del zumbador ≈ 15 mA; corriente total ≈ 29 mA (diferencias de hasta un 10 %).

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F10 Glosario de electrónica básica

GLOSARIO

Sensor	Dispositivo de entrada que convierte una magnitud física (posición, luz, temperatura) en una señal eléctrica.
Receptor (actuador)	Dispositivo de salida que convierte la energía eléctrica en luz, sonido, calor o movimiento.
Tensión (V)	Diferencia de potencial entre dos puntos; se mide en voltios, con el multímetro en paralelo.
Intensidad (I)	Cantidad de corriente que circula; se mide en amperios (A) o miliamperios (mA), con el multímetro en serie.
Resistencia (R)	Oposición al paso de la corriente; se mide en ohmios (Ω).
Ley de Ohm	Relación $V = I \cdot R$ entre tensión, intensidad y resistencia.
Circuito en serie	Los componentes están uno tras otro: misma corriente y las tensiones se suman.
Circuito en paralelo	Los componentes comparten los mismos dos puntos: misma tensión y las corrientes se suman.
LED	Diodo que emite luz; solo conduce del ánodo (+) al cátodo (−) y necesita una resistencia en serie.
Final de carrera NC	Interruptor que se activa por contacto; en reposo cierra el circuito y al ser pulsado lo abre (normalmente cerrado).
Serie E12	Valores comerciales normalizados de resistencias (10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82 y sus múltiplos).
Protoboard	Placa con agujeros y regletas internas para montar circuitos sin soldar.
Cortocircuito	Unión directa entre los dos polos de una fuente sin receptor ni resistencia: la corriente es muy grande y calienta.
Simulación	Modelo en el ordenador que predice cómo se comportará un circuito antes de montarlo.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

FICHA 1 Analizamos sensores y receptores y definimos el aviso

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, lee el encargo (F1) y usa la tabla de sensores y receptores (F2).

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

¿Qué hace un sensor en un circuito?

◯ Convierte una magnitud física en una señal eléctrica ◯ Convierte la electricidad en luz o sonido

◯ Aumenta la tensión de la pila

¿Cuál de estos componentes es un receptor (salida)?

◯ Final de carrera ◯ Zumbador ◯ Pulsador

Un circuito eléctrico mínimo necesita…

◯ una fuente, conductores y un receptor en un camino cerrado ◯ solo una pila y un cable ◯ un receptor sin fuente

Si conectas un LED directamente a una pila de 4,5 V, sin resistencia…

◯ luce con normalidad ◯ puede fundirse porque pasa demasiada corriente ◯ no pasa nada porque los LED no se funden

2 **Clasifica estos dispositivos con ayuda de F2. Completa la tabla.**

Dispositivo	¿Entrada o salida?	Qué detecta o qué produce	Ejemplo cotidiano
Final de carrera			
LDR			
LED			
Zumbador activo			
Motor de CC			

3 **Elige cuatro requisitos de F1 que se puedan medir y di con qué instrumento y qué valor deben cumplir.**

Requisito (nº de F1)	Instrumento de medida	Valor que debe cumplirse

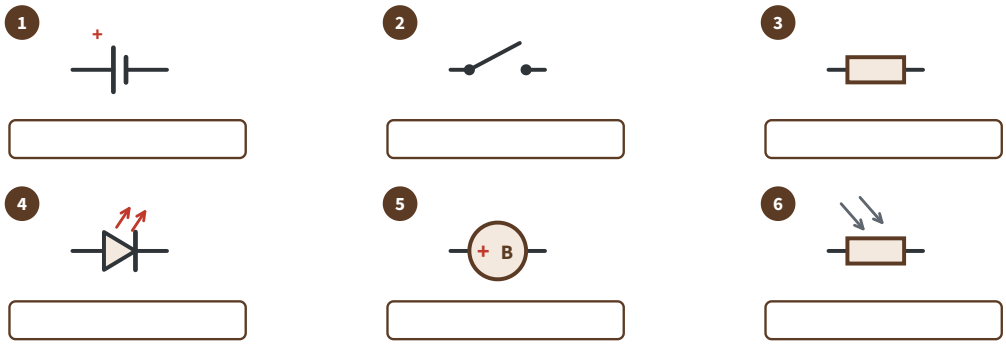
4 **Dibuja el diagrama de bloques del aviso: entrada (qué detecta), proceso (qué hace el circuito) y salida (qué respuesta da).**

FICHA 2 Simulamos circuitos y practicamos los símbolos

SESIÓN 2

Usa F3 para los símbolos y un simulador de circuitos (por ejemplo, Tinkercad Circuits o PhET «Kit de construcción de circuitos: CC»). Predice antes de simular.

1 **Escribe en cada recuadro el nombre del componente cuyo símbolo se muestra (usa F3).**



2 **Predice y simula con una pila de 4,5 V y bombillas iguales de 4,5 V. Completa la tabla.**

Circuito	Predicción (brillo y corriente de la pila)	Resultado simulado	¿Coincide?
A · una bombilla con interruptor cerrado			
B · dos bombillas en serie			
C · dos bombillas en paralelo			

3 **Dibuja el esquema de una pila, un interruptor, una resistencia y un LED en serie con símbolos normalizados. Marca el sentido de la corriente (de + a −) y la polaridad del LED.**

4 **Marca verdadero o falso.**

	V	F
En un circuito en serie la corriente es la misma en todos los componentes.	☐	☐
Un LED conduce igual si se conecta al revés.	☐	☐
Dos ramas en paralelo reciben la misma tensión de la pila.	☐	☐
Un pulsador normalmente abierto cierra el circuito mientras se pulsa.	☐	☐

FICHA 3 Calculamos y seleccionamos resistencias

SESIÓN 3

Con F5 y F6 resuelve los casos guiados. Todos los cálculos con unidades y valores de la serie E12.

1 **Resistencia de un LED amarillo (Vf = 2,1 V; I deseada = 10 mA) con una pila de 4,5 V. Sigue los pasos de F6.**

1. Tensión en la resistencia: V_R = _____ V − _____ V = _____ V
2. Resistencia calculada: R = _____ V / _____ A = _____ Ω
3. Valor E12 inmediato por encima: _____ Ω
4. Corriente real: I = _____ V / _____ Ω = _____ mA

2 **Completa la tabla de casos (redondea la corriente real a una décima de mA).**

Caso	V pila (V)	Vf (V)	I (mA)	R calc. (Ω)	R E12 (Ω)	I real (mA)
A · LED verde	6	2,2	10			
B · LED blanco	4,5	3,0	10			
C · LED rojo	4,5	1,8	20			

3 **Ley de Ohm y asociaciones. Calcula con unidades: (a) la tensión en una resistencia de 150 Ω por la que pasan 20 mA; (b) la corriente de una resistencia de 470 Ω conectada a 6 V; (c) la resistencia equivalente de 100 Ω y 220 Ω en serie y en paralelo.**

4 **Relaciona cada código de colores con su valor (F5).**

1	Marrón, gris, marrón	a	270 Ω
2	Rojo, violeta, marrón	b	470 Ω
3	Naranja, blanco, marrón	c	180 Ω
4	Amarillo, violeta, marrón	d	390 Ω

FICHA 4 Diseñamos la respuesta: esquema, cálculos y presupuesto

SESIÓN 4

Diseñad en equipo el aviso con F2, F4, F6 y F7. Decidid con criterios y justificad cada elección.

1 **Compara tres alternativas de aviso puntuando de 1 (peor) a 3 (mejor) y decide.**

Criterio	A · solo LED	B · solo zumbador	C · LED y zumbador
Se percibe con ruido en la cocina			
Lo percibe una persona con poca audición			
Lo percibe alguien lejos y de noche			
Coste y consumo			

2 **Dibuja el esquema completo de la alternativa elegida, con símbolos normalizados y los valores de cada componente.**

3 **Calcula la corriente de cada rama, la corriente total, la potencia de la pila y la autonomía (pilas de 1.000 mAh) si el aviso suena 30 minutos al día. Resultados con unidad.**

4 **Completa el presupuesto con F7 y comprueba que no pasa de 6 €.**

Componente	Cantidad	Precio unidad (€)	Subtotal (€)
Portapilas 3 × AAA	1	0,60	
Pila AAA	3	0,40	
Final de carrera	1	0,90	
LED rojo	1	0,10	
Resistencia 180 Ω	1	0,05	
Zumbador activo	1	0,90	
Protoboard mini	1	1,00	
Cables de puente	5	0,10	
TOTAL			

FICHA 5 Montamos y medimos

SESIÓN 5

Sigue el protocolo F9 y el montaje F8. Una persona monta, otra mide, otra anota y otra vigila la seguridad; rotad los roles.

1 **Antes de conectar la pila, marca lo que has comprobado.**

- ☐ La pila está desconectada mientras cableo.
- ☐ El LED tiene la pata larga (ánodo) hacia la resistencia.
- ☐ La resistencia es de 180 Ω (marrón, gris, marrón).
- ☐ El zumbador tiene el + conectado al lado positivo.
- ☐ El multímetro está en la escala correcta y las puntas en las entradas correctas.

2 **Registra las medidas con la puerta abierta (final de carrera cerrado) y compáralas con las previstas.**

Magnitud	Dónde se mide	Previsto	Medido	¿Dentro del ±10 %?
V de la pila	En los bornes de la pila	4,5 V		
V en la resistencia	En paralelo con R	2,5 V		
V en el LED	En paralelo con el LED	2,0 V		
I del LED	En serie con la rama del LED	13,9 mA		
I del zumbador	En serie con el zumbador	15 mA		

3 **Suma V_R y V_LED medidos. ¿Con qué otra medida debe coincidir esa suma y por qué?**

4 **Con F8, ¿en qué columna está el ánodo del LED? ¿Qué ocurriría si el puente rojo estuviera en la columna 7?**

FICHA 6 Diagnosticamos fallos con un método

SESIÓN 6

Aplica el método de cinco pasos de F9. Primero, el análisis; después, la práctica con los fallos que prepare el docente.

1 **Completa la tabla de diagnóstico: causa más probable, comprobación y solución.**

Síntoma	Causa más probable	Cómo lo compruebo	Solución
El LED no luce pero el zumbador suena			
No suena ni luce nada			
El LED luce muy poco			
Suena siempre, aunque la puerta esté cerrada			

2 **Marca verdadero o falso sobre el método.**

	V	F
Para medir la corriente, el multímetro se conecta en paralelo con el componente.	☐	☐
Conviene cambiar varias cosas a la vez para arreglar antes la avería.	☐	☐
Antes de revisar el cableado hay que desconectar la pila.	☐	☐
Si la pila marca menos de 4 V conviene probar con otra.	☐	☐

3 **Un equipo puso por error una resistencia de 100 kΩ en lugar de 180 Ω. Calcula la corriente del LED y explica el síntoma.**

4 **Registra tus pruebas y la mejora que aplicas.**

Prueba	Resultado	¿Cumple?	Mejora y efecto medido
Puerta cerrada			
Puerta abierta			
Fallo detectado y arreglado			

FICHA 7 Evidencia individual: el piloto de turno de palabra

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un caso nuevo.

1 **En el aula de debate quieren un piloto: al pulsar un botón se enciende un LED verde (Vf = 2,0 V; 10 mA) alimentado con 4 pilas AA (6 V). Calcula la resistencia, elige el valor E12 y calcula la corriente real y la potencia de la resistencia.**

2 **Dibuja el esquema con símbolos normalizados y valores.**

3 **Al montarlo, el LED no luce. Mides 6,0 V en la pila, 0 V en la resistencia y 6,0 V en el LED. ¿Qué fallo es? Explica cómo lo has deducido y cómo lo arreglarías.**

4 **Indica un límite de este piloto y una mejora.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Memoria técnica de nuestro aviso. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones: es el producto final que presentaréis.

Necesidad y requisitos

Siete requisitos medibles del encargo.

Diagrama de bloques

Entrada, proceso y salida.

Esquema del circuito

Símbolos normalizados y valores con unidades.

Cálculos

R del LED (E12), corrientes, potencia y autonomía.

Componentes y presupuesto

Lista, cantidades y coste total.

Simulación y montaje

Predicción, simulación y foto del montaje.

Medidas y comparación

V e I previstas y medidas.

Fallos, límites y mejora

Síntoma, causa, solución, límites y mejora.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Prototipo electrónico de baja tensión**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Con la puerta cerrada no suena ni luce; con la puerta abierta suenan el zumbador y luce el LED.
- [ ] El esquema usa símbolos normalizados (pila, final de carrera, resistencia, LED y zumbador) y muestra las dos ramas en paralelo.
- [ ] La resistencia del LED está calculada con la ley de Ohm y elegida de la serie E12, con los pasos y las unidades.
- [ ] Las corrientes, la potencia y la autonomía son correctas, llevan unidad y coinciden con el esquema.
- [ ] Hay una simulación previa con la predicción anotada y comparada con el resultado.
- [ ] Las medidas de tensión y corriente están tabuladas junto a las previstas y la diferencia es de ±10 % o se explica.
- [ ] El montaje respeta la baja tensión (4,5 V), la polaridad del LED y del zumbador, y la pila se desconectó al recablear.
- [ ] Hay al menos un fallo diagnosticado con síntoma, causa, comprobación y solución, y el presupuesto no supera los 6 €.
- [ ] El aviso es accesible (luz y sonido), las pilas usadas se llevan al punto limpio y se citan los recursos utilizados.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Prototipo electrónico de baja tensión**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	Traduce el encargo en requisitos medibles (consumo, coste, aviso doble), compara alternativas con una matriz y justifica el esquema y la resistencia con cálculos correctos.	Define requisitos y diseña un esquema adecuado con la resistencia calculada y una justificación suficiente.	Los requisitos no se pueden medir o la resistencia se elige sin calcular ni comparar alternativas.	No relaciona el circuito con la necesidad de la cafetería ni con requisitos.	
Funcionamiento / evidencia	Con la puerta abierta suena y luce, con la cerrada no, y las medidas (V e I) coinciden con lo previsto dentro del ±10 % o la diferencia se explica con datos.	El aviso funciona y hay medidas suficientes que se comparan con las previsiones.	Funciona solo en parte o las medidas son incompletas o no se comparan.	No funciona o no hay medidas.	
Documentación técnica	Esquema con símbolos normalizados y valores con unidades, tablas de cálculo y de medidas, presupuesto y registro de pruebas; otro equipo podría reproducir el montaje.	Esquema, cálculos y medidas suficientes, con algún símbolo, unidad o valor sin indicar.	Faltan símbolos, unidades o cálculos y cuesta reproducir el montaje.	Documentación insuficiente para entender el circuito.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre la baja tensión, la polaridad y el uso del multímetro, desconecta antes de recablear, diseña un aviso accesible (luz y sonido) y gestiona pilas y residuos.	Cumple las normas de seguridad y considera la accesibilidad y las pilas usadas.	Necesita recordatorios de seguridad o trata la accesibilidad y los residuos de forma superficial.	Incumple normas de seguridad, cortocircuita componentes o usa tensiones no permitidas.	
Iteración y cooperación	Diagnostica fallos con el método (observar, medir, aislar, cambiar una sola cosa), documenta síntoma, causa y solución y aplica una mejora cuyo efecto se mide; roles bien gestionados.	Corrige un fallo siguiendo la lista de comprobación y coopera adecuadamente.	Corrige por tanteo, cambiando varias cosas a la vez, o la cooperación es irregular.	No revisa el circuito tras los fallos o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular la resistencia que protege a un LED y elegir el valor adecuado de la serie E12.	○	○	○	○
Sé medir tensión y corriente con el multímetro sin dañar el circuito y comparar las medidas con lo previsto.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Aquí tienes el circuito base con los componentes ya elegidos y un ejemplo resuelto. Completa el esquema, calcula y comprueba.

Circuito base y componentes preseleccionados

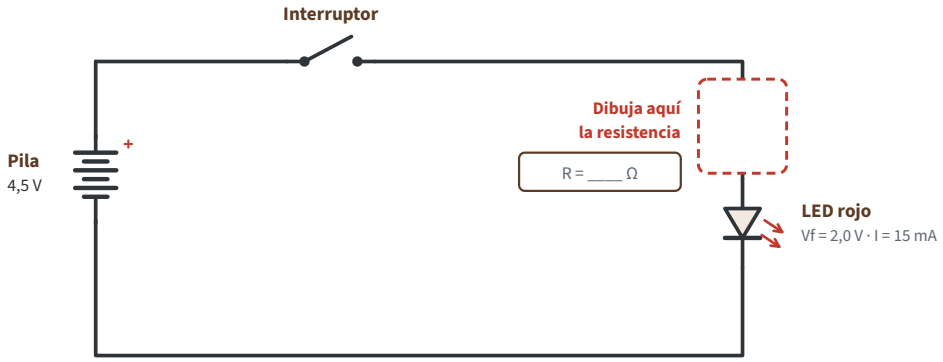
Pila: 3 × AAA = 4,5 V. **LED rojo:** Vf = 2,0 V e I = 15 mA.
Resistencia disponible: 150 Ω, 180 Ω o 220 Ω (serie E12).
Interruptor en serie con la pila.

Ejemplo resuelto con otro LED (Vf = 2,2 V; I = 10 mA; 4,5 V): V_R = 4,5 − 2,2 = 2,3 V; R = 2,3 / 0,010 = 230 Ω; E12 por encima: 270 Ω; I real = 2,3 / 270 = 8,5 mA.

Pasos guiados

1. Calcula V_R = V pila − V LED.
2. Divide V_R entre la corriente deseada (en A).
3. Elige el valor E12 inmediato por encima.
4. Comprueba la corriente real.
5. Dibuja la resistencia en serie con el LED.

1 **Dibuja el símbolo de la resistencia en el recuadro rojo y escribe su valor.**



Escribe el valor de la resistencia en el recuadro tras calcularla con la ley de Ohm.

2 **Completa los cálculos guiados del LED rojo (4,5 V).**

1. V_R = _____ V − _____ V = _____ V

2. R = _____ V / _____ A = _____ Ω

3. Valor E12 elegido: _____ Ω

4. I real = _____ V / _____ Ω = _____ mA

3 **Elige la respuesta correcta.**

¿Para qué sirve la resistencia en serie con el LED?

◯ Para dar tensión extra ◯ Para limitar la corriente y que no se funda ◯ Para que luzca más

El valor E12 se elige…

◯ siempre por encima del calculado ◯ siempre por debajo ◯ al azar

La pata larga del LED (ánodo) se conecta…

◯ al lado positivo (a través de la resistencia) ◯ al lado negativo ◯ da igual

ANEXO 9

Ampliación

SdA 3 · Electrónica para un problema real

ALUMNADO

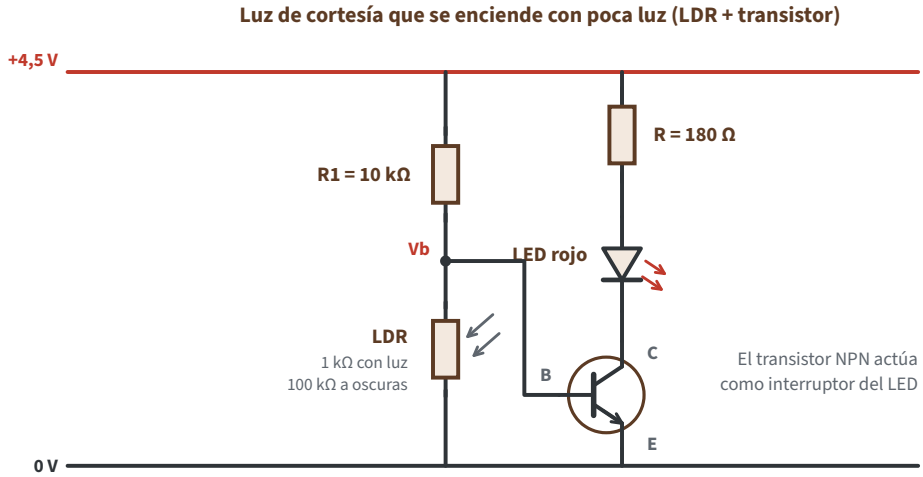
Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Control con transistor: una luz de cortesía que se enciende con poca luz

Una LDR mide la luz y un transistor NPN actúa como interruptor del LED. Analiza el circuito de F11 con los datos de F12 y decide cómo ajustarlo.

F11 Luz de cortesía con LDR y transistor NPN

ESQUEMA



R1 y la LDR forman un **divisor de tensión**: Vb = 4,5 V · R_LDR / (R1 + R_LDR). Si Vb supera unos 0,7 V, el transistor conduce y el LED se enciende; si no, queda apagado.

Fuente: Esquema de elaboración propia con valores ilustrativos de la LDR. El transistor se supone con β = 100 y Vbe = 0,7 V.

F12 Tensión en la base según la luz

DATOS

Condición	R de la LDR	Vb (V)	¿Conduce el transistor?
Con luz	1 kΩ	0,41	No
Sombra	10 kΩ	2,25	Sí
Oscuridad	100 kΩ	4,09	Sí

Umbral: el transistor empieza a conducir cuando Vb = 0,7 V, es decir, con R_LDR = 0,7 · R1 / (4,5 − 0,7) = 1,84 kΩ. **Corriente de base** en oscuridad: (4,09 − 0,7) V / 9,09 kΩ = 0,37 mA; con β = 100, el transistor puede dejar pasar hasta 37 mA, más que los 12,8 mA que necesita el LED.

Fuente: Cálculo de elaboración propia con R1 = 10 kΩ y valores ilustrativos de la LDR.

Pasos

1. Con F12, comprueba el valor de Vb en cada condición y explica por qué el LED se enciende en sombra y en oscuridad.
2. Calcula la corriente de base y la corriente máxima de colector (β = 100) en oscuridad y comprueba que cubre los 12,8 mA del LED.
3. Propón un valor de R1 de la serie E12 que suba el umbral para que el LED no se encienda en sombra (pista: umbral = 0,184 · R1).
4. Simula el circuito y anota en qué valor de LDR se enciende el LED.
5. Redacta una conclusión con los límites del circuito (precisión de la LDR, β del transistor).

1 **Completa el análisis.**

Condición	R de la LDR	Vb (V)	Estado del LED
Con luz	1 kΩ		
Sombra	10 kΩ		
Oscuridad	100 kΩ		

Entrega

Hoja de análisis con la tabla completada, los cálculos del transistor, el valor de R1 propuesto con su umbral y la conclusión.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 3 · Electrónica para un problema real

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: convierte una magnitud física en una señal eléctrica; zumbador; una fuente, conductores y un receptor en un camino cerrado; puede fundirse porque pasa demasiada corriente.
2. Final de carrera: entrada; detecta la posición (contacto mecánico); puerta del microondas. LDR: entrada; luz; farola automática. LED: salida; produce luz; piloto de un cargador. Zumbador activo: salida; produce sonido; alarma. Motor de CC: salida; produce giro; ventilador.
3. Ejemplos: requisito 4 (corriente del LED ≤ 20 mA), multímetro en mA; requisito 5 (consumo ≤ 40 mA), multímetro en mA; requisito 6 (coste ≤ 6 €), suma de la lista de precios; requisito 2 (cerrada/abierta), comprobación visual y sonora. Valorar el instrumento adecuado y el valor.
4. Entrada: el final de carrera detecta que la puerta está abierta. Proceso: el circuito se cierra y la pila alimenta las dos ramas (la resistencia limita la corriente del LED). Salida: el LED luce y el zumbador suena.

Ficha 2

1. 1 pila, 2 interruptor, 3 resistencia, 4 LED, 5 zumbador, 6 LDR.
2. A: la bombilla luce con brillo normal; I = V/R. B: en serie, la resistencia total se duplica, la corriente es la mitad, cada bombilla recibe 2,25 V y luce menos. C: en paralelo, cada bombilla recibe 4,5 V y luce con brillo normal; la pila entrega el doble de corriente.
3. Esquema en serie: pila, interruptor, resistencia y LED con los símbolos de F3; corriente convencional del + de la pila hacia el LED; ánodo del LED hacia el lado + y cátodo hacia el −.
4. Verdadero; falso; verdadero; verdadero.

Ficha 3

1. $V_R = 4{,}5 - 2{,}1 = 2{,}4$ V; $R = 2{,}4 / 0{,}010 = 240\ \Omega$; E12 por encima: 270 Ω; I real = 2,4 / 270 = 8,9 mA.
2. A: $V_R = 3{,}8$ V; $R = 380\ \Omega$; E12 390 Ω; I real = 9,7 mA. B: $V_R = 1{,}5$ V; $R = 150\ \Omega$; E12 150 Ω; I real = 10,0 mA. C: $V_R = 2{,}7$ V; $R = 135\ \Omega$; E12 150 Ω; I real = 18,0 mA.
3. (a) $V = 0{,}020\ A \cdot 150\ \Omega = 3{,}0$ V. (b) $I = 6\ V / 470\ \Omega = 12{,}8$ mA. (c) Serie: 100 + 220 = 320 Ω; paralelo: $1/R = 1/100 + 1/220 \rightarrow R = 68{,}8\ \Omega$.
4. Marrón, gris, marrón: 180 Ω. Rojo, violeta, marrón: 270 Ω. Naranja, blanco, marrón: 390 Ω. Amarillo, violeta, marrón: 470 Ω.

Ficha 4

1. Respuesta modelo: la alternativa C (LED y zumbador) es la mejor en accesibilidad y percepción con ruido o de noche, aunque consume más (28,9 mA frente a 13,9 mA o 15 mA). Valorar la justificación con criterios.
2. Esquema como F4: pila 4,5 V, final de carrera NC en serie, rama de R = 180 Ω con LED rojo y rama del zumbador, en paralelo.
3. $I_{LED} = (4{,}5 - 2{,}0) / 180 = 13{,}9$ mA; $I_{zumbador} = 15$ mA; I total = 28,9 mA (≤ 40 mA); $P = 4{,}5 \cdot 0{,}0289 = 0{,}13$ W (130 mW); consumo diario = 28,9 mA · 0,5 h = 14,4 mAh; autonomía = 1.000 / 14,4 = 69 días (34,6 h de sonido continuo).
4. Subtotales: 0,60; 1,20; 0,90; 0,10; 0,05; 0,90; 1,00; 0,50. Total = 5,25 €, menor de 6 €.

Ficha 5

1. Todas las comprobaciones deben estar marcadas antes de conectar; insistir en pila desconectada, polaridad y escala del multímetro.
2. Resultados plausibles: V pila 4,5-4,8 V; V_R 2,3-2,7 V; V_{LED} 1,9-2,1 V; I_{LED} 12,5-15 mA; $I_{zumbador}$ 13-16 mA. Si la diferencia pasa del 10 %, explicarla (Vf distinto, tolerancia de R).
3. $V_R + V_{LED} \approx 2{,}5 + 2{,}0 = 4{,}5$ V: coincide con la tensión de la pila, porque en serie las tensiones se suman.
4. El ánodo está en la columna 9. Si el puente rojo estuviera en la columna 7, la resistencia no recibiría el +: no circularía corriente y el LED no luciría.

Ficha 6

1. LED no luce y zumbador sí: LED invertido, resistencia mal colocada o pata suelta (medir V en el LED y revisar polaridad). Nada funciona: pila gastada, clip suelto o final de carrera mal conectado (medir V de la pila y continuidad). LED tenue: resistencia demasiado grande, p. ej. 100 kΩ (leer colores y medir V_R). Suena siempre: final de carrera en NA en lugar de NC o palanca mal alineada.
2. Falso; falso; verdadero; verdadero.
3. I = (4,5 − 2,0) V / 100.000 Ω = 0,000025 A = 25 µA: el LED casi no luce porque la corriente es 560 veces menor que la prevista.
4. Valorar que anoten síntoma, causa, comprobación y solución, con el efecto de la mejora medido.

Ficha 7

1. V_R = 6 − 2,0 = 4,0 V; R = 4,0 / 0,010 = 400 Ω; E12 inmediato por encima: 470 Ω (390 Ω queda por debajo); I real = 4,0 / 470 = 8,5 mA; P_R = 4,0 · 0,0085 = 34 mW.
2. Esquema: pila de 6 V, pulsador, resistencia de 470 Ω y LED verde en serie, con el ánodo hacia el +.
3. LED invertido: no circula corriente, no hay caída en la resistencia (0 V) y toda la tensión de la pila queda en el LED (6,0 V). Solución: girar el LED.
4. Abierta: p. ej., hay que mantener pulsado; mejora con temporizador.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Símbolo de resistencia (rectángulo) en serie con el LED y valor 180 Ω.
2. V_R = 4,5 − 2,0 = 2,5 V; R = 2,5 / 0,015 = 166,7 Ω; E12 180 Ω; I real = 13,9 mA.
3. Para limitar la corriente y que no se funda; siempre por encima del calculado; al lado positivo (a través de la resistencia).

Ampliación (Anexo 9)

1. Vb: 0,41 V con luz (no conduce), 2,25 V en sombra y 4,09 V en oscuridad (conduce); el LED se enciende en sombra y oscuridad porque Vb supera 0,7 V (umbral de la LDR: 1,84 kΩ).
2. Ib = (4,09 − 0,7) / 9,09 kΩ = 0,37 mA; Ic máx = 100 · 0,37 mA = 37 mA, mayor de 12,8 mA: el transistor satura.
3. R1 = 47 kΩ (E12): umbral = 0,184 · 47 kΩ = 8,7 kΩ; con 100 kΩ en oscuridad Ib = 74 µA y Ic máx = 7,4 mA (LED algo más tenue).
4. Abierta: límites (LDR poco precisa, β variable).

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesiones de 50 min; simulador accesible en la sesión 2; fallos preparados en la 6; presentaciones de 3 minutos y ficha individual de 20 minutos en la 7.
- Seguridad: solo pilas de 4,5 V, nunca red ni cargadores; LED siempre con resistencia; pila desconectada al recablear. Preparar un fallo por equipo y 1 multímetro por equipo.
- Diferenciación: el Anexo 8 da el circuito base y un ejemplo resuelto; el Anexo 9 propone una luz de cortesía con LDR y transistor. Roles rotatorios.

Errores frecuentes

- Invertir el LED (la pata larga va al lado +).
- Redondear la resistencia hacia abajo y superar la corriente.
- Medir la corriente con el multímetro en paralelo.
- Mezclar mA con A en la ley de Ohm o olvidar las unidades.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar el funcionamiento medido, los cálculos con unidades y el diagnóstico más que el acabado de la maqueta.
- Aceptar otros valores E12 (150 Ω o 220 Ω) si se justifican y se miden.

04

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

CAD y fabricación digital

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo diseñamos una pieza para que pueda fabricarse y encajar a la primera?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE2, CE4	**PRODUCTO FINAL** Pieza CAD 3D lista para fabricación	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 2.1, 2.2, 4.1

Contexto, reto y producto

En el IES Ribera del Henares (centro ficticio), el club de Tecnología «Repara y Crea» presta cada semana kits de electrónica. Los portapilas comerciales de 3 pilas AAA se rompen al sacar las pilas, no se pueden reparar y casi nunca encajan en las cajas de los proyectos. Lucía y Omar, de 3.º, proponen diseñar un **portapilas imprimible en 3D**, con las medidas justas, que se pueda corregir cuando falle y compartir con licencia Creative Commons. La impresora 3D del centro la maneja la profesora de Tecnología; el alumnado diseña y prepara el archivo.

En esta situación se aprende a **diseñar una pieza para que se pueda fabricar y encaje a la primera**: se analizan piezas buenas y malas para impresión, se miden las pilas con calibre y se traducen los requisitos a cotas, se modela en CAD con parámetros (número de pilas, holgura, paredes), se revisa el espesor de las paredes, los encajes y la orientación de impresión, se exporta el archivo y se simula el laminado, se corrige el diseño con una pieza de prueba y se entrega un **dossier de fabricación** con plano acotado y registro de versiones.

Reto

Diseñar en CAD 3D y dejar lista para fabricar una pieza portapilas de 3 pilas AAA que quepa en 45 × 65 × 12 mm, pese 15 g o menos y se imprima sin soportes, entregando el archivo, el plano acotado, los cálculos y el registro de versiones para que otro equipo pueda imprimirla.

Producto final

Pieza CAD 3D lista para fabricación.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE2** Abordar problemas con autonomía, creatividad y cooperación para diseñar y planificar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles.
- **CE4** Describir, representar e intercambiar ideas y soluciones con la simbología, el vocabulario y las herramientas digitales adecuadas.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

- **2.1** Idear y diseñar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles a problemas definidos, aplicando conceptos, técnicas y procedimientos interdisciplinares, así como criterios de sostenibilidad, con actitud emprendedora, perseverante y creativa.

2.2 Seleccionar, planificar y organizar los materiales y herramientas, así como las tareas necesarias para la construcción de una solución a un problema planteado, trabajando individualmente o en grupo de manera cooperativa y colaborativa.

4.1 Representar y comunicar el proceso de creación de un producto desde su diseño hasta su difusión, elaborando documentación técnica y gráfica con la ayuda de herramientas digitales, empleando los formatos y el vocabulario técnico adecuados, de manera colaborativa, tanto presencialmente como en remoto.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
B2	Técnicas de representación gráfica: acotación y escalas.
B3	Aplicaciones CAD en dos dimensiones y en tres dimensiones para la representación de esquemas, circuitos, planos y objetos.
A8	Herramientas y técnicas de manipulación y mecanizado de materiales en la construcción de objetos y prototipos. Introducción a la fabricación digital. Respeto de las normas de seguridad e higiene.
B4	Herramientas digitales para la elaboración, publicación y difusión de documentación técnica e información multimedia relativa a proyectos.

Concreción didáctica en esta situación

- B2 · Técnicas de representación gráfica: acotación en milímetros de la planta y de la sección de la pieza, cotas totales y parciales, y vistas necesarias para fabricarla.
- B3 · Aplicaciones CAD en 3D: boceto 2D, extrusión, vaciados, taladros, redondeos y parámetros (variables) en un CAD de escritorio o en línea, con restricciones dimensionales.
- A8 · Fabricación digital: criterios de fabricabilidad de la impresión 3D por deposición (FDM), orientación, laminado, tolerancias y holguras, y normas de seguridad con una impresora operada por el docente.
- B4 · Herramientas digitales de documentación: dossier de fabricación con plano, archivo STL o 3MF, ajustes de laminado y registro de versiones, con licencia y créditos.

Objetivos didácticos

- Distinguir piezas bien y mal diseñadas para impresión 3D y explicar el fallo con criterios de fabricabilidad (espesor de pared, voladizos, base y holgura).
- Medir con calibre y traducir los requisitos a cotas, calculando las dimensiones de un portapilas a partir de parámetros y representándolo en un plano acotado.
- Modelar la pieza en CAD con restricciones dimensionales (parámetros) de modo que un cambio de medida actualice todo el diseño.
- Revisar el diseño antes de fabricar (paredes, encajes y orientación) y preparar y exportar el archivo con los ajustes de laminado y una estimación de masa y coste.
- Iterar con una pieza de prueba, ajustar la holgura y documentar las versiones del diseño en un dossier de fabricación.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Analizamos piezas buenas y malas para impresión 3D y leemos el encargo del portapilas

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, análisis de tres piezas, requisitos medibles y boceto inicial.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Medimos las pilas y traducimos los requisitos a cotas

Evidencia: Ficha 2: medidas con calibre, cálculo de las dimensiones del portapilas, relación cota-función y planta acotada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Modelamos la pieza en CAD con parámetros

Evidencia: Ficha 3: código paramétrico completado, familia de piezas según n, secuencia de operaciones CAD y test.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Revisamos espesores, encajes y orientación de impresión

Evidencia: Ficha 4: lista de revisión de fabricabilidad, comparación de orientaciones y corrección de un fallo de pared.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Preparamos el archivo y simulamos el laminado

Evidencia: Ficha 5: lista de exportación, tabla de capas, masa, filamento y coste (a mano y con el simulador) y formatos de archivo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Iteramos tras la pieza de prueba y registramos las versiones

Evidencia: Ficha 6: resultados del test de holguras, nuevas cotas de la versión 2 y registro de versiones.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentamos el dossier de fabricación y resolvemos un caso nuevo de forma individual

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: portapilas de 2 pilas AA (cotas, plano, diagnóstico de un error y orientación).

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
2.1	Diseño del portapilas a partir de parámetros, justificación de holgura, paredes y orientación, y criterios de sostenibilidad (reparable, poco material).	Fichas 3 y 4 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
2.2	Selección de herramientas y materiales, planificación del archivo y del laminado, estimación de masa, tiempo y coste y organización del equipo.	Ficha 5 y observación sistemática / lista de cotejo
4.1	Plano acotado en mm, cálculos con unidades, archivo exportado y dossier de fabricación con registro de versiones y créditos.	Fichas 2, 6 y 7 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Traduce el encargo en requisitos medibles (dimensiones, masa, coste, sin soportes), calcula las cotas a partir de parámetros y justifica holgura, paredes y orientación con criterios.	Define requisitos y calcula las cotas con una justificación suficiente de holgura y paredes.	Los requisitos no se pueden medir o las cotas se eligen sin calcular ni justificar.	No relaciona el diseño con el encargo ni con las medidas de las pilas.
Funcionamiento / evidencia	La pieza cumple los requisitos (cabe, 15 g o menos, sin soportes) y las pilas encajan: se comprueba con la pieza de prueba o los datos de ejemplo, y se interpretan los límites.	El diseño cumple casi todos los requisitos y se comprueba el encaje de forma suficiente.	Cumple solo en parte o la comprobación del encaje es incompleta.	No se comprueba el encaje ni los requisitos.
Documentación técnica	Plano acotado en mm con vistas y cotas completas, cálculos con unidades, archivo STL o 3MF correcto, ajustes de laminado y registro de versiones: otro equipo podría imprimirla.	Plano, cálculos y archivo suficientes, con alguna cota, unidad o ajuste sin indicar.	Faltan cotas, vistas o ajustes y cuesta reproducir la pieza.	Documentación insuficiente para fabricar la pieza.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta que la impresora la opere el docente, evita superficies calientes, reduce material y residuos, reutiliza el filamento sobrante y cita software y licencias.	Cumple las normas de seguridad y aprovecha el material con criterio.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material.	Incumple normas de seguridad o manipula la impresora sin permiso.
Iteración y cooperación	Detecta el fallo con la pieza de prueba, lo explica con causa y medida, aplica una nueva versión con efecto comprobado y documenta los cambios; roles bien gestionados.	Aplica una mejora tras la prueba, la registra y coopera adecuadamente.	Corrige sin medir o sin registrar la versión, o la cooperación es irregular.	No revisa el diseño tras la prueba o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (3-4 personas): ordenador o tableta del centro con un programa de CAD 3D (por ejemplo, Tinkercad o FreeCAD) y un laminador gratuito (por ejemplo, Cura o PrusaSlicer) para simular la impresión.
- Calibre o pie de rey, regla, 3 pilas AAA por equipo (solo para medir, no se conectan) y calculadora.
- Impresora 3D del centro con filamento PLA, operada solo por el docente, para imprimir la pieza de prueba; sin impresora, se trabaja con los datos de ejemplo del Anexo 3.

Seguridad, privacidad y uso responsable

La impresora 3D la opera solo personal autorizado: la boquilla (200-220 °C) y la cama (hasta unos 60 °C) queman, así que no se toca la máquina en funcionamiento ni se retira una pieza caliente. Ventilación del aula y PLA en lugar de materiales que desprendan humos. Las pilas solo se miden con el calibre. Rebabas con lima o lija fina y restos de filamento a un contenedor para reutilizar.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (proporcionalidad, cálculo de áreas y volúmenes, redondeo y escalas) y Educación Plástica y Visual (vistas, croquis acotados y representación de piezas).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Pieza sencilla y tolerancias recomendadas.

Ampliación

Anexo 9

Diseñar ensamblaje de dos piezas y justificar tolerancia.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

Lucía abre el portapilas del kit de la semana pasada y se le queda el clip roto en la mano. «Seguro que lo podemos imprimir mejor», dice Omar. Pero una impresora 3D no perdona: si la pared es demasiado fina, se rompe; si el hueco sale un poco pequeño, la pila no entra; si el diseño tiene un voladizo, se cae el plástico. Durante siete sesiones seréis ingenieros de diseño: mediréis pilas con calibre, calcularéis cotas con parámetros, modelaréis en CAD, simularéis el laminado y corregiréis la pieza con una prueba real. ¿Conseguiréis que las tres pilas entren a la primera?

> *¿Cómo diseñamos una pieza para que pueda fabricarse y encajar a la primera?*

Vuestro reto

Diseñar en CAD 3D y dejar lista para fabricar una pieza portapilas de 3 pilas AAA que quepa en 45 × 65 × 12 mm, pese 15 g o menos y se imprima sin soportes, entregando el archivo, el plano acotado, los cálculos y el registro de versiones para que otro equipo pueda imprimirla.

Lo que vais a producir

Pieza CAD 3D lista para fabricación.

Seguridad. La impresora 3D la opera solo personal autorizado: la boquilla (200-220 °C) y la cama (hasta unos 60 °C) queman, así que no se toca la máquina en funcionamiento ni se retira una pieza caliente.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos piezas buenas y malas para impresión y leemos el encargo del portapilas.
2. Medimos las pilas con calibre y traducimos los requisitos a cotas.
3. Modelamos la pieza en CAD con parámetros que se pueden cambiar.
4. Revisamos espesores, encajes y la orientación de impresión.
5. Preparamos el archivo y simulamos el laminado con masa y coste.
6. Iteramos tras la pieza de prueba y registramos las versiones.
7. Presentamos el dossier de fabricación y resolvemos un caso nuevo cada uno.

Al terminar seré capaz de…

- Distinguir piezas bien y mal diseñadas para impresión 3D y explicar el fallo con criterios de fabricabilidad (espesor de pared, voladizos, base y holgura).
- Medir con calibre y traducir los requisitos a cotas, calculando las dimensiones de un portapilas a partir de parámetros y representándolo en un plano acotado.
- Modelar la pieza en CAD con restricciones dimensionales (parámetros) de modo que un cambio de medida actualice todo el diseño.
- Revisar el diseño antes de fabricar (paredes, encajes y orientación) y preparar y exportar el archivo con los ajustes de laminado y una estimación de masa y coste.
- Iterar con una pieza de prueba, ajustar la holgura y documentar las versiones del diseño en un dossier de fabricación.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

Todo lo necesario para diseñar y preparar la pieza: el encargo del club, ejemplos de piezas buenas y malas, los criterios de fabricabilidad, el plano acotado, los parámetros con un ejemplo resuelto, el modelo paramétrico en Python, el flujo de fabricación digital, los ajustes de laminado, el protocolo de práctica y un glosario.

F1 El encargo del club «Repara y Crea»: un portapilas imprimible

ESTUDIO DE CASO

Para: Departamento de Tecnología, IES Ribera del Henares. **De:** Lucía y Omar, del club «Repara y Crea».

«Los portapilas de 3 pilas AAA que compramos se rompen cuando se sacan las pilas y no se pueden arreglar. Queremos **diseñarlos nosotros**, imprimirlos en 3D con la impresora del centro y compartir el archivo con licencia Creative Commons para que cualquiera pueda mejorarlos. Antes de imprimir 20 unidades, necesitamos una **pieza bien pensada** que encaje a la primera.»

Requisitos pedidos:

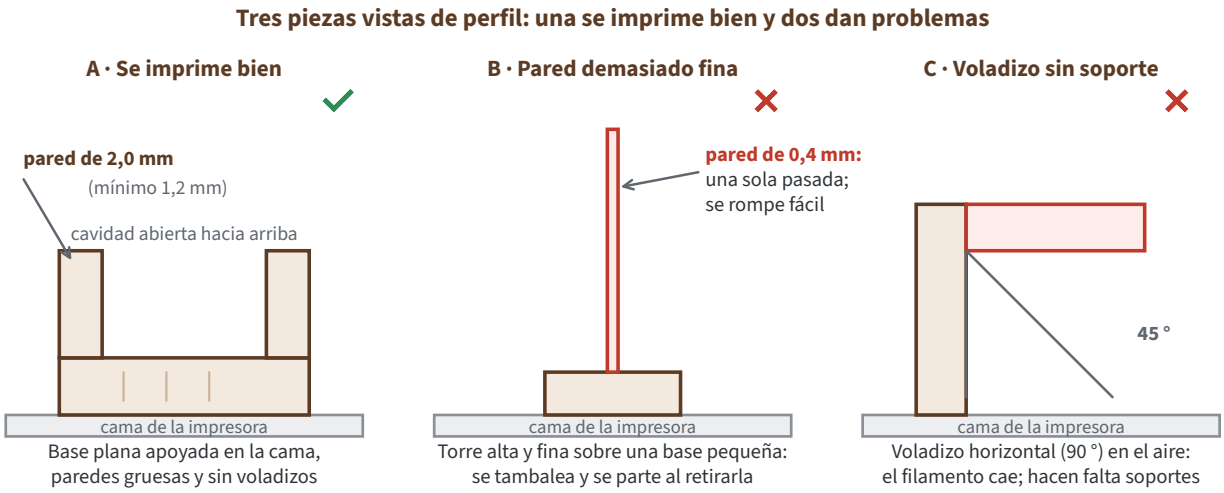
1. Aloja **3 pilas AAA** (Ø 10,5 mm × 44,5 mm) en fila, sin forzarlas y sin que se muevan.
2. **Holgura** de 0,4 mm por lado en cada bolsa, que se comprobará con una pieza de prueba.
3. **Paredes** de al menos 1,2 mm de espesor en toda la pieza.
4. **Medidas exteriores** máximas de 45 × 65 × 12 mm, para que quepa en las cajas del club.
5. Se imprime **sin soportes**, con la base plana sobre la cama y sin voladizos de más de 45 °.
6. **Masa** de 15 g o menos y coste de material de 0,30 € o menos.
7. Dossier con el **archivo** (STL o 3MF), el **plano acotado** y el **registro de versiones**.

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno: el centro, las personas y los precios son inventados. Dimensiones nominales de la pila AAA: diámetro de 10,5 mm y longitud de 44,5 mm (valores máximos habituales del tamaño AAA).

¿Qué requisitos se comprueban con un calibre y cuáles con la balanza o con el laminador? ¿Cuáles dependen de la impresora?

F2 Piezas buenas y malas para impresión 3D

ESQUEMA



Dibujos esquemáticos, sin escala. Regla práctica: voladizos de 45 ° o menos se imprimen sin soportes.

La impresora fabrica por capas: cada capa se apoya en la anterior, de modo que lo que está «en el aire» necesita un soporte, y lo muy fino se rompe. Una pieza bien diseñada se apoya sobre una base plana, tiene paredes gruesas y evita voladizos grandes.

Fuente: Dibujo de elaboración propia: tres vistas de perfil esquemáticas, sin escala. Los ángulos y espesores son los de las reglas prácticas de la fuente F3.

¿Qué cambiarías en las piezas B y C para que se imprimieran bien?

F3 Criterios de fabricabilidad para impresión 3D FDM

DATOS

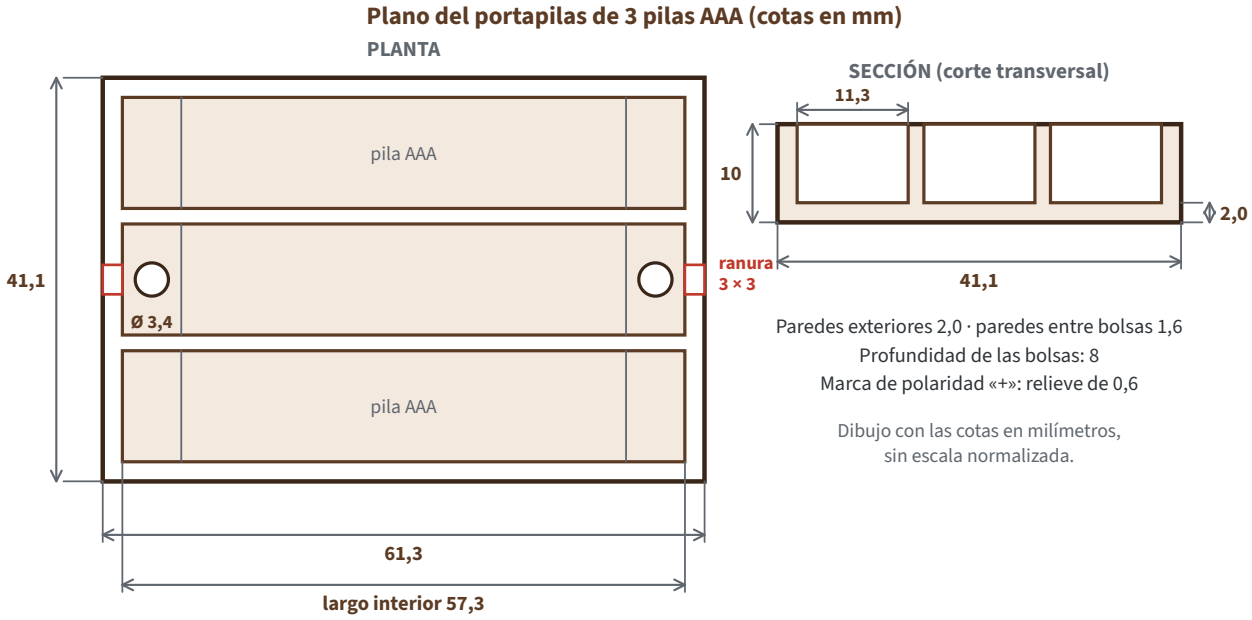
Criterio	Regla práctica	Por qué
Espesor de pared	Al menos 1,2 mm (3 pasadas de boquilla de 0,4 mm); mejor múltiplos de 0,4 mm	Una pared de 0,4 mm es una sola pasada: frágil
Voladizos	45 ° o menos respecto de la vertical, sin soportes	Cada capa necesita apoyarse en la anterior
Puentes (tramos horizontales sin apoyo)	Hasta unos 5 mm sin problema	Si son más largos se hunden
Holgura de encaje	De 0,2 a 0,4 mm por lado (orientativo)	La impresión no es exacta: los agujeros salen algo más pequeños
Agujeros pequeños	Diámetro de 3 mm o más y 0,2-0,4 mm extra sobre la medida nominal	Se cierran algo al imprimir
Base y bordes inferiores	Base plana; redondear los bordes inferiores 0,5 mm	La primera capa se ensancha («pata de elefante»)
Altura de capa	0,2 mm habitual con boquilla de 0,4 mm	Menos altura da más detalle y más tiempo
Orientación	La capa más débil es la unión entre capas: no cargar la pieza en vertical	Las capas se pueden separar

Cota es la medida de una distancia que figura en el plano, con su unidad (mm). **Parámetro** es un valor del que dependen las cotas: si lo cambias, el modelo se actualiza.

Fuente: Reglas prácticas orientativas de elaboración propia, habituales en impresión 3D por deposición (FDM) con boquilla de 0,4 mm. Hay que calibrarlas con la impresora y el filamento del centro.

F4 Plano del portapilas de 3 pilas AAA

ESQUEMA



Lectura del plano. La planta muestra las tres bolsas (11,3 mm de ancho cada una), las paredes de 2,0 mm exteriores y 1,6 mm entre bolsas, los taladros de fijación y las ranuras de 3 × 3 mm para sacar los cables. La sección muestra que las bolsas tienen 8 mm de profundidad sobre una base de 2,0 mm.

Fuente: Plano de elaboración propia. Cotas en milímetros; las bolsas llevan 0,4 mm de holgura por lado. Los taladros de Ø 3,4 mm sirven para tornillos M3.

¿Qué cota no se puede medir directamente en la planta? ¿Cuántas bolsas caben si se quiere un ancho exterior de 45 mm o menos?

F5 Parámetros del portapilas y ejemplo resuelto

DATOS

Parámetro	Símbolo	Valor	Para qué sirve
Número de pilas	n	3	Cuántas bolsas
Diámetro de la pila	D	10,5 mm	Ancho de la bolsa
Longitud de la pila	L	44,5 mm	Largo de la bolsa
Holgura por lado	h	0,4 mm	Encaje sin forzar
Pared exterior	e_ext	2,0 mm	Resistencia de los bordes
Pared entre bolsas	e_int	1,6 mm	Separa las pilas (4 pasadas)
Espacio para el contacto en cada extremo	c	6,0 mm	Alojar el muelle o la lengüeta
Base	e_base	2,0 mm	Resistencia del fondo
Profundidad de las bolsas	h_pared	8,0 mm	Sujeción lateral de la pila

Fórmulas: bolsa = D + 2·h; ancho = n · bolsa + (n − 1) · e_int + 2 · e_ext; largo interior = L + 2·h + 2·c; largo = largo interior + 2 · e_ext; alto = e_base + h_pared.

Ejemplo resuelto (n = 3):

1. Bolsa: 10,5 + 2 · 0,4 = **11,3 mm**.
2. Ancho: 3 · 11,3 + 2 · 1,6 + 2 · 2,0 = 33,9 + 3,2 + 4,0 = **41,1 mm**.
3. Largo interior: 44,5 + 2 · 0,4 + 2 · 6,0 = **57,3 mm**; largo: 57,3 + 4,0 = **61,3 mm**.
4. Alto: 2,0 + 8,0 = **10,0 mm**. Caben en 45 × 65 × 12 mm.
5. Volumen: 41,1 · 61,3 · 10 − 3 · 11,3 · 57,3 · 8 = 25.194 − 15.540 ≈ **9.655 mm³** (9,65 cm^3), sin contar los taladros y las ranuras.
6. Masa máxima (relleno 100 %): 9,65 cm^3 · 1,24 g/cm^3 = **12,0 g**. Coste: 12,0 g · 0,02 €/g = **0,24 €**.
7. Capas de 0,2 mm: 10 / 0,2 = **50 capas**. Filamento de 1,75 mm de diámetro: 9.655 mm^3 / 2,405 mm^2 = **4,0 m**.

Fuente: Tabla y cálculos de elaboración propia. Densidad del PLA de 1,24 g/cm^3 (ficha técnica de un PLA comercial, NatureWorks Ingeo 3D850). Precio del filamento de 20 €/kg: valor ilustrativo.

F6 Modelo paramétrico del portapilas en Python

CÓDIGO

Cambia n, h o D y vuelve a ejecutar el programa: las cotas, la masa y las comprobaciones se actualizan solas.

PYTHON

```python
# Portapilas paramétrico: todas las cotas salen de los parámetros
n = 3            # número de pilas
D = 10.5         # diámetro de la pila AAA (mm)
L = 44.5         # longitud de la pila AAA (mm)
h = 0.4          # holgura por cada lado (mm)
e_ext = 2.0      # pared exterior (mm)
e_int = 1.6      # pared entre bolsas (mm)
c = 6.0          # espacio para el contacto en cada extremo (mm)
e_base = 2.0     # espesor de la base (mm)
h_pared = 8.0    # profundidad de las bolsas (mm)

def coma(x, d=1):
    return f"{x:.{d}f}".replace(".", ",")

bolsa = D + 2 * h
ancho = n * bolsa + (n - 1) * e_int + 2 * e_ext
largo_int = L + 2 * h + 2 * c
largo = largo_int + 2 * e_ext
alto = e_base + h_pared
volumen = ancho * largo * alto - n * bolsa * largo_int * h_pared  # mm3
masa = volumen / 1000 * 1.24                                       # g (PLA, relleno 100 %)
coste = masa / 1000 * 20                                           # euros (20 euros/kg)

print("Bolsa:", coma(bolsa), "mm")
print("Medidas exteriores:", coma(ancho), "x", coma(largo), "x", coma(alto), "mm")
print("Volumen:", coma(volumen / 1000, 2), "cm3 · Masa máxima:", coma(masa), "g · Coste:", coma(coste, 2), "euros")
print("Cabe en 45 x 65 x 12 mm:", ancho ⩽ 45 and largo ⩽ 65 and alto ⩽ 12)
print("Masa dentro del límite de 15 g:", masa ⩽ 15)
```

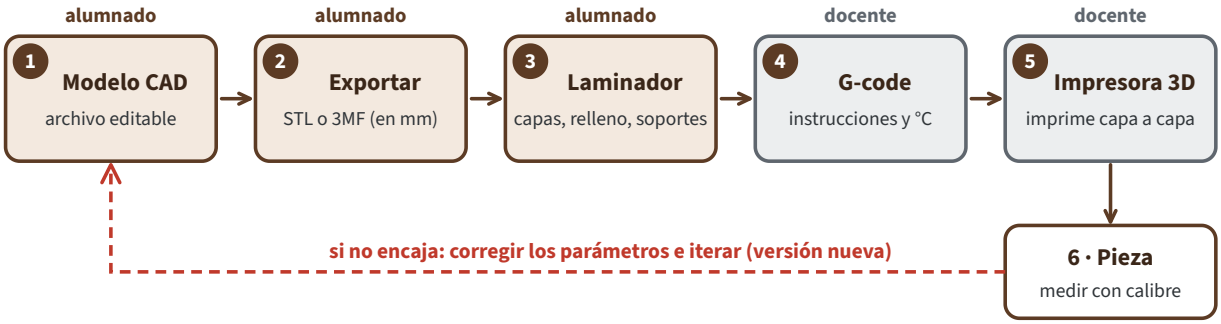
Salida con los parámetros de la fuente F5: bolsa 11,3 mm; medidas 41,1 × 61,3 × 10,0 mm; volumen 9,65 cm^3; masa máxima 12,0 g; coste 0,24 €; cabe en 45 × 65 × 12 mm: True; masa dentro del límite: True.

Fuente: Código de elaboración propia, probado con Python 3. Hace de «hoja de cálculo» del diseño: al cambiar un parámetro se recalculan todas las cotas, la masa y el coste.

F7 Flujo de trabajo de la fabricación digital

ESQUEMA

Del modelo a la pieza: flujo de trabajo de la fabricación digital



En esta situación el alumnado completa los pasos 1 a 3 y prepara el archivo; el docente (o personal autorizado) hace los pasos 4 y 5.

Formatos de archivo: el **archivo de CAD** guarda el modelo y se puede editar. **STL** guarda la superficie como una malla de triángulos (sin unidades, se interpreta en mm). **3MF** guarda la malla con unidades y ajustes. **STEP** guarda la geometría exacta para abrirla en otro programa de CAD. **G-code** contiene las órdenes de la impresora (movimientos, temperaturas) y es lo que genera el laminador.

Fuente: Diagrama de elaboración propia. Los pasos 4 y 5 los realiza el docente o personal autorizado.

¿Qué pasos haces tú y cuáles hace el docente? ¿A qué paso vuelves si la pila no entra?

F8 Ajustes de laminado de referencia para el portapilas

DATOS

Ajuste	Valor de referencia	Qué controla
Material	PLA, Ø 1,75 mm, densidad 1,24 g/cm³	Resistencia y facilidad de impresión
Temperatura de la boquilla	200-220 °C	Fusión del filamento
Temperatura de la cama	50-60 °C	Adherencia de la primera capa
Boquilla	0,4 mm	Anchura de cada pasada
Altura de capa	0,2 mm (50 capas)	Calidad y tiempo
Perímetros	4 (1,6 mm)	Espesor de las paredes macizas
Relleno	20 %	Material en el interior (apenas influye con paredes gruesas)
Soportes	No	Material extra para voladizos (aquí no hacen falta)
Velocidad	50 mm/s	Tiempo y calidad

Fuente: Ajustes orientativos de elaboración propia; la temperatura del PLA de 200-220 °C procede de la ficha técnica de un PLA comercial (NatureWorks Ingeo 3D850). La cama de 50-60 °C y la velocidad son valores típicos que se ajustan a la impresora del centro.

F9 Protocolo de modelado, exportación y pieza de prueba

PROTOCOLO

Material y herramientas: ordenador con CAD 3D y laminador, calibre, pilas AAA, calculadora; impresora 3D, filamento PLA y lima, solo el docente.

Equipo de protección y riesgos: la boquilla (200-220 °C) y la cama (unos 60 °C) provocan quemaduras: no se toca la impresora en marcha ni se retira una pieza caliente. Las rebabas se quitan con lima o lija fina. Ventilación del aula. Las pilas solo se miden: no se conectan, no se cortocircuitan ni se abren.

Procedimiento:

1. Mide con calibre el diámetro y la longitud de tres pilas AAA y toma el valor mayor de cada medida.
2. Calcula las cotas con los parámetros de F5 y comprueba que se cumplen los requisitos de F1.
3. Dibuja el boceto 2D de la planta en el CAD y extruye la base y las paredes; después, resta las bolsas, los taladros y las ranuras.
4. Define los parámetros (n, D, L, h) como variables del modelo y comprueba que cambian las cotas al modificarlos.
5. Revisa: paredes de 1,2 mm o más, voladizos de 45 ° o menos, medidas exteriores dentro del límite y base plana.
6. Exporta el archivo (STL o 3MF, en milímetros) con el nombre `portapilas_v1` y guarda el archivo editable.
7. En el laminador, aplica los ajustes de F8, comprueba las capas y anota la masa, el filamento y el coste estimados.
8. El docente imprime la pieza de prueba (las bolsas de distinta holgura) y tú compruebas el encaje con una pila y el calibre.
9. Si no encaja, calcula una versión 2 con otra holgura, guárdala como `portapilas_v2` y anota el cambio en el registro.

Cierre y residuos: guarda los archivos con su versión, retira los soportes o restos de filamento al contenedor de reutilización y cita el software y la licencia del dossier.

Resultado esperable: una pieza de unos 41 × 61 × 10 mm y 12 g en la que entran las tres pilas; si la impresora cierra los agujeros, hará falta aumentar la holgura en 0,1 mm.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F10 Glosario de CAD y fabricación digital

GLOSARIO

CAD	Diseño asistido por ordenador: programa para dibujar y modelar piezas con medidas exactas.
Parámetro	Valor (por ejemplo, la holgura) del que dependen las cotas de un modelo; al cambiarlo, el modelo se actualiza.
Cota	Medida de una distancia indicada en un plano, con su unidad.
Restricción dimensional	Medida fija que se impone a un boceto para que el modelo no pueda deformarse.
Extruir	Dar volumen a un dibujo 2D desplazándolo en una dirección.
Holgura	Diferencia de medida entre dos piezas que encajan para que entren sin forzar.
Tolerancia	Variación admitida respecto a la medida nominal.
FDM	Impresión 3D por deposición de material fundido, capa a capa.
Voladizo	Parte de una pieza que sobresale sin apoyo debajo.
Laminador	Programa que corta el modelo en capas y genera el G-code de la impresora.
STL / 3MF	Formatos de archivo que describen la superficie del modelo como una malla de triángulos.
G-code	Instrucciones (movimientos, temperaturas) que ejecuta la impresora.
Perímetro	Pasada de la boquilla que dibuja el contorno de una capa; el espesor de la pared es un múltiplo de la boquilla.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

FICHA 1 Analizamos piezas buenas y malas y leemos el encargo

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, lee el encargo (F1) y analiza las piezas de F2 con los criterios de F3.

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

¿Cómo fabrica una impresora 3D FDM una pieza?

◯ Depositando plástico fundido capa a capa ◯ Vertiendo plástico en un molde ◯ Quitando material de un bloque

¿Qué es un voladizo?

◯ Una parte de la pieza que sobresale sin apoyo debajo ◯ La primera capa de la pieza ◯ Un agujero que atraviesa la pieza

Una cota en un plano sirve para…

◯ indicar una medida de la pieza ◯ dar color al dibujo ◯ indicar la escala del papel

La holgura entre una pieza y su alojamiento sirve para…

◯ dibujar más rápido ◯ que la pieza pese menos ◯ que encaje sin forzar pese a la imprecisión de la fabricación

2 **Analiza las tres piezas de F2: ¿qué problema tiene cada una (o por qué es buena) y cómo se corrige?**

Pieza	Problema o razón de que sea buena	Qué pasaría al imprimir	Cómo se corrige
A			
B			
C			

3 **Lee el encargo (F1). Subraya los requisitos que se pueden medir con un calibre y di cuáles dependen de la impresora y cuáles del diseño.**

4 **Haz un boceto a mano alzada del portapilas (planta y perfil) y marca dónde irán las paredes y qué problemas de impresión podría tener.**

FICHA 2 Medimos y traducimos los requisitos a cotas

SESIÓN 2

Mide con calibre (F9, paso 1) y calcula con los parámetros de F5. Todas las cotas en milímetros.

1 **Mide tres pilas AAA con el calibre y elige el valor mayor para el diseño.**

Medida	Pila 1 (mm)	Pila 2 (mm)	Pila 3 (mm)	Valor de diseño (mm)
Diámetro D				
Longitud L				

2 **Calcula las cotas del portapilas de 3 pilas con D = 10,5 mm, L = 44,5 mm y h = 0,4 mm (F5).**

1. Bolsa = D + 2·h = _____ + 2 · _____ = _____ mm
2. Ancho = 3 · _____ + 2 · _____ + 2 · _____ = _____ mm
3. Largo interior = L + 2·h + 2·c = _____ + _____ + _____ = _____ mm
4. Largo = _____ + 2 · _____ = _____ mm
5. Alto = _____ + _____ = _____ mm

3 **Relaciona cada cota del plano F4 con su función.**

1	11,3 mm	a	Ancho de cada bolsa
2	2,0 mm	b	Pared exterior
3	1,6 mm	c	Pared entre dos bolsas
4	Ø 3,4 mm	d	Taladro para un tornillo M3 con holgura

4 **Dibuja la planta del portapilas a mano alzada (vale sin escala) con las cotas exteriores y las de las bolsas.**

FICHA 3 Modelado CAD paramétrico básico

SESIÓN 3

Un modelo paramétrico cambia al cambiar un parámetro. Trabaja con F6 y con tu programa de CAD.

1 **Completa las líneas que faltan del modelo paramétrico.**

PYTHON

```python
n = 3
D = 10.5
h = 0.4
e_int = 1.6
e_ext = 2.0

bolsa = D + 2 * ___
ancho = n * ___ + (n - 1) * ___ + 2 * ___
print(ancho)   # resultado esperado: ___ mm
```

2 **Cambia n en F6 y completa la tabla (con h = 0,4 mm). ¿Qué versión cumple los requisitos de F1?**

n (pilas)	Ancho (mm)	Masa máx. (g)	¿Cabe en 45 × 65 × 12 mm?	¿Masa ≤ 15 g?
2				
3				
4				

3 **Escribe la secuencia de operaciones que harás en tu CAD para modelar el portapilas (boceto, extrusión, vaciados, taladros, redondeos y parámetros).**

4 **Elige la respuesta correcta.**

Una restricción dimensional…

◯ fija una medida del boceto para que no se deforme ◯ exporta el archivo a STL ◯ cambia el color de la pieza

En un modelo paramétrico, si cambias la holgura h…

◯ solo cambia la bolsa que has tocado ◯ hay que redibujar todo ◯ todas las cotas que dependen de h se actualizan

Para vaciar una bolsa en el CAD se…

◯ suma otro bloque encima ◯ exporta la pieza dos veces ◯ extruye un boceto de la bolsa y se resta del bloque

FICHA 4 Revisamos espesores, encajes y orientación

SESIÓN 4

Revisa el diseño antes de fabricar con los criterios de F3 y las cotas de F4.

1 **Completa la lista de revisión con las cotas del diseño.**

Comprobación	Valor del diseño	Criterio	¿Cumple?
Pared exterior		≥ 1,2 mm	
Pared entre bolsas		≥ 1,2 mm	
Holgura por lado		0,2-0,4 mm	
Voladizo máximo		≤ 45 °	
Medidas exteriores		≤ 45 × 65 × 12 mm	
Ranura de cable	3 mm	puente ≤ 5 mm	

2 **Compara tres orientaciones de impresión de la pieza (altura de capa de 0,2 mm).**

Orientación	¿Necesita soportes?	Nº de capas	Calidad de las bolsas	Decisión
A · base plana, bolsas hacia arriba				
B · de pie, apoyada en un lado corto (61,3 mm de alto)				
C · boca abajo, bolsas hacia la cama				

3 **Un compañero propone paredes de 0,6 mm para ahorrar material. ¿Cuántas pasadas de boquilla de 0,4 mm son? ¿Qué espesor propones y por qué?**

FICHA 5 Preparamos el archivo y simulamos el laminado

SESIÓN 5

Exporta el archivo, aplica los ajustes de F8 y estima capas, masa y coste a mano y con el simulador (laminador).

1 **Antes de exportar, marca lo que has comprobado.**

- [ ] El modelo está en milímetros y a tamaño real (41,1 × 61,3 × 10 mm).
- [ ] La malla es cerrada y no hay piezas sueltas ni caras invertidas.
- [ ] La base está plana sobre el plano de la cama.
- [ ] El archivo se llama portapilas_v1 y he guardado el archivo editable.
- [ ] He aplicado los ajustes de F8 (0,2 mm de capa, 4 perímetros, sin soportes).

2 **Completa la tabla con el cálculo a mano (F5) y con el resultado del laminador.**

Dato	Cálculo a mano	Resultado del laminador
Nº de capas		
Volumen (mm^3)		
Masa (g)		
Filamento de Ø 1,75 mm (m)		
Coste a 20 €/kg (€)		

3 **Relaciona cada formato con su uso (F7).**

1	STL	a	Geometría exacta para abrir en otro CAD
2	3MF	b	Instrucciones de movimiento y temperaturas de la impresora
3	G-code	c	Malla de triángulos para laminar
4	STEP	d	Malla de triángulos con unidades y ajustes

4 **¿Por qué puede diferir la masa del laminador de la calculada a mano? Escribe dos razones.**

FICHA 6 Iteramos tras la pieza de prueba y registramos las versiones

SESIÓN 6

El docente ha impreso una pieza de prueba con bolsas de distinta holgura. Si no hay impresora, usa los datos de ejemplo de la tabla.

1 **Interpreta el resultado de la pieza de prueba (datos de ejemplo) y decide la holgura de la versión 2.**

Bolsa diseñada (mm)	Holgura por lado (mm)	Resultado con la pila AAA	Conclusión
10,9	0,2	No entra	
11,1	0,3	No entra	
11,3	0,4	Entra con esfuerzo	
11,5	0,5	Entra bien y no baila	

2 **Calcula las cotas de la versión 2 con la holgura elegida (n = 3) y comprueba que cumple los requisitos de F1 de medidas y masa.**

3 **Completa el registro de versiones.**

Versión	Cambio	Motivo	Resultado
v1	Holgura de 0,4 mm		Entra con esfuerzo
v2			
v3 (opcional)			

FICHA 7

Evidencia individual: portapilas de 2 pilas AA

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un caso nuevo (pila AA: Ø 14,5 mm y 50,5 mm de longitud).

1 **El club quiere un portapilas de 2 pilas AA con holgura de 0,4 mm, paredes exteriores de 2,0 mm, pared entre bolsas de 1,6 mm, c = 6 mm, base de 2,0 mm y bolsas de 10 mm de profundidad. Calcula la bolsa, el ancho, el largo y el alto, y comprueba si cabe en 40 × 70 × 15 mm.**

2 **Dibuja la planta acotada (vale sin escala) con las cotas principales.**

3 **Al imprimirlo, las pilas entran muy justas. Revisas el diseño y ves que pusiste una bolsa de 14,9 mm. ¿Qué error se cometió y cuál es la medida correcta?**

4 **Elige la orientación de impresión y justifícala con dos criterios de F3. Calcula el número de capas con capas de 0,2 mm.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Dossier de fabricación de nuestro portapilas. Completadlo en equipo a lo largo de las sesiones: es el producto final que presentaréis.

Necesidad y requisitos

Siete requisitos medibles del encargo.

Boceto y orientación

Boceto inicial y orientación elegida.

Plano acotado

Planta y sección con cotas en mm.

Parámetros y cálculos

n, D, L, h, cotas, masa y coste.

Revisión de fabricabilidad

Paredes, voladizos, holgura y medidas.

Archivo y laminado

Formato, nombre, ajustes y estimaciones.

Pieza de prueba y versiones

Resultado, cambios y efecto medido.

Versión final, límites y mejora

Cotas finales, límites y mejora propuesta.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Pieza CAD 3D lista para fabricación**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El modelo CAD está definido por parámetros (n, D, L, h) y las cotas coinciden con las de la hoja de cálculo y con el plano.
- [ ] Las tres pilas caben con la holgura de 0,4 mm por lado (o la ajustada tras la prueba) y no se mueven: comprobado con la pieza de prueba o los datos de ejemplo.
- [ ] Las paredes miden 1,2 mm o más, no hay voladizos de más de 45 ° y se imprime sin soportes con la base plana (orientación justificada).
- [ ] Las medidas exteriores no superan 45 × 65 × 12 mm, la masa es de 15 g o menos y el coste de material de 0,30 € o menos.
- [ ] El plano está acotado en milímetros con planta y sección, y los cálculos llevan unidades.
- [ ] El archivo se ha exportado en STL o 3MF en milímetros, con malla cerrada y nombre con versión; se conserva el archivo editable.
- [ ] El registro de versiones recoge cambio, motivo y resultado, con al menos una iteración tras la prueba.
- [ ] Se han respetado las normas de seguridad (impresora solo del docente, sin tocar superficies calientes) y se separan los restos de filamento.
- [ ] Se citan el software, las fuentes y la licencia Creative Commons del archivo, y el diseño permite sacar las pilas con facilidad.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Pieza CAD 3D lista para fabricación**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	Traduce el encargo en requisitos medibles (dimensiones, masa, coste, sin soportes), calcula las cotas a partir de parámetros y justifica holgura, paredes y orientación con criterios.	Define requisitos y calcula las cotas con una justificación suficiente de holgura y paredes.	Los requisitos no se pueden medir o las cotas se eligen sin calcular ni justificar.	No relaciona el diseño con el encargo ni con las medidas de las pilas.	
Funcionamiento / evidencia	La pieza cumple los requisitos (cabe, 15 g o menos, sin soportes) y las pilas encajan: se comprueba con la pieza de prueba o los datos de ejemplo, y se interpretan los límites.	El diseño cumple casi todos los requisitos y se comprueba el encaje de forma suficiente.	Cumple solo en parte o la comprobación del encaje es incompleta.	No se comprueba el encaje ni los requisitos.	
Documentación técnica	Plano acotado en mm con vistas y cotas completas, cálculos con unidades, archivo STL o 3MF correcto, ajustes de laminado y registro de versiones: otro equipo podría imprimirla.	Plano, cálculos y archivo suficientes, con alguna cota, unidad o ajuste sin indicar.	Faltan cotas, vistas o ajustes y cuesta reproducir la pieza.	Documentación insuficiente para fabricar la pieza.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta que la impresora la opere el docente, evita superficies calientes, reduce material y residuos, reutiliza el filamento sobrante y cita software y licencias.	Cumple las normas de seguridad y aprovecha el material con criterio.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material.	Incumple normas de seguridad o manipula la impresora sin permiso.	
Iteración y cooperación	Detecta el fallo con la pieza de prueba, lo explica con causa y medida, aplica una nueva versión con efecto comprobado y documenta los cambios; roles bien gestionados.	Aplica una mejora tras la prueba, la registra y coopera adecuadamente.	Corrige sin medir o sin registrar la versión, o la cooperación es irregular.	No revisa el diseño tras la prueba o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular las cotas de una pieza a partir de parámetros y comprobar si cumple los requisitos de medidas, masa y coste.	○	○	○	○
Sé revisar un diseño antes de fabricar (paredes, voladizos, holgura y orientación) y corregirlo con los resultados de una prueba.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Aquí tienes una pieza sencilla (portapilas de una sola pila AAA) con las tolerancias recomendadas ya elegidas. Completa las cotas, calcula y comprueba.

Pieza sencilla y tolerancias recomendadas

Pieza: portapilas de **una** pila AAA (D = 10,5 mm; L = 44,5 mm) con bolsa de 8 mm de profundidad y base de 2,0 mm.

Tolerancias recomendadas: holgura de **0,4 mm por lado**; paredes de **2,0 mm**; espacio de **6 mm** para el contacto en cada extremo.

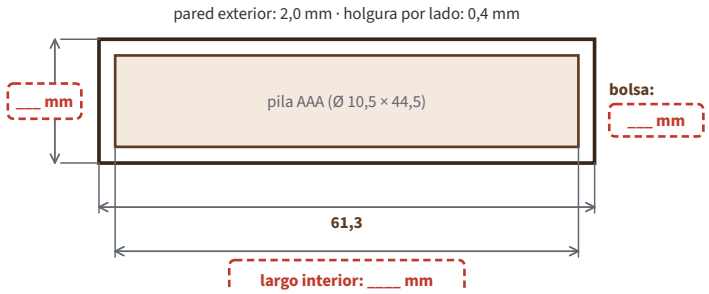
Cotas ya calculadas: bolsa 11,3 mm; ancho exterior 15,3 mm; largo exterior 61,3 mm; alto 10,0 mm.

Pasos guiados

1. Bolsa = D + 2·h.
2. Ancho exterior = bolsa + 2 · pared exterior.
3. Largo interior = L + 2·h + 2·c.
4. Largo exterior = largo interior + 2 · pared exterior.
5. Comprueba que las paredes miden 1,2 mm o más y que no hay voladizos.

1 Completa las cotas que faltan en el plano parcial (escribe los valores en mm).

Planta del portapilas de una pila AAA: completa las cotas que faltan



2 Completa los cálculos guiados.

1. Bolsa = _____ + 2 · _____ = _____ mm
2. Ancho exterior = _____ + 2 · _____ = _____ mm
3. Largo interior = _____ + _____ + _____ = _____ mm
4. Largo exterior = _____ + _____ = _____ mm

3 Elige la respuesta correcta.

La holgura se suma…

◯ solo en el largo ◯ una sola vez ◯ por los dos lados (2 · h)

Una pared de 2,0 mm con boquilla de 0,4 mm son…

◯ cinco pasadas ◯ tres pasadas ◯ una pasada

La pieza se imprime…

◯ boca abajo con soportes ◯ de pie sobre un lado corto ◯ con la base plana y sin soportes

ANEXO 9

Ampliación

SdA 4 · CAD y fabricación digital

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

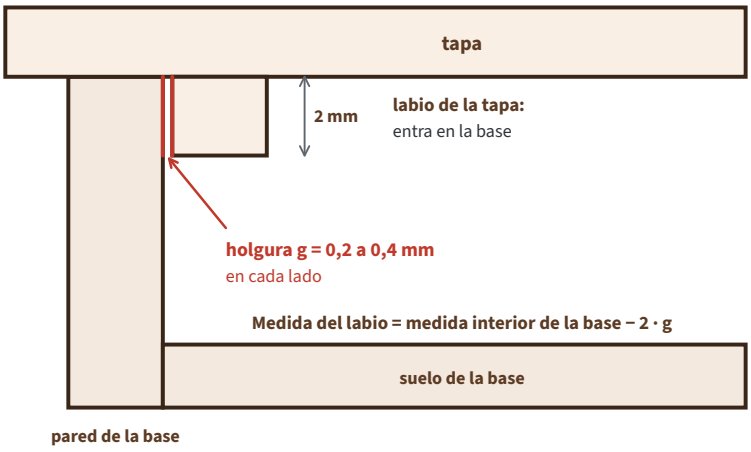
Ensamblaje de dos piezas: tapa del portapilas y tolerancia

Diseña una tapa con labio que encaje en el portapilas y justifica la holgura con una tabla de ajustes. Usa las fuentes F11 y F12.

F11 Unión de la tapa con la base

ESQUEMA

Corte de la unión base-tapa (dibujo ampliado, sin escala)



Si g es demasiado pequeña, la tapa no entra; si es demasiado grande, baila.

La tapa lleva un **labio** de 2 mm de alto que entra en el hueco de la base. Cada lado del labio queda a una holgura g de la pared: labio = hueco interior − 2 · g.

Fuente: Dibujo de elaboración propia, ampliado y sin escala. La base tiene 37,1 × 57,3 mm de hueco interior (41,1 − 2 · 2,0 y 61,3 − 2 · 2,0).

F12 Holgura del labio y tipo de ajuste

DATOS

Holgura g por lado	Labio ancho (mm)	Labio largo (mm)	Ajuste esperado
0,1 mm	36,9	57,1	Muy justo: puede no entrar
0,2 mm	36,7	56,9	A fricción: entra con esfuerzo
0,3 mm	36,5	56,7	Deslizante: entra y se sujeta
0,4 mm	36,3	56,5	Holgado: la tapa baila

Fuente: Cálculo de elaboración propia con el hueco interior de la base de 37,1 × 57,3 mm. Los tipos de ajuste son orientativos y dependen de la impresora: hay que probarlos con una pieza de prueba.

Pasos

1. Con F11 y F12, calcula el labio de la tapa para una holgura de 0,25 mm por lado.
2. Elige una holgura para la tapa y justifica la decisión con el tipo de ajuste y la imprecisión de la impresora.
3. Propón una pieza de prueba para comprobar la holgura sin imprimir toda la tapa.
4. Escribe el registro de la versión de la tapa (parámetros, cambio y resultado esperado).
5. Describe un posible fallo del ensamblaje y cómo lo corregirías.

1 **Completa el diseño de la tapa.**

Holgura g	Labio ancho (mm)	Labio largo (mm)	Tipo de ajuste
0,25 mm			
La que elijo: ___			

Entrega

Hoja de diseño de la tapa con los cálculos, la holgura elegida con su justificación, la pieza de prueba propuesta y el registro de la versión.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 4 · CAD y fabricación digital

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: depositando plástico fundido capa a capa; una parte que sobresale sin apoyo debajo; indicar una medida de la pieza; que encaje sin forzar pese a la imprecisión de la fabricación.
2. A: buena; base plana, paredes gruesas, sin voladizos; se imprime sin problemas. B: pared de 0,4 mm y torre alta sobre base pequeña; se rompe o se tambalea; engrosar la pared (1,2 mm o más) y ampliar la base. C: voladizo horizontal de 90 °; el filamento cae sin soporte; reducir el ángulo a 45 ° o menos, o añadir soporte o cambiar la orientación.
3. Con calibre: requisitos 1, 2, 3 y 4 (medidas de pila, holgura, paredes y exteriores). Con la balanza o el laminador: requisito 6. Dependen de la impresora: la holgura real (2) y que se imprima sin soportes (5). Del diseño: 3, 4 y 7.
4. Boceto abierto: planta con tres bolsas, paredes, base plana y sección. Valorar que anoten posibles problemas (paredes finas, holgura).

Ficha 2

1. Valores plausibles con pilas AAA: D de 10,3 a 10,5 mm y L de 43,8 a 44,5 mm; se usa el mayor (10,5 y 44,5). Aceptar los valores medidos si están justificados.
2. 1. Bolsa = 10,5 + 2 · 0,4 = 11,3 mm. 2. Ancho = 3 · 11,3 + 2 · 1,6 + 2 · 2,0 = 33,9 + 3,2 + 4,0 = 41,1 mm. 3. Largo interior = 44,5 + 0,8 + 12 = 57,3 mm. 4. Largo = 57,3 + 4,0 = 61,3 mm. 5. Alto = 2,0 + 8,0 = 10,0 mm.
3. 11,3 mm: ancho de cada bolsa; 2,0 mm: pared exterior; 1,6 mm: pared entre dos bolsas; Ø 3,4 mm: taladro para un tornillo M3 con holgura.
4. Planta rectangular de 61,3 × 41,1 mm con tres bolsas de 11,3 mm de ancho y 57,3 mm de largo, paredes de 2,0 y 1,6 mm, y los dos taladros. Valorar cotas completas y con unidad.

Ficha 3

1. bolsa = D + 2 * h; ancho = n * bolsa + (n - 1) * e_int + 2 * e_ext; resultado 41,1 mm.
2. n = 2: ancho 28,2 mm; masa 8,6 g; cabe sí; masa sí. n = 3: 41,1 mm; 12,0 g; cabe sí; sí. n = 4: 54,0 mm; 15,4 g; no cabe (54,0 > 45); masa no (15,4 > 15 g). Cumplen n = 2 y n = 3; el encargo pide n = 3.
3. Secuencia: boceto 2D del rectángulo exterior; extruir la base y las paredes; restar tres bolsas de 11,3 × 57,3 mm y 8 mm de profundidad; taladros de Ø 3,4 mm; ranuras de 3 × 3 mm; redondear los bordes inferiores 0,5 mm; definir parámetros (n, D, L, h).
4. Fija una medida del boceto para que no se deforme; todas las cotas que dependen de h se actualizan; extruye un boceto de la bolsa y se resta del bloque.

Ficha 4

1. Pared exterior 2,0 mm, cumple; pared entre bolsas 1,6 mm, cumple; holgura 0,4 mm, cumple; voladizo máximo 0 ° (en el exterior) y la ranura de 3 mm es un puente, cumple; medidas 41,1 × 61,3 × 10,0 mm, cumple.
2. A: no necesita soportes; 50 capas; bolsas bien definidas; decisión: elegida. B: de pie, bolsas horizontales con voladizos; 307 capas (61,3/0,2); calidad peor y capas débiles; descartada. C: boca abajo, requiere soportes en las bolsas; 50 capas; calidad peor; descartada.
3. 0,6 / 0,4 = 1,5 pasadas: no es un número entero, así que la pared sale irregular. Proponer 0,8 mm (2 pasadas) o, mejor, 1,2 mm (3 pasadas) como mínimo; la pieza de F5 usa 2,0 y 1,6 mm.

Ficha 5

1. Todas las comprobaciones marcadas antes de exportar; insistir en las unidades en milímetros y en la base plana.
2. A mano: 50 capas; 9.655 mm^3; 12,0 g; 4,0 m; 0,24 €. Laminador (valores plausibles): 50 capas; masa de 10 a 12 g; filamento de 3,5 a 4,1 m; coste de 0,21 a 0,25 €. Si difiere, explicarlo.
3. STL: malla de triángulos para laminar; 3MF: malla de triángulos con unidades y ajustes; G-code: instrucciones de movimiento y temperaturas de la impresora; STEP: geometría exacta para abrir en otro CAD.
4. Razones: el relleno del 20 % en vez del 100 % ahorra material; el laminador no cuenta los taladros y las ranuras igual; el redondeo de las capas; la densidad real del filamento.

Ficha 6

1. 10,9 y 11,1 mm: no entra (la impresora cierra los agujeros unos 0,2 mm); 11,3 mm: entra con esfuerzo; 11,5 mm: entra y no baila. Se elige la bolsa de 11,5 mm, es decir, h = 0,5 mm.
2. Con h = 0,5: bolsa = 10,5 + 1,0 = 11,5 mm; ancho = 3 · 11,5 + 3,2 + 4,0 = 41,7 mm; largo interior = 44,5 + 1,0 + 12 = 57,5 mm; largo = 61,5 mm; alto = 10,0 mm. Cabe en 45 × 65 × 12 mm. Volumen = 41,7 · 61,5 · 10 − 3 · 11,5 · 57,5 · 8 = 9.776 mm^3; masa = 12,1 g (≤ 15 g).
3. v2: holgura de 0,5 mm (bolsa 11,5 mm); motivo: la bolsa de 11,3 mm entra con esfuerzo porque la impresora cierra los agujeros; resultado: entra bien y no baila (ancho 41,7 mm, largo 61,5 mm, 12,1 g). Valorar la coherencia del registro.

Ficha 7

1. Bolsa = 14,5 + 0,8 = 15,3 mm; ancho = 2 · 15,3 + 1,6 + 4,0 = 36,2 mm; largo interior = 50,5 + 0,8 + 12 = 63,3 mm; largo = 67,3 mm; alto = 2,0 + 10 = 12,0 mm. Cabe en 40 × 70 × 15 mm (36,2 × 67,3 × 12,0). Masa máxima = 9.865 mm^3 · 1,24 g/cm^3 = 12,2 g.
2. Planta rectangular de 67,3 × 36,2 mm con dos bolsas de 15,3 mm de ancho y 63,3 mm de largo; paredes de 2,0 y 1,6 mm. Valorar cotas completas y con unidad.
3. Error: se sumó la holgura una sola vez (14,5 + 0,4 = 14,9 mm) en lugar de por los dos lados (14,5 + 2 · 0,4 = 15,3 mm). Con la medida correcta, el ancho exterior pasa de 35,4 a 36,2 mm.
4. Base plana con las bolsas hacia arriba: no necesita soportes y las capas no se cargan en vertical; 12 / 0,2 = 60 capas. Aceptar otra orientación si está justificada.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Largo exterior 61,3; ancho exterior 15,3; bolsa 11,3 (según la cota que se pida); largo interior 57,3.
2. 1. Bolsa = 10,5 + 2 · 0,4 = 11,3 mm. 2. Ancho = 11,3 + 2 · 2,0 = 15,3 mm. 3. Largo interior = 44,5 + 0,8 + 12 = 57,3 mm. 4. Largo = 57,3 + 4,0 = 61,3 mm.
3. Por los dos lados (2 · h); cinco pasadas; con la base plana y sin soportes.

Ampliación (Anexo 9)

1. Para g = 0,25 mm: labio ancho = 37,1 − 0,5 = 36,6 mm; labio largo = 57,3 − 0,5 = 56,8 mm.
2. Elección razonada: por ejemplo, 0,3 mm (deslizante) si la impresora cierra poco los huecos; 0,2 mm si se quiere un ajuste a fricción con holgura mínima. Valorar que se relacione con la prueba de la ficha 6.
3. Pieza de prueba: un trozo de pared con varios labios de 0,2, 0,3 y 0,4 mm, imprimible en unos minutos, para comprobar qué holgura entra y no baila.
4. Registro: tapa v1, g = 0,3 mm, labio 36,5 × 56,7 mm, resultado esperado: deslizante. Fallo posible: la tapa no entra (corregir g) o baila (reducir g).

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesiones de 50 min; la pieza de prueba (sesión 6) se imprime antes por el docente (con los datos de ejemplo si no hay impresora); presentaciones de 3 minutos y ficha individual de 20 minutos en la 7.
- Seguridad: la impresora la maneja solo el docente; quemaduras por la boquilla y la cama; ventilación; las pilas solo se miden con el calibre; rebabas con lima o lija.
- Diferenciación: el Anexo 8 da una pieza sencilla con tolerancias recomendadas; el Anexo 9 propone el ensamblaje de dos piezas y justificar la tolerancia. Roles rotatorios.

Errores frecuentes

- Sumar la holgura una sola vez en lugar de por los dos lados.
- Olvidar el espacio de contacto en los extremos (largo).
- Elegir paredes que no son múltiplo de la boquilla.
- Exportar en pulgadas o a otra escala (el archivo sale diminuto o enorme).

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar la coherencia entre parámetros, cálculos, plano y archivo, más que la complejidad del diseño.
- Aceptar otras holguras o espesores si se justifican con la pieza de prueba y se cumplen los requisitos.

05

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Algoritmos, apps e IA

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo incorporamos automatización o IA a una aplicación sin dejar de entender qué hace?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** C · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE5, CE7	**PRODUCTO FINAL** Aplicación/prototipo con módulo inteligente o regla automatizada	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.1, 5.1, 5.2, 7.2

Contexto, reto y producto

En el IES Ribera del Henares (centro ficticio), el departamento de Educación Física y la Ecoescuela lanzan «Mueve el cole»: durante el recreo, cada equipo suma puntos según el tiempo que se mueve (0 puntos por minuto en reposo, 1 en actividad moderada y 2 en actividad intensa). Daniela, la profesora de Educación Física, ha pedido al Club de Tecnología una **aplicación** que, a partir de los datos de un sensor de movimiento (pasos por minuto y aceleración), clasifique cada minuto y sume los puntos. Nadia, que usa silla de ruedas, quiere participar en igualdad y pregunta: «¿Mi movimiento contará?». Todos los datos que se usan en la situación son **ficticios**.

En esta situación se aprende a **incorporar una regla automatizada o un módulo de inteligencia artificial a una aplicación sin dejar de entender qué hace**: se descompone el problema y se diseña un algoritmo modular con diagrama de flujo, se programa una versión sin IA basada en reglas, se analiza qué podría aportar un módulo inteligente (un clasificador de k vecinos más cercanos preconfigurado), se integra y se compara con las reglas con un conjunto de pruebas, se buscan errores y sesgos (por ejemplo, qué le pasa a Nadia) y se entrega la aplicación con una **ficha de transparencia** que explica los datos, los límites y los riesgos.

Reto

Programar una aplicación del reto de actividad del recreo con una regla automatizada y un módulo de IA preconfigurado, probarla con 12 casos ficticios (incluidos casos difíciles), detectar y corregir al menos un sesgo, y entregar una ficha de transparencia con los datos, los aciertos, los errores y los límites.

Producto final

Aplicación/prototipo con módulo inteligente o regla automatizada.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE1** Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.
- **CE5** Desarrollar algoritmos y aplicaciones con pensamiento computacional para resolver problemas, automatizar procesos y controlar sistemas robóticos.
- **CE7** Hacer un uso responsable y ético de la tecnología, valorar su impacto y contribuir a un desarrollo sostenible.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

1.1 Definir problemas o necesidades planteadas, buscando y contrastando información procedente de diferentes fuentes de manera crítica, evaluando su fiabilidad y pertinencia.

5.1 Describir, interpretar y diseñar soluciones a problemas informáticos a través de algoritmos y diagramas de flujo, aplicando los elementos y técnicas de programación de manera creativa.

5.2 Programar aplicaciones sencillas para distintos dispositivos (ordenadores, dispositivos móviles y otros) empleando los elementos de programación de manera apropiada y aplicando herramientas de edición, así como módulos de inteligencia artificial que añadan funcionalidades a la solución.

7.2 Identificar las aportaciones de las tecnologías emergentes al bienestar, a la igualdad social y a la disminución del impacto ambiental, haciendo un uso responsable y ético de las mismas.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
C1	Algoritmia y diagramas de flujo.
C2	Aplicaciones informáticas sencillas, para ordenador y dispositivos móviles, e introducción a la inteligencia artificial.
C5	Autoconfianza e iniciativa: el error, la reevaluación y la depuración de errores como parte del proceso de aprendizaje.
E1	Desarrollo tecnológico: creatividad, innovación, investigación, obsolescencia e impacto social y ambiental. Ética y aplicaciones de las tecnologías emergentes.

Concreción didáctica en esta situación

- C1 · Algoritmia y diagramas de flujo: descomposición en módulos (leer, clasificar, sumar, mostrar), diagrama de flujo con decisiones anidadas, variables, bucles y funciones.
- C2 · Aplicaciones informáticas sencillas e introducción a la IA: programa en Python (o bloques) con entradas, decisiones y salidas; módulo de IA preconfigurado que aprende de ejemplos; datos de entrenamiento y de prueba; diferencia entre regla programada y modelo.
- C5 · Autoconfianza e iniciativa: el error, la reevaluación y la depuración como parte del aprendizaje: casos de prueba que fallan, búsqueda de la causa y nueva versión de la regla.
- E1 · Desarrollo tecnológico y ética: aportaciones y riesgos de la IA (sesgo, datos no representativos, privacidad, accesibilidad), responsabilidad humana y transparencia (ficha de transparencia).

Objetivos didácticos

- Descomponer un problema en módulos con entrada, proceso y salida y representar el algoritmo con un diagrama de flujo.
- Programar una aplicación sencilla con entradas, decisiones, bucles y funciones, y depurar errores con casos de prueba.
- Integrar de forma guiada un módulo de IA preconfigurado (k vecinos más cercanos), explicar cómo decide con los ejemplos de entrenamiento y compararlo con una regla programada.
- Evaluar los resultados con un conjunto de pruebas (aciertos, errores) e identificar errores y sesgos simples relacionados con los datos.
- Documentar los datos, los límites, los riesgos para las personas y el uso responsable de la IA en una ficha de transparencia.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Descomponemos el problema, definimos los casos y diseñamos el algoritmo

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, tabla de módulos con entrada y salida, casos de prueba y diagrama de flujo de la función clasificar.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Programamos la versión sin IA con reglas y depuramos errores

Evidencia: Ficha 2: función completada, tabla de seguimiento, depuración de un error y puntos del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Analizamos qué podría aportar un módulo inteligente

Evidencia: Ficha 3: cálculo manual de distancias k-NN, análisis de reglas frente a modelo y verdadero o falso sobre IA.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Integramos el módulo de IA preconfigurado y explicamos sus decisiones

Evidencia: Ficha 4: programa integrado con el módulo, explicación de una decisión, comparación de casos y lista de uso responsable.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Probamos con casos variados y registramos los errores

Evidencia: Ficha 5: programa de pruebas, tabla de 12 casos con reglas y modelo, porcentajes de acierto y registro de errores.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Revisamos la interfaz, los sesgos y la explicación

Evidencia: Ficha 6: análisis del sesgo hacia las sillas de ruedas, propuestas de mejora, regla v2 y valoración de la interfaz.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Hacemos la demo y completamos la ficha de transparencia, y resolvemos un caso nuevo de forma individual

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: semáforo de ruido con regla de umbrales, depuración de un límite y ficha de transparencia.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Definición del problema, descomposición en módulos y casos de prueba, con contraste de los datos usados (origen, tamaño, representatividad).	Fichas 1 y 3 y observación / checklist y rúbrica
5.1	Algoritmo modular con diagrama de flujo y regla programada con decisiones anidadas, bucles y funciones, depurada con casos de prueba.	Ficha 2 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
5.2	Aplicación en Python (o bloques) con el módulo de IA integrado, pruebas con 12 casos y comparación de aciertos entre reglas y modelo.	Fichas 4 y 5 y prototipo / lista de cotejo y rúbrica
7.2	Análisis del sesgo hacia las personas en silla de ruedas, riesgos de privacidad y ficha de transparencia con propuestas de mejora.	Ficha 6, Ficha 7 y ficha de transparencia / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Define requisitos medibles, descompone el problema en módulos con entrada y salida, diseña el diagrama de flujo y justifica con criterios cuándo usar reglas o un módulo de IA.	Define requisitos, descompone el problema y diseña un algoritmo adecuado con justificación suficiente.	La descomposición es parcial o la elección de reglas o modelo está poco justificada.	No relaciona la aplicación con la necesidad del reto ni con casos de uso.
Funcionamiento / evidencia	La aplicación funciona con la regla y con el módulo de IA, se prueba con los 12 casos, se calculan los aciertos y se interpretan los errores y los límites.	La aplicación funciona y las pruebas con casos son suficientes, con aciertos calculados.	Funciona solo en parte o las pruebas son incompletas o no se interpretan.	No funciona o no hay pruebas.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Documentación técnica	Diagrama de flujo, código comentado, datos de entrenamiento, tabla de pruebas y ficha de transparencia completos y claros; otro equipo podría auditar la aplicación.	Documentación suficiente, con algún dato, comentario o campo de la ficha sin completar.	Faltan datos, comentarios o campos de la ficha y cuesta entender cómo decide.	Documentación insuficiente para comprender la aplicación.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Usa solo datos ficticios, identifica quién puede salir perjudicado (sesgo), propone cómo corregirlo, protege la privacidad y declara el uso de IA y las licencias.	Usa datos ficticios, reconoce los principales riesgos y cita el uso de IA.	Necesita recordatorios de privacidad o trata el sesgo de forma superficial.	Usa datos reales o herramientas sin autorización, o ignora los riesgos.
Iteración y cooperación	Detecta los errores con las pruebas, los explica con una causa y los corrige en una nueva versión cuyo efecto mide; roles bien gestionados.	Corrige errores tras las pruebas y coopera adecuadamente.	Corrige a ojo, sin volver a probar, o la cooperación es irregular.	No revisa el programa tras las pruebas o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (3-4 personas): ordenador o tableta del centro con Python 3 y un editor (por ejemplo, Thonny) o con un entorno por bloques (Scratch, MakeCode o App Inventor), con una carpeta compartida con los archivos de las fuentes F4 y F5.
- Conjunto de datos ficticios (F3), conjunto de pruebas de 12 casos (F6) y plantilla de registro de pruebas y de ficha de transparencia (Anexos 3 y 4).
- Sin conexión a servicios externos de IA: el módulo es un programa local (F5); si el docente autoriza una herramienta de IA generativa, solo con datos ficticios y citando su uso.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Datos ficticios y sin nombres, imágenes ni cuentas personales: los equipos se identifican por un color. No se suben datos a servicios externos ni se usan herramientas de IA sin autorización del docente, y siempre se cita su uso. Se respetan las licencias del software. Pausas visuales y postura al programar.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (distancias, porcentajes de acierto, tablas y razonamiento con umbrales) y Lengua Castellana y Literatura (redacción clara de la ficha de transparencia y de los mensajes de la aplicación).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Módulo ya preparado y conjunto de pruebas guiado.

Ampliación

Anexo 9

Comparar precisión/utilidad de reglas frente a modelo en un conjunto de casos.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

«Mueve el cole» ya tiene puntos, equipos y premio… pero falta la aplicación que los cuente. Daniela os pasa los datos del sensor y Nadia pregunta: «¿Mi movimiento contará?». Durante siete sesiones seréis el equipo de desarrollo: descompondréis el problema, dibujaréis el diagrama de flujo, programaréis una versión con reglas, probaréis un módulo de inteligencia artificial que aprende de ejemplos y lo compararéis con vuestras reglas usando casos de prueba. Descubriréis que una IA no es magia: depende de los datos, se equivoca y puede dejar a alguien fuera. ¿Seréis capaces de explicar qué hace vuestra aplicación y a quién podría perjudicar?

> *«¿Cómo incorporamos automatización o IA a una aplicación sin dejar de entender qué hace?»*

Vuestro reto

Programar una aplicación del reto de actividad del recreo con una regla automatizada y un módulo de IA preconfigurado, probarla con 12 casos ficticios (incluidos casos difíciles), detectar y corregir al menos un sesgo, y entregar una ficha de transparencia con los datos, los aciertos, los errores y los límites.

Lo que vais a producir

Aplicación/prototipo con módulo inteligente o regla automatizada.

Seguridad. Datos ficticios y sin nombres, imágenes ni cuentas personales: los equipos se identifican por un color.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Descomponemos el problema, definimos los casos de prueba y diseñamos el algoritmo.
2. Programamos la versión sin IA con reglas y depuramos un error.
3. Analizamos qué podría aportar un módulo inteligente y calculamos a mano cómo decide.
4. Integramos el módulo de IA preconfigurado y explicamos sus decisiones.
5. Probamos con 12 casos variados, calculamos los aciertos y registramos los errores.
6. Revisamos la interfaz, los sesgos y la explicación, y mejoramos la regla.
7. Hacemos la demo, completamos la ficha de transparencia y resolvemos un caso nuevo cada uno.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Descomponer un problema en módulos con entrada, proceso y salida y representar el algoritmo con un diagrama de flujo.
- ✓ Programar una aplicación sencilla con entradas, decisiones, bucles y funciones, y depurar errores con casos de prueba.
- ✓ Integrar de forma guiada un módulo de IA preconfigurado (k vecinos más cercanos), explicar cómo decide con los ejemplos de entrenamiento y compararlo con una regla programada.
- ✓ Evaluar los resultados con un conjunto de pruebas (aciertos, errores) e identificar errores y sesgos simples relacionados con los datos.
- ✓ Documentar los datos, los límites, los riesgos para las personas y el uso responsable de la IA en una ficha de transparencia.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

Todo lo necesario para programar y evaluar la aplicación: el encargo del reto, el diagrama de flujo, los datos ficticios, el código de la versión con reglas y del módulo de IA, el conjunto de pruebas, el programa en bloques, una guía de uso responsable de la IA, el protocolo de pruebas y un glosario.

F1 El encargo de «Mueve el cole»

ESTUDIO DE CASO

Para: Club de Tecnología, IES Ribera del Henares. **De:** Daniela (Educación Física) y Nadia (Ecoescuela).

«Queremos animar al alumnado a moverse en el recreo. Cada equipo suma puntos según el tiempo que se mueve y necesitamos una **aplicación** que lo calcule a partir de un sensor de movimiento. Algunas personas caminan, otras corren y otras, como Nadia, se desplazan en silla de ruedas o con muletas. Queremos que **nadie quede fuera** y que podamos explicar por qué la aplicación decide lo que decide.»

Requisitos pedidos:

1. La aplicación recibe, por minuto, los **pasos por minuto (ppm)** y la **aceleración media (m/s²)**.
2. Clasifica cada minuto en **reposo**, **actividad moderada** o **actividad intensa**.
3. Da **0, 1 o 2 puntos** por minuto según el nivel y suma los puntos del equipo.
4. Tiene una versión con **reglas** y otra con un **módulo de IA** que se pueden comparar.
5. Se prueba con **12 casos** ficticios, incluidos casos difíciles, y se calcula el **porcentaje de acierto**.
6. **Explica** cada decisión de forma que una persona la entienda.
7. Incluye una **ficha de transparencia**: datos usados, aciertos, errores, límites y riesgos.

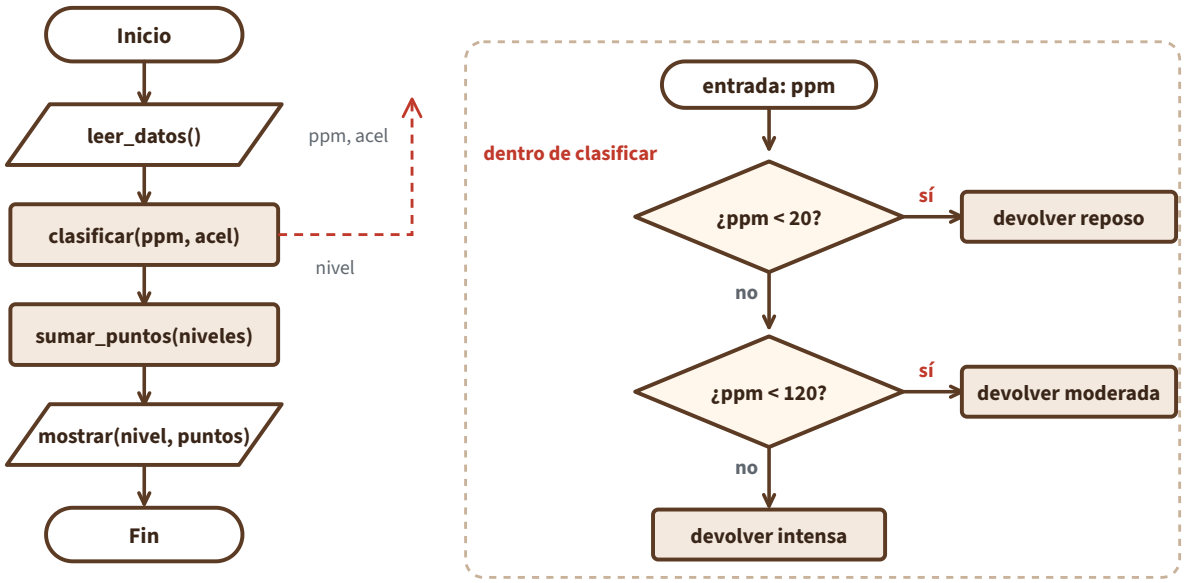
Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno: el centro, las personas, el reto y los datos son inventados.

¿Qué datos necesita la aplicación y de dónde salen? ¿A qué personas podría perjudicar si se equivoca?

F2 Algoritmo modular y diagrama de flujo de clasificar

ESQUEMA

Algoritmo modular del reto de actividad y diagrama de flujo de clasificar



Descomposición. El programa principal llama a cuatro módulos: `leer_datos`, `clasificar`, `sumar_puntos` y `mostrar`. Cada módulo se puede probar por separado. La función `clasificar` encadena dos decisiones: si los pasos por minuto son menos de 20, devuelve «reposo»; si no, y son menos de 120, «moderada»; en otro caso, «intensa».

Fuente: Diagrama de elaboración propia. Símbolos: óvalo (inicio y fin), paralelogramo (entrada y salida), rectángulo (proceso) y rombo (decisión).

¿Qué módulo cambiarías si quisieras usar la aceleración? ¿Qué ocurre con 20 pasos por minuto exactos?

F3 Datos ficticios de entrenamiento (24 ejemplos)

DATOS

Nivel	Ejemplos (pasos/min; aceleración en m/s²)	Nº
Reposo	(0; 0,2) (2; 0,3) (0; 0,1) (5; 0,4) (3; 0,2) (8; 0,5) (1; 0,3) (6; 0,4)	8
Moderada	(85; 1,5) (95; 1,8) (100; 2,0) (90; 1,6) (105; 2,2) (80; 1,4) (98; 1,9) (110; 2,3)	8
Intensa	(150; 4,5) (160; 5,0) (170; 5,5) (155; 4,8) (165; 5,2) (145; 4,2) (175; 6,0) (140; 4,0)	8

Qué hay y qué no hay en los datos: los ejemplos de reposo tienen pocos pasos y poca aceleración; los de actividad moderada y los de actividad intensa son de personas que caminan y que corren. **No hay** ningún ejemplo de una persona que se desplaza en silla de ruedas (0 pasos por minuto y aceleración media) ni de una persona que camina muy despacio con muletas.

Fuente: Datos ficticios, inventados para este cuaderno: no proceden de ninguna persona ni sensor reales. Los valores de pasos por minuto y de aceleración son ilustrativos.

¿Qué le pasará a un modelo que solo ha visto estos ejemplos cuando reciba (0 pasos/min; 1,8 m/s²)?

F4 Versión sin IA: reglas y puntos (Python)

CÓDIGO

Guárdalo como reglas.py. La función clasificar_reglas solo usa los pasos por minuto.

PYTHON

```python
# Reto de actividad del recreo · versión sin IA (reglas)
UMBRAL_REPOSO = 20     # pasos por minuto
UMBRAL_INTENSA = 120   # pasos por minuto
PUNTOS = {"reposo": 0, "moderada": 1, "intensa": 2}   # puntos por minuto

def clasificar_reglas(ppm, acel):
    """Devuelve el nivel de actividad usando solo los pasos por minuto."""
    if ppm < UMBRAL_REPOSO:
        return "reposo"
    elif ppm < UMBRAL_INTENSA:
        return "moderada"
    else:
        return "intensa"

def sumar_puntos(niveles):
    """Suma los puntos de una lista de niveles (uno por cada minuto)."""
    total = 0
    for nivel in niveles:
        total = total + PUNTOS[nivel]
    return total

def mostrar(equipo, niveles, puntos):
    print(f"{equipo}: {niveles} → {puntos} puntos")

# Programa principal con datos ficticios: un dato por minuto (ppm, acel)
registro = [(2, 0.3), (90, 1.7), (160, 5.0), (95, 1.8), (0, 1.8)]
niveles = [clasificar_reglas(ppm, acel) for ppm, acel in registro]
mostrar("Equipo Azul", niveles, sumar_puntos(niveles))
```

Salida: `Equipo Azul: ['reposo', 'moderada', 'intensa', 'moderada', 'reposo'] → 4 puntos`. El último minuto (0 pasos/min; 1,8 m/s²) corresponde a una persona en silla de ruedas que se está moviendo y la regla lo clasifica como «reposo».

Fuente: Código de elaboración propia, probado con Python 3. Datos ficticios.

F5 Módulo de IA preconfigurado: k vecinos más cercanos (Python)

CÓDIGO

Guárdalo como modelo_actividad.py en la misma carpeta que tu programa e impórtalo con `from modelo_actividad import clasificar_modelo, explicar`.

PYTHON

```python
# Módulo de IA preconfigurado: clasificador de k vecinos más cercanos (k-NN)
import math

# Datos ficticios de entrenamiento: ((pasos por minuto, aceleración en m/s2), nivel)
ENTRENAMIENTO = [
    ((0, 0.2), "reposo"), ((2, 0.3), "reposo"), ((0, 0.1), "reposo"), ((5, 0.4), "reposo"),
    ((3, 0.2), "reposo"), ((8, 0.5), "reposo"), ((1, 0.3), "reposo"), ((6, 0.4), "reposo"),
    ((85, 1.5), "moderada"), ((95, 1.8), "moderada"), ((100, 2.0), "moderada"), ((90, 1.6), "moderada"),
    ((105, 2.2), "moderada"), ((80, 1.4), "moderada"), ((98, 1.9), "moderada"), ((110, 2.3), "moderada"),
    ((150, 4.5), "intensa"), ((160, 5.0), "intensa"), ((170, 5.5), "intensa"), ((155, 4.8), "intensa"),
    ((165, 5.2), "intensa"), ((145, 4.2), "intensa"), ((175, 6.0), "intensa"), ((140, 4.0), "intensa"),
]

def vecinos(ppm, acel, datos=ENTRENAMIENTO, k=3):
    """Devuelve los k ejemplos más parecidos (distancia con ambas variables normalizadas)."""
    rango_p = max(d[0][0] for d in datos) - min(d[0][0] for d in datos)
    rango_a = max(d[0][1] for d in datos) - min(d[0][1] for d in datos)
    distancias = []
    for (p, a), nivel in datos:
        d = math.hypot((ppm - p) / rango_p, (acel - a) / rango_a)
        distancias.append((d, p, a, nivel))
    distancias.sort()
    return distancias[:k]

def clasificar_modelo(ppm, acel, datos=ENTRENAMIENTO, k=3):
    """Decide por votación entre los k vecinos más cercanos."""
    votos = {}
    for d, p, a, nivel in vecinos(ppm, acel, datos, k):
        votos[nivel] = votos.get(nivel, 0) + 1
    return max(votos, key=votos.get)

def explicar(ppm, acel, datos=ENTRENAMIENTO, k=3):
    """Muestra qué ejemplos han influido en la decisión."""
    print(f"Entrada: {ppm} pasos/min y {acel} m/s2".replace(".", ","))
    for d, p, a, nivel in vecinos(ppm, acel, datos, k):
        print(f"  vecino ({p}, {a}) → {nivel} (distancia {d:.3f})".replace(".", ","))
    print("Decisión:", clasificar_modelo(ppm, acel, datos, k))

if __name__ == "__main__":
    explicar(115, 2.4)
```

Salida de `explicar(115, 2.4)`: los tres vecinos más cercanos son (110; 2,3), (105; 2,2) y (100; 2,0), los tres «moderada», así que la decisión es «moderada». La distancia usa los dos datos, cada uno dividido por el rango de los ejemplos para que ninguno pese más que el otro.

Fuente: Código de elaboración propia, probado con Python 3. Es un modelo muy sencillo que «aprende» guardando los ejemplos de F3 y decide por votación entre los 3 más parecidos.

F6 Conjunto de pruebas: 12 casos ficticios

DATOS

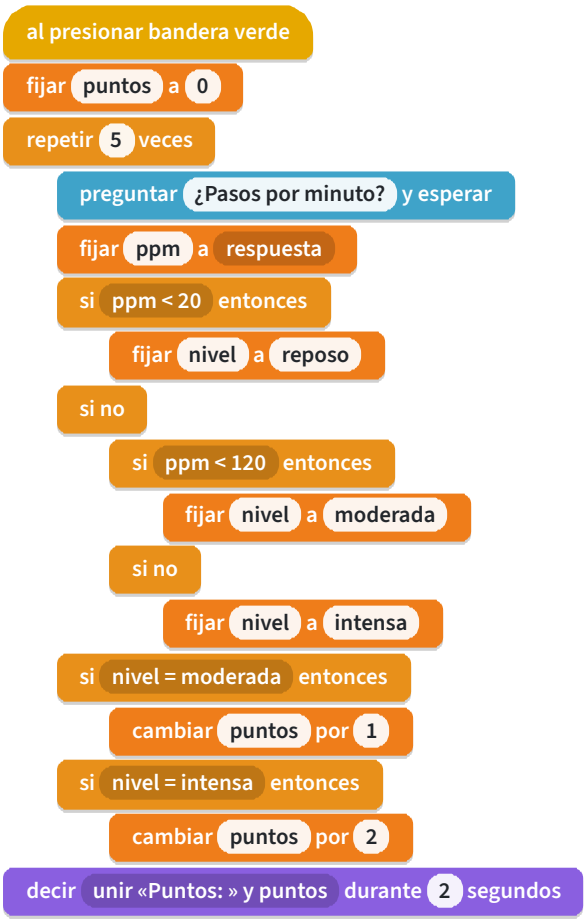
Nº	Caso	Pasos/min	Aceleración (m/s²)	Nivel esperado
1	Sentada en un banco	1	0,2	reposo
2	De pie, hablando	4	0,4	reposo
3	Caminando	92	1,7	moderada
4	Paseando con una amiga	88	1,6	moderada
5	Corriendo	158	4,9	intensa
6	Carrera de velocidad	172	5,6	intensa
7	Paso muy rápido	125	2,6	moderada
8	Trote	128	3,6	intensa
9	Caminando despacio con muletas	35	0,9	moderada
10	Silla de ruedas, empuje suave	0	1,8	moderada
11	Silla de ruedas, empuje fuerte	0	2,4	moderada
12	De pie, moviendo los brazos	12	0,6	reposo

Porcentaje de acierto = aciertos / casos · 100. Un conjunto de pruebas debe incluir casos normales y casos difíciles, y **no** debe ser el mismo que los datos de entrenamiento.

Fuente: Casos ficticios inventados para este cuaderno. Los niveles esperados los ha fijado el equipo docente como referencia razonable; son opinables en los casos límite.

F7 La regla del recreo en bloques

PROGRAMA



Mismo algoritmo, otra herramienta: la regla de las dos decisiones anidadas y el acumulador de puntos son iguales que en F4. Los bloques no incluyen la aceleración: tiene la misma limitación.

Fuente: Programa de elaboración propia en bloques de tipo Scratch; sirve para entornos visuales equivalentes (Scratch, MakeCode, App Inventor).

Busca en los bloques las variables, el bucle, las decisiones anidadas y el acumulador. ¿Qué cambiarías para tener en cuenta la aceleración?

F8 Usar la IA con criterio: datos, sesgo, explicación y privacidad

TEXTO

Un modelo aprende de ejemplos. El módulo de F5 no tiene reglas escritas: guarda los ejemplos de F3 y decide por parecido. Por eso **sus decisiones dependen de los datos**: si los datos no representan a todas las personas, el modelo se equivocará más con las personas que no aparecen. Eso es un **sesgo**.

Reglas frente a modelo. Una regla es fácil de explicar y de corregir, pero solo contempla lo que su autor ha previsto. Un modelo puede combinar varias variables, pero necesita buenos datos y es más difícil de explicar. Ninguno acierta siempre: hay que **probarlos con casos nuevos**.

Preguntas de la ficha de transparencia:

- ¿Para qué sirve el sistema y quién lo usa?
- ¿Qué datos usa (origen, cantidad, ficticios o reales)? ¿Qué personas o situaciones **no** aparecen?
- ¿Cómo decide (reglas o modelo) y cómo se explica la decisión?
- ¿Cuántos aciertos y errores tuvo en las pruebas? ¿Qué errores son más graves?
- ¿A quién podría perjudicar y cómo se corrige?
- ¿Qué datos personales trata y cómo se protegen? ¿Puede una persona revisar y corregir una decisión?

Privacidad. Los datos de actividad física pueden revelar información sobre la salud. En una aplicación real hay que pedir permiso, usar el mínimo de datos y no compartirlos con servicios externos sin garantías. En el aula usamos solo datos ficticios.

Fuente: Texto de elaboración propia. Normativa: Reglamento (UE) 2024/1689 de inteligencia artificial (clasifica los sistemas por riesgo y exige transparencia cuando una persona interactúa con una IA; el artículo 50 es aplicable desde el 2 de agosto de 2026, según informó la prensa jurídica en julio de 2026 al publicarse el Reglamento (UE) 2026/1744, que retrasó otras obligaciones) y Ley Orgánica 3/2018 (LOPDGDD): cuando el tratamiento de datos de una persona menor se basa en su consentimiento, por debajo de los catorce años debe constar el de quien ejerza la patria potestad o tutela (art. 7). Conviene verificar las fechas en EUR-Lex.

¿Qué le dirías a Nadia sobre la aplicación? ¿Quién debería revisar las decisiones de una aplicación así?

F9 Protocolo de programación, pruebas y auditoría

PROTOCOLO

Material y herramientas: ordenador o tableta con Python 3 (o un entorno por bloques), archivos de F4 y F5, conjunto de pruebas de F6 y plantilla de registro de pruebas.

Equipo de protección y riesgos: no hay riesgos físicos relevantes; sí de privacidad y de uso responsable: solo datos ficticios, sin nombres ni imágenes de personas, sin subir nada a servicios externos y sin herramientas de IA no autorizadas. Postura y pausas visuales.

Procedimiento:

1. Descompón el problema en módulos y dibuja el diagrama de flujo de `clasificar` (F2).
2. Programa la versión con reglas (F4) y pruébala con 3 casos antes de seguir.
3. Si falla un caso, **depura**: anota el caso, lo que devuelve, lo que esperabas y la línea que lo causa; cambia una sola cosa y vuelve a probar.
4. Integra el módulo de IA (F5) en el mismo programa principal y usa `explicar` para ver qué ejemplos influyen.
5. Ejecuta los 12 casos de F6 con la regla y con el modelo; anota las salidas y los aciertos.
6. Calcula el porcentaje de acierto de cada versión y lista los errores con su causa probable.
7. Revisa los sesgos: ¿qué personas o situaciones fallan? Propón una mejora (más datos, otra regla, revisión humana) y vuelve a probar.
8. Completa la ficha de transparencia y prepara una demo de 3 minutos.

Cierre y privacidad: guarda las versiones del programa con nombre y fecha, borra cualquier dato que no sea ficticio y cita el uso de herramientas de IA y de las licencias.

Resultado esperable: con los 12 casos, las reglas aciertan 9 (75 %) y el modelo también 9 (75 %), pero fallan en casos distintos; ambos fallan con las sillas de ruedas porque ni la regla ni los datos contemplan ese caso.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F10 Glosario de algoritmos, apps e IA

GLOSARIO

Algoritmo	Secuencia ordenada y finita de pasos para resolver un problema.
Diagrama de flujo	Representación gráfica de un algoritmo con símbolos (inicio, entrada y salida, proceso y decisión).
Función (módulo)	Parte de un programa con un nombre, unas entradas y una salida, que se puede probar y reutilizar.
Variable	Espacio con nombre donde el programa guarda un valor que puede cambiar.
Condicional	Estructura que elige un camino según se cumpla o no una condición.
Depurar	Buscar y corregir los errores de un programa con casos de prueba.
Inteligencia artificial	Sistemas que realizan tareas que parecen inteligentes, muchas veces aprendiendo patrones a partir de datos.
Modelo	Resultado de entrenar un sistema con datos: lo que luego decide ante casos nuevos.
k vecinos más cercanos (k-NN)	Modelo que clasifica un caso por votación entre los k ejemplos más parecidos.
Datos de entrenamiento y de prueba	Los primeros sirven para aprender y los segundos, distintos, para evaluar el sistema.
Sesgo	Error sistemático que perjudica a ciertas personas o situaciones, a menudo por datos poco representativos.
Ficha de transparencia	Documento que explica qué hace un sistema, con qué datos, cuánto acierta, qué límites y riesgos tiene.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

FICHA 1 Descomponemos el problema y definimos los casos

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, lee el encargo (F1) y estudia el diagrama de flujo (F2).

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

¿Qué es un algoritmo?

◯ Un programa en un lenguaje concreto ◯ Una secuencia ordenada de pasos para resolver un problema

◯ Un dispositivo con sensores

En un diagrama de flujo, un rombo representa…

◯ un paso del proceso ◯ el inicio o el fin ◯ una decisión con dos salidas (sí o no)

Un sistema de IA basado en datos…

◯ aprende patrones de ejemplos y puede equivocarse ◯ nunca se equivoca porque es una máquina

◯ no necesita datos para funcionar

Dividir un programa en funciones sirve para…

◯ poder probar y reutilizar cada parte por separado ◯ hacerlo más lento ◯ que no haga falta comprobarlo

2 **Completa la tabla de módulos del programa (F2): entrada, qué hace y salida.**

Módulo	Entrada	Qué hace	Salida
leer_datos			
clasificar			
sumar_puntos			
mostrar			

3 **Define seis casos de prueba (tres normales y tres difíciles) con datos ficticios y el nivel que debería dar la aplicación.**

Caso (descripción)	Pasos por minuto	Aceleración (m/s²)	Nivel esperado

4 **Dibuja el diagrama de flujo de la función clasificar que usa solo los pasos por minuto (umbrales de 20 y de 120).**

FICHA 2 Programamos la versión sin IA y depuramos

SESIÓN 2

Trabaja con el código de F4. Prueba siempre con casos concretos antes de dar el programa por bueno.

1 **Completa la función de las reglas.**

PYTHON

```python
def clasificar_reglas(ppm, acel):
    if ppm < ___:
        return "___"
    elif ppm < ___:
        return "moderada"
    else:
        return "___"
```

2 **Seguimiento de la función: anota la condición que se cumple y el nivel que devuelve.**

Pasos por minuto	Condición que se cumple	Nivel devuelto
0		
19		
20		
119		
120		

3 **Depura el programa. Un compañero ha escrito esto. ¿Qué devuelve para 5 pasos por minuto y por qué? Escribe la versión correcta.**

PYTHON

```python
def clasificar_reglas(ppm, acel):
    if ppm < 120:
        return "moderada"
    elif ppm < 20:
        return "reposo"
    else:
        return "intensa"
```

4 **Con la lista de niveles de F4, calcula los puntos del equipo y di si el resultado te parece justo. Explica por qué.**

FICHA 3 Analizamos qué podría aportar un módulo inteligente

SESIÓN 3

El módulo de F5 decide por parecido con los ejemplos de F3. Vas a calcular a mano cómo decide para un caso. Usa la distancia d = √(((ppm − p) / 175)² + ((acel − a) / 5,9)²).

1 **Calcula la distancia del caso nuevo (115 pasos/min; 2,4 m/s²) a cuatro ejemplos de F3 y marca los tres más cercanos. Redondea a tres decimales.**

Ejemplo (p; a)	Nivel	Diferencia de pasos / 175	Diferencia de aceleración / 5,9	Distancia d
(110; 2,3)	moderada			
(105; 2,2)	moderada			
(100; 2,0)	moderada			
(140; 4,0)	intensa			

2 **Con los tres vecinos más cercanos, ¿qué nivel decide el modelo? Explícalo con una frase.**

3 **Marca verdadero o falso.**

	V	F
Un modelo de IA basado en datos nunca se equivoca.	☐	☐
Si los datos de entrenamiento no incluyen a un grupo de personas, el modelo puede fallar más con ellas.	☐	☐
Una regla programada es más fácil de explicar que la mayoría de los modelos.	☐	☐
Basta con probar el sistema con los mismos datos con los que se ha entrenado.	☐	☐

4 **¿Qué puede aportar el módulo de IA frente a las reglas de F4 en este reto? Escribe una ventaja y un riesgo.**

FICHA 4

Integramos el módulo y explicamos sus decisiones

SESIÓN 4

Guarda F5 como modelo_actividad.py en la misma carpeta que tu programa. Si usas bloques, el docente te dará el módulo ya preparado.

1 **Completa el programa que usa el módulo de IA.**

PYTHON

```python
from modelo_actividad import clasificar_modelo, explicar

registro = [(2, 0.3), (90, 1.7), (160, 5.0), (95, 1.8), (0, 1.8)]
niveles = []
for ppm, acel in registro:
    nivel = clasificar_modelo(___, ___)
    niveles.append(___)
print(niveles)
explicar(___, ___)   # explica el último minuto del registro
```

2 **Ejecuta explicar con el último minuto. Anota los vecinos que influyen y explica con tus palabras por qué decide ese nivel.**

3 **Compara la versión de reglas y la del modelo con cuatro casos.**

Caso (ppm; acel)	Reglas devuelven	Modelo devuelve	¿Coinciden?
(92; 1,7)			
(158; 4,9)			
(35; 0,9)			
(0; 1,8)			

4 **Antes de dar por buena la integración, marca lo que cumples.**

- ☐ Uso solo datos ficticios y sin nombres.
- ☐ El módulo es local: no subo datos a servicios externos.
- ☐ Tengo permiso del docente para las herramientas que utilizo.
- ☐ He revisado la licencia del módulo y del software.
- ☐ Indicaré en la ficha de transparencia que el módulo es de IA y cómo decide.

FICHA 5

Probamos con casos variados y registramos errores

SESIÓN 5

Prueba la regla y el modelo con los 12 casos de F6 y calcula los porcentajes de acierto.

1 **Completa el programa de pruebas (usa la lista completa de casos de F6).**

PYTHON

```python
from modelo_actividad import clasificar_modelo

CASOS = [("Sentada en un banco", 1, 0.2, "reposo"),
         ("Caminando", 92, 1.7, "moderada"),
         ("Silla de ruedas, empuje suave", 0, 1.8, "moderada")]
# (descripción, ppm, acel, nivel esperado): añade el resto de casos de F6

aciertos = 0
for desc, ppm, acel, esperado in CASOS:
    obtenido = clasificar_modelo(___, ___)
    if obtenido == ___:
        aciertos = aciertos + 1
    else:
        print("ERROR:", desc, "→", obtenido, "(esperado", esperado + ")")
print("Aciertos:", aciertos, "de", len(CASOS))
```

2 **Anota los resultados de los 12 casos con la regla (F4) y con el modelo (F5).**

Nº y caso	Esperado	Regla	¿Acierta?	Modelo	¿Acierta?
1 · Sentada en un banco	reposo				
2 · De pie, hablando	reposo				
3 · Caminando	moderada				
4 · Paseando con una amiga	moderada				
5 · Corriendo	intensa				
6 · Carrera de velocidad	intensa				
7 · Paso muy rápido	moderada				
8 · Trote	intensa				
9 · Con muletas	moderada				
10 · Silla, empuje suave	moderada				
11 · Silla, empuje fuerte	moderada				
12 · De pie, con los brazos	reposo				

3 **Calcula los aciertos y el porcentaje de cada versión y escribe tu conclusión: ¿cuál es mejor?**

4 **Registra los errores: caso, qué devolvió, por qué crees que falló y qué dato o regla lo causa.**

Caso	Devolvió	Causa probable	Dato o regla implicado

FICHA 6 Revisamos interfaz, sesgos y explicación

SESIÓN 6

Analiza los errores de la ficha 5 con la mirada de las personas a las que afectan (F8).

1 **Casos 10 y 11 (silla de ruedas): ¿qué grupo sale perjudicado por la regla y por el modelo? Explica por qué fallan cada uno.**

2 **Valora las propuestas de mejora para que la aplicación sea justa.**

Propuesta	Ventaja	Inconveniente o riesgo	¿La adopto?
Añadir ejemplos de sillas de ruedas a los datos de entrenamiento			
Cambiar la regla para que use también la aceleración			
Pedir a una persona que revise las decisiones dudosas			

3 **Completa la regla mejorada v2 (usa también la aceleración) y comprueba con los casos 7, 9, 10 y 11 que ahora aciertan.**

PYTHON

```python
def clasificar_reglas_v2(ppm, acel):
    if ppm ⩾ 120 and acel ⩾ ___:
        return "intensa"
    elif ppm ⩾ 20 or acel ⩾ ___:
        return "moderada"
    else:
        return "reposo"
```

4 **Valora la interfaz y la explicación de tu aplicación.**

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Los mensajes se entienden sin saber programar.	○	○	○	○
La aplicación explica por qué decide lo que decide.	○	○	○	○
Se puede corregir o revisar una decisión.	○	○	○	○
El diseño es accesible para personas con distintas capacidades.	○	○	○	○

FICHA 7

Evidencia individual: el semáforo del ruido

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un caso nuevo con datos ficticios.

1 **La biblioteca quiere un semáforo del ruido: verde por debajo de 45 dB, amarillo de 45 dB a 65 dB (ambos incluidos) y rojo por encima de 65 dB. Indica el color para 38, 45, 52, 65, 66 y 80 dB.**

Nivel de ruido (dB)	Color
38	
45	
52	
65	
66	
80	

2 **Una compañera ha programado esto. ¿Qué devuelve para 65 dB? ¿Es correcto? Corrige el programa.**

PYTHON

```python
def semaforo(db):
    if db < 45:
        return "verde"
    elif db < 65:
        return "amarillo"
    else:
        return "rojo"
```

3 **El semáforo usaría un micrófono. ¿Qué dato personal podría captar y qué harías para protegerlo? Si lo mejoraran con un modelo de IA entrenado solo con voces de adultos, ¿qué sesgo podría aparecer?**

4 **Completa una ficha de transparencia breve del semáforo.**

Campo	Tu respuesta
Finalidad	
Datos que usa	
Cómo decide	
Límite o error posible	
Riesgo y medida	

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Dossier de nuestra aplicación. Completadlo en equipo a lo largo de las sesiones: es el producto final que presentaréis en la demo.

Problema y requisitos

Siete requisitos medibles del encargo.

Descomposición en módulos

Entrada, proceso y salida de cada módulo.

Diagrama de flujo

Algoritmo de clasificar con sus decisiones.

Regla automatizada (sin IA)

Código o bloques y umbrales elegidos.

Módulo de IA y datos

Datos usados, cómo decide y qué ejemplos influyen.

Pruebas y resultados

Aciertos y porcentaje de regla y modelo.

Errores, sesgos y límites

Casos que fallan, causa y mejora.

Ficha de transparencia y versión final

Resumen para quien use la aplicación.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Aplicación/prototipo con módulo inteligente o regla automatizada**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La aplicación recibe pasos por minuto y aceleración, clasifica cada minuto en reposo, moderada o intensa y suma los puntos del equipo.
- [ ] El algoritmo está descompuesto en módulos (funciones) con entrada y salida claras y tiene un diagrama de flujo coherente con el código.
- [ ] El código tiene variables con nombres claros, decisiones, bucle y comentarios en español, y se ha depurado con casos de prueba.
- [ ] El módulo de IA está integrado y se explica una decisión con los ejemplos que influyen (función explicar).
- [ ] Las pruebas usan los 12 casos de F6 (normales y difíciles), con aciertos y porcentajes calculados y comparados entre regla y modelo.
- [ ] Se han identificado al menos un error y un sesgo (casos de silla de ruedas), con causa y una mejora probada.
- [ ] Todos los datos son ficticios, no hay datos personales ni subidas a servicios externos, y se declara el uso de IA y las licencias.
- [ ] La interfaz es clara, accesible y explica sus decisiones; se ofrece revisión humana de los casos dudosos.
- [ ] La ficha de transparencia está completa (finalidad, datos, decisión, aciertos, errores, límites y riesgos) y se ha presentado en la demo.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Aplicación/prototipo con módulo inteligente o regla automatizada**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	Define requisitos medibles, descompone el problema en módulos con entrada y salida, diseña el diagrama de flujo y justifica con criterios cuándo usar reglas o un módulo de IA.	Define requisitos, descompone el problema y diseña un algoritmo adecuado con justificación suficiente.	La descomposición es parcial o la elección de reglas o modelo está poco justificada.	No relaciona la aplicación con la necesidad del reto ni con casos de uso.	
Funcionamiento / evidencia	La aplicación funciona con la regla y con el módulo de IA, se prueba con los 12 casos, se calculan los aciertos y se interpretan los errores y los límites.	La aplicación funciona y las pruebas con casos son suficientes, con aciertos calculados.	Funciona solo en parte o las pruebas son incompletas o no se interpretan.	No funciona o no hay pruebas.	
Documentación técnica	Diagrama de flujo, código comentado, datos de entrenamiento, tabla de pruebas y ficha de transparencia completos y claros; otro equipo podría auditar la aplicación.	Documentación suficiente, con algún dato, comentario o campo de la ficha sin completar.	Faltan datos, comentarios o campos de la ficha y cuesta entender cómo decide.	Documentación insuficiente para comprender la aplicación.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Usa solo datos ficticios, identifica quién puede salir perjudicado (sesgo), propone cómo corregirlo, protege la privacidad y declara el uso de IA y las licencias.	Usa datos ficticios, reconoce los principales riesgos y cita el uso de IA.	Necesita recordatorios de privacidad o trata el sesgo de forma superficial.	Usa datos reales o herramientas sin autorización, o ignora los riesgos.	
Iteración y cooperación	Detecta los errores con las pruebas, los explica con una causa y los corrige en una nueva versión cuyo efecto mide; roles bien gestionados.	Corrige errores tras las pruebas y coopera adecuadamente.	Corrige a ojo, sin volver a probar, o la cooperación es irregular.	No revisa el programa tras las pruebas o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé descomponer un problema en módulos, dibujar su diagrama de flujo y programar una regla con decisiones anidadas.	○	○	○	○
Sé comparar una regla con un módulo de IA con casos de prueba y explicar los errores y el sesgo que aparecen.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Aquí tienes el módulo de IA ya preparado y un conjunto de pruebas guiado con las salidas del módulo. Marca aciertos y errores, calcula y reflexiona.

Módulo ya preparado

Uso: `clasificar_modelo(ppm, acel)` devuelve «reposo», «moderada» o «intensa»; `explicar(ppm, acel)` muestra los tres ejemplos que han influido. El archivo es modelo_actividad.py (F5) y lo deja el docente en tu carpeta.

Qué hace: compara el caso con 24 ejemplos ficticios y decide por votación entre los tres más parecidos.

Conjunto de pruebas guiado

Estos son los resultados del módulo (ya ejecutado) con seis casos:

1. (1; 0,2), esperado «reposo»: el módulo devuelve «reposo».
2. (92; 1,7), esperado «moderada»: devuelve «moderada».
3. (158; 4,9), esperado «intensa»: devuelve «intensa».
4. (35; 0,9), esperado «moderada»: devuelve «reposo».
5. (0; 1,8), esperado «moderada» (silla de ruedas): devuelve «reposo».
6. (125; 2,6), esperado «moderada»: devuelve «moderada».

1 **Marca el resultado de cada caso y calcula los aciertos.**

Caso	Esperado	Devuelto	¿Acierto?
1 · (1; 0,2)	reposo	reposo	
2 · (92; 1,7)	moderada	moderada	
3 · (158; 4,9)	intensa	intensa	
4 · (35; 0,9)	moderada	reposo	
5 · (0; 1,8) silla de ruedas	moderada	reposo	
6 · (125; 2,6)	moderada	moderada	

2 **Completa el cálculo del porcentaje de acierto.**

Aciertos = _____ de _____ casos

Porcentaje = _____ / _____ · 100 = _____ %

3 **¿Qué tienen en común los casos 4 y 5 que falla el módulo? ¿Qué le falta al modelo?**

ANEXO 9

Ampliación

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Comparar la precisión y la utilidad de las reglas frente al modelo

Compara cuatro versiones con 20 casos y decide cuál recomendarías. Usa los resultados de F11.

F11 Resultados de la comparación (20 casos)

DATOS

Versión	Aciertos	Casos que falla	¿Se puede explicar fácilmente?
Reglas v1 (solo ppm)	15 de 20	Paso muy rápido, 3 sillas de ruedas y comba	Sí
Reglas v2 (ppm y aceleración)	19 de 20	Saltando a la comba	Sí
Modelo k-NN (24 ejemplos)	14 de 20	Muletas, 3 sillas, comba y bastón	Con los vecinos
Modelo con 4 ejemplos más	18 de 20	Muletas y comba	Con los vecinos

Cuidado: la regla v2 se diseñó mirando los casos que fallaban; para saber si es buena de verdad hay que probarla con casos nuevos.

Fuente: Resultados de ejecutar un programa de comparación con 20 casos ficticios (los 12 de F6 y 8 nuevos). Datos ficticios.

Pasos

1. Calcula el porcentaje de acierto de cada versión con la tabla de F11.
2. Indica qué casos fallan en todas las versiones y qué dato le falta al sistema para acertarlos.
3. Decide qué versión recomendarías para el recreo y justifica con acierto, explicación y mantenimiento.
4. Explica por qué probar la regla v2 con los mismos casos con los que se corrigió puede dar una falsa seguridad.
5. Propón tres casos nuevos para volver a probar y qué harías si falla uno.

1 **Completa la comparación.**

Versión	Aciertos	Porcentaje	Fortaleza y límite
Reglas v1	15 de 20		
Reglas v2	19 de 20		
Modelo k-NN	14 de 20		
Modelo con 4 ejemplos más	18 de 20		

Entrega

Informe breve con la tabla completada, la versión recomendada con su justificación, el análisis de los casos que siempre fallan y tres casos nuevos de prueba.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 5 · Algoritmos, apps e IA

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: una secuencia ordenada de pasos para resolver un problema; una decisión con dos salidas (sí o no); aprende patrones de ejemplos y puede equivocarse; poder probar y reutilizar cada parte por separado.
2. leer_datos: entrada, el sensor (o la lista de datos); lee ppm y aceleración; salida: ppm y acel. clasificar: entrada ppm y acel; decide el nivel con umbrales; salida: reposo, moderada o intensa. sumar_puntos: entrada, la lista de niveles; suma 0, 1 o 2 por minuto; salida: total de puntos. mostrar: entrada, niveles y puntos; escribe el resultado; salida: mensaje en pantalla.
3. Ejemplos normales: (1; 0,2) reposo; (92; 1,7) moderada; (158; 4,9) intensa. Difíciles: (0; 1,8) silla de ruedas, moderada; (35; 0,9) con muletas, moderada; (125; 2,6) paso muy rápido, moderada. Valorar que haya casos límite (por ejemplo 20 o 120).
4. Diagrama: inicio; entrada ppm; rombo «¿ppm < 20?»: sí, devolver reposo; no, rombo «¿ppm < 120?»: sí, devolver moderada; no, devolver intensa; fin.

Ficha 2

1. if ppm < 20: return "reposo"; elif ppm < 120: return "moderada"; else: return "intensa".
2. 0: ppm < 20, reposo. 19: ppm < 20, reposo. 20: ppm < 120, moderada. 119: ppm < 120, moderada. 120: ninguna anterior, intensa.
3. Devuelve «moderada» para 5 pasos por minuto, porque 5 < 120 es verdadero y la primera condición ya se cumple: el orden de las decisiones es incorrecto. Versión correcta: primero ppm < 20 (reposo), después ppm < 120 (moderada) y por último intensa (se pone la condición más restrictiva primero).
4. Niveles: reposo, moderada, intensa, moderada, reposo → 0 + 1 + 2 + 1 + 0 = 4 puntos. No es justo: el último minuto es de una persona en silla de ruedas que se mueve (debería ser moderada) y la regla le da 0; con la corrección serían 5 puntos.

Ficha 3

1. (110; 2,3): 5/175 = 0,029; 0,1/5,9 = 0,017; d = 0,033. (105; 2,2): 10/175 = 0,057; 0,2/5,9 = 0,034; d = 0,066. (100; 2,0): 15/175 = 0,086; 0,4/5,9 = 0,068; d = 0,109. (140; 4,0): 25/175 = 0,143; 1,6/5,9 = 0,271; d = 0,306. Los tres más cercanos son los tres primeros.
2. Los tres vecinos son «moderada», así que gana «moderada» por 3 votos a 0.
3. Falso; verdadero; verdadero; falso (hay que probar con casos distintos).
4. Ventaja: usa los dos datos a la vez y aprende de ejemplos sin escribir umbrales. Riesgo: depende de los datos, es menos fácil de explicar y puede fallar con casos que no ha visto (sesgo).

Ficha 4

1. clasificar_modelo(ppm, acel); niveles.append(nivel); explicar(0, 1.8). La lista de niveles es ['reposo', 'moderada', 'intensa', 'moderada', 'reposo'].
2. Para (0; 1,8): vecinos (8; 0,5), (5; 0,4) y (6; 0,4), los tres «reposo», con distancias de 0,225 a 0,240; decide «reposo» porque en los datos las personas con pocos pasos son de reposo. Falla porque no hay ejemplos de sillas de ruedas.
3. (92; 1,7): moderada y moderada, coinciden. (158; 4,9): intensa e intensa, coinciden. (35; 0,9): reglas moderada, modelo reposo, no coinciden. (0; 1,8): reglas reposo, modelo reposo, coinciden pero ambos fallan (esperado moderada).
4. Todas las comprobaciones marcadas; insistir en datos ficticios, módulo local y declarar el uso de IA.

Ficha 5

1. Completar: clasificar_modelo(ppm, acel); obtenido == esperado. Salida con 3 casos: ERROR: Silla de ruedas, empuje suave -> reposo (esperado moderada) y Aciertos: 2 de 3.
2. Regla: aciertos en 1, 2, 3, 4, 5, 6, 8, 9 y 12; falla 7, 10 y 11. Modelo: aciertos en 1 a 8 y 12; falla 9, 10 y 11. Total: regla 9 de 12; modelo 9 de 12.
3. Regla: 9/12 = 75 %. Modelo: 9/12 = 75 %. Empatan, pero fallan en casos distintos: la regla en el caso 7 (125 ppm con 2,6 m/s^2 es paso muy rápido, no intensa) y el modelo en el 9 (con muletas, cerca de «reposo»). Ambos fallan con las sillas de ruedas.
4. Errores: caso 7: la regla devuelve «intensa» por el umbral de 120 sin mirar la aceleración. Caso 9: el modelo devuelve «reposo»; sus vecinos son de reposo y no hay ejemplos de poca velocidad. Casos 10 y 11: ambos devuelven «reposo»; no hay datos ni reglas para 0 pasos con aceleración.

Ficha 6

1. Perjudica a las personas que se desplazan en silla de ruedas (casos 10 y 11) y también, con el modelo, a quien camina muy despacio con muletas. La regla falla porque solo mira los pasos; el modelo porque en los datos de entrenamiento no hay ejemplos de esas personas y sus vecinos son de reposo. Es un sesgo por datos no representativos y por una regla diseñada sin contar con ellas.
2. Añadir ejemplos: más justo y fácil, pero hay que recogerlos y probar de nuevo. Regla con la aceleración: fácil de explicar, pero hay que elegir umbrales y puede dejar otros casos fuera. Revisión humana: útil para casos dudosos, pero cuesta tiempo. Valorar la justificación.
3. Se usan 3,0 y 1,0: acel ≥ 3,0 para «intensa» y acel ≥ 1,0 para «moderada». Con v2: caso 7 (125; 2,6) → moderada; caso 9 (35; 0,9) → moderada; casos 10 y 11 (0 ppm; 1,8 y 2,4) → moderada. La v2 acierta 12 de 12 (100 %).
4. Respuesta abierta: valorar mensajes claros, explicación de la decisión, posibilidad de corregir y accesibilidad (contraste, lenguaje sencillo).

Ficha 7

1. 38 dB: verde; 45: amarillo; 52: amarillo; 65: amarillo; 66: rojo; 80: rojo.
2. Para 65 dB devuelve «rojo» (65 < 65 es falso): no es correcto, debería ser amarillo. Corrección: elif db <= 65.
3. El micrófono puede captar voces y conversaciones (datos personales). Medidas: medir solo el nivel en dB y no grabar audio, no guardar nada, informar a las personas y pedir permiso. Sesgo: un modelo entrenado solo con voces de adultos podría fallar con voces infantiles o con personas con distintos tonos de voz, y clasificar mal el ruido.
4. Ejemplo: finalidad, avisar del nivel de ruido; datos, nivel en dB sin audio; decisión, regla de umbrales; límite, el micrófono puede estar mal calibrado o medir otros ruidos; riesgo, captar conversaciones, se evita no guardando audio.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Aciertos: 1, 2, 3 y 6 (sí); 4 y 5 (no).
2. Aciertos = 4 de 6; porcentaje = 4 / 6 · 100 = 66,7 % (≈ 67 %).
3. Los dos casos son de personas que se mueven con pocos pasos (con muletas y en silla de ruedas) y el módulo devuelve «reposo». Le faltan ejemplos de esas personas en los datos de entrenamiento.

Ampliación (Anexo 9)

1. Porcentajes: reglas v1, 15/20 = 75 %; reglas v2, 19/20 = 95 %; modelo, 14/20 = 70 %; modelo con 4 ejemplos más, 18/20 = 90 %.
2. Falla en todas la comba (0 ppm; 4,0 m/s^2; intensa): las versiones no distinguen la actividad intensa sin pasos; falta una variable como el tipo de movimiento o la frecuencia de la aceleración.
3. Recomendación abierta: por ejemplo, la regla v2 por acierto, facilidad de explicación y mantenimiento; el modelo con más datos mejora y puede ser adecuado si se amplían y revisan los datos. Valorar la justificación.
4. Porque la regla v2 se ajustó a esos casos: es probable que acierte por haberlos visto (sobreajuste); hay que probarla con casos nuevos.
5. Casos nuevos: por ejemplo, (0; 3,5) silla en una carrera, intensa; (60; 1,0) subir escaleras, moderada; (15; 0,3) de pie; si falla uno, se registra, se busca la causa y se corrige la regla o los datos.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesiones de 50 min; deja los archivos de F4 y F5 en una carpeta compartida; presentaciones de 3 minutos y ficha individual de 20 minutos en la sesión 7.
- Seguridad y privacidad: datos ficticios, sin nombres ni servicios externos de IA; si usas una IA generativa, con autorización y citando su uso.
- Diferenciación: el Anexo 8 da el módulo preparado y las pruebas guiadas; el Anexo 9 compara reglas y modelo con 20 casos. Roles rotatorios.

Errores frecuentes

- Poner las condiciones en un orden que hace inalcanzable alguna rama.
- Confundir < con <= en los umbrales.
- Creer que la IA nunca se equivoca o que acierta aunque falten datos.
- Probar el sistema solo con los datos de entrenamiento.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar la comparación con datos y la explicación de errores más que el porcentaje de acierto.
- Aceptar otros umbrales o reglas si están justificados y probados con casos.

06

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Robótica autónoma

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo hacemos que un robot perciba, decida y actúe de forma fiable?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · C
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE3, CE4, CE5	**PRODUCTO FINAL** Robot o simulación autónoma	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 5.1, 5.3, 3.1, 4.1

Contexto, reto y producto

En el IES Camino Real (centro ficticio), Nuria, profesora de Física y Química, lleva cada semana una caja con probetas de plástico, pesas y fichas desde el laboratorio hasta el aula-taller, al otro lado de un pasillo largo y concurrido. Le gustaría que ese «recadero» fuera un robot, pero con condiciones muy claras: tiene que ir más despacio que una persona caminando, pararse si alguien se cruza y, si pierde el camino, quedarse quieto en vez de echar a correr. Las pruebas no se hacen en el pasillo real, sino en una pista de cinta negra sobre cartulina blanca montada en el aula, lejos de escaleras y de personas.

En esta situación el alumnado diseña la **arquitectura sensor-control-actuador** de un robot seguidor de línea con detección de obstáculos y modela su comportamiento como una **máquina de estados** (SEGUIR, OBSTACULO y PERDIDO). Prueba y **calibra** los sensores con medidas reales, calcula distancias, umbrales y velocidades con unidades, y **monta y programa** el robot (placa tipo Arduino de baja tensión) o su **simulación** en Python. Después evalúa su **fiabilidad** con un protocolo de ensayos repetidos, analiza el fallo más útil y aplica una iteración justificada. El producto final es un robot autónomo o su simulación, con la documentación técnica que permite a otro equipo entenderlo, probarlo y auditarlo.

Reto

Diseñar, programar y evaluar un robot (o su simulación) que siga una línea de 3,0 m a no más de 0,25 m/s, se detenga ante un obstáculo a menos de 20 cm, se pare de forma segura si pierde la línea y demuestre su fiabilidad con ensayos repetidos y documentados.

Producto final

Robot o simulación autónoma.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE3** Aplicar con seguridad técnicas, operadores, sistemas y herramientas para construir o fabricar soluciones tecnológicas sostenibles.
- **CE4** Describir, representar e intercambiar ideas y soluciones con la simbología, el vocabulario y las herramientas digitales adecuadas.
- **CE5** Desarrollar algoritmos y aplicaciones con pensamiento computacional para resolver problemas, automatizar procesos y controlar sistemas robóticos.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

5.1 Describir, interpretar y diseñar soluciones a problemas informáticos a través de algoritmos y diagramas de flujo, aplicando los elementos y técnicas de programación de manera creativa.

5.3 Automatizar procesos, máquinas y objetos de manera autónoma, con conexión a internet, mediante el análisis, construcción y programación de robots y sistemas de control.

3.1 Fabricar objetos o modelos mediante la manipulación y conformación de materiales, empleando herramientas y máquinas adecuadas, aplicando los fundamentos de estructuras, mecanismos, electricidad y electrónica y respetando las normas de seguridad y salud correspondientes.

4.1 Representar y comunicar el proceso de creación de un producto desde su diseño hasta su difusión, elaborando documentación técnica y gráfica con la ayuda de herramientas digitales, empleando los formatos y el vocabulario técnico adecuados, de manera colaborativa, tanto presencialmente como en remoto.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
C1	Algoritmia y diagramas de flujo.
C3	Sistemas de control programado: montaje físico y uso de simuladores y programación sencilla de dispositivos. Internet de las cosas.
C4	Fundamentos de robótica: montaje y control programado de robots de manera física o por medio de simuladores.
C5	Autoconfianza e iniciativa: el error, la reevaluación y la depuración de errores como parte del proceso de aprendizaje.
A6	Electricidad y electrónica básica: montaje de esquemas y circuitos físicos o simulados. Interpretación, cálculo, diseño y aplicación en proyectos.

Concreción didáctica en esta situación

- Algoritmia del robot: ciclo percibir-decidir-actuar, tabla de verdad con dos sensores, diagrama de estados y de flujo, variables, umbrales y condiciones.
- Sensores y actuadores: sensor de línea infrarrojo analógico (lectura de 0 a 1023), ultrasonidos ($d = c \cdot t / 2$) y motores de corriente continua gobernados por un puente en H y una señal PWM.
- Calibración y medida: lecturas de blanco y negro, umbral como punto medio, velocidad $v = \pi \cdot D \cdot n / 60$ contrastada con un cronometraje y tensión media del PWM.
- Electricidad y electrónica básica: alimentación de 9 V con pilas, consumo total en mA, autonomía en horas, masa común y polaridad; se desconecta antes de recablear.
- Error y depuración: registro de fallos con síntoma, causa probable, cambio y nueva medición; el fallo es un dato, no un fracaso.

Objetivos didácticos

- Diseñar la arquitectura sensor-control-actuador de un robot, indicando qué mide, qué decide y qué mueve, y los pines que usa cada elemento.
- Programar el comportamiento como máquina de estados a partir de una tabla de verdad y de un diagrama de flujo, en Arduino, en bloques o en Python.
- Calibrar sensores y actuadores con medidas reales: umbrales de línea, distancia por ultrasonidos y velocidad en función del PWM, siempre con unidades.
- Integrar mecánica, electrónica y código en un robot de baja tensión (9 V) o en su simulación, respetando las normas de seguridad.
- Evaluar la fiabilidad con un protocolo de ensayos, analizar el fallo más útil y aplicar una iteración comprobada con una nueva medición.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Definimos el reto autónomo: qué debe percibir, decidir y hacer el robot recadero, con requisitos medibles

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, clasificación de sensores, controlador y actuadores (F2) y requisitos del encargo (F1) reescritos con cifras.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Diseñamos el diagrama de estados y de flujo del comportamiento del robot

Evidencia: Ficha 2: tabla de verdad de los dos sensores (F3), tabla de transiciones del diagrama de estados (F4) y orden del bucle principal.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Probamos sensores y actuadores: distancia por ultrasonidos, velocidad y tensión media según el PWM

Evidencia: Ficha 3: distancias calculadas a partir del tiempo de eco, tabla de medidas reales y elección del PWM de avance (F5).

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Montamos el robot y programamos los estados (o los simulamos)

Evidencia: Ficha 4: conexionado verificado con F2, código de F7 y F8 completado, versión por bloques y registro de errores de montaje.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Calibramos los sensores y repetimos ensayos de línea y de obstáculo

Evidencia: Ficha 5: umbrales calculados (F6) y tablas de ensayos con el porcentaje de fiabilidad. Robot o simulación en funcionamiento.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Analizamos los fallos, depuramos el programa y hacemos una iteración comprobada

Evidencia: Ficha 6: relación velocidad-periodo con los datos de F9, depuración de un código con errores y cambio justificado con nueva medición.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Demostración con métricas de éxito y evidencia individual con un caso nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: análisis individual del carro robótico de la biblioteca (estados, distancias y protocolo de pruebas).

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
5.1	Algoritmo del robot expresado como tabla de verdad, diagrama de estados y diagrama de flujo, y programa (Arduino, bloques o Python) coherente con ellos.	Fichas 2 y 4 / lista de cotejo y rúbrica
5.3	Robot o simulación que percibe (línea y distancia), decide por estados y actúa, con parada segura ante obstáculo y línea perdida, y fiabilidad medida con ensayos repetidos.	Fichas 5 y 6 y robot / observación y rúbrica
3.1	Montaje de chasis, motores, sensores y alimentación de 9 V con conexionado correcto, calibración con medidas y respeto de las normas de baja tensión y de movimiento lento.	Fichas 3 y 4 / observación sistemática
4.1	Documentación del robot: esquema de arquitectura y conexionado, diagrama de estados, tabla de calibración y tabla de pruebas con unidades, y demostración con métricas.	Plantilla (Anexo 4) y demostración / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Traduce el encargo a requisitos con cifras (3,0 m, 0,25 m/s, 20 cm), compara al menos dos alternativas de diseño (p. ej. separación de sensores o umbral de parada) y decide con datos.	Define requisitos medibles y justifica con datos el diseño elegido, aunque no compare alternativas.	Los requisitos son vagos o el diseño no se relaciona con ellos; la decisión no se apoya en datos.	No relaciona el robot con el encargo ni con requisitos.
Funcionamiento / evidencia	El robot o la simulación sigue la línea, para ante la caja a 8 cm o más y se detiene si pierde la línea; la fiabilidad se calcula con ensayos repetidos y se interpretan sus límites.	Cumple la función principal (seguir la línea y parar ante obstáculo) con una tabla de ensayos completa.	Funciona a medias (p. ej. sigue la línea pero no se detiene) o los ensayos son escasos o sin porcentaje.	No funciona o no hay ensayos registrados.
Documentación técnica	Esquema de arquitectura con pines, tabla de verdad, diagrama de estados coherente con el código, tabla de calibración y de pruebas con unidades; otro equipo podría reproducirlo.	Documentación suficiente con algún pin, unidad o transición sin indicar.	Faltan diagramas o datos; el código y los esquemas no coinciden.	Documentación insuficiente para entender cómo funciona el robot.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja siempre con la alimentación desconectada al recablear, limita el PWM, prueba en pista despejada, y propone una medida de seguridad adicional y el reciclaje de las pilas.	Cumple las normas de baja tensión y de movimiento lento y gestiona las pilas gastadas.	Necesita recordatorios (polaridad, desconectar, pista despejada) o reutiliza poco material.	Incumple normas de seguridad o prueba el robot cerca de personas o bordes.
Iteración y cooperación	Identifica el fallo más útil con datos, cambia una sola variable, repite los ensayos y compara antes y después; los roles rotan y todos aportan.	Hace una mejora a partir de un fallo y la comprueba con una nueva medición; coopera adecuadamente.	La mejora no se comprueba con datos o la cooperación es irregular.	No revisa el robot tras los fallos o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (robot físico): 1 placa tipo Arduino UNO con cable USB, 2 módulos seguidores de línea infrarrojos con salida analógica, 1 sensor de ultrasonidos HC-SR04, 1 módulo de puente en H doble, 2 motorreductores de CC con ruedas de 65 mm y rueda loca, chasis de cartón pluma o metacrilato, portapilas de 6 × AA (9 V) con interruptor, cables dupont y protoboard pequeña.
- Pista (una por equipo o por cada tres equipos): 3 m de cinta aislante negra de 19 mm sobre cartulinas blancas o suelo claro mate, con una curva suave; caja de cartón de 30 × 30 cm como obstáculo; cinta métrica, cronómetro y regla.
- Alternativa sin hardware: ordenador con el entorno de Arduino o un simulador de circuitos (con motores y sensor de ultrasonidos) y Python 3 para ejecutar la simulación del dossier (F9).
- Plantillas de los Anexos 3 y 4; móvil o tableta del centro para grabar los ensayos sin captar rostros.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Solo baja tensión (pilas de 9 V en total): nada de red de 230 V ni de cargadores abiertos. Se desconecta el portapilas antes de recablear y se comprueba la polaridad; las pilas no se cortocircuitan ni se tocan con herramientas metálicas. El robot va lento (PWM limitado y 0,25 m/s como máximo), los primeros ensayos se hacen con las ruedas en el aire, y la pista está despejada, lejos de bordes de mesa, escaleras y personas. Pilas gastadas al contenedor de pilas.

Interdisciplinariedad: Física y Química (velocidad, ondas sonoras, magnitudes eléctricas y unidades) y Matemáticas (proporcionalidad, medias, porcentajes y lógica de condiciones).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Un sensor y trayectoria simple.

Ampliación

Anexo 9

Incorporar estrategia de recuperación ante fallo o segundo sensor.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

Cada lunes, Nuria carga una caja de probetas y la lleva a pie por un pasillo lleno de gente. ¿Y si fuera un robot quien hiciera el recado? No vale un robot cualquiera: tiene que ir despacio, pararse si alguien se cruza y no salir disparado si se pierde. Durante siete sesiones seréis su equipo de ingeniería: dibujaréis su «cerebro» como un diagrama de estados, probaréis cada sensor con datos, lo montaréis y lo programaréis, y lo someteréis a ensayos repetidos para demostrar, con números, que es fiable. ¿Conseguiréis que una máquina sin ojos ni oídos perciba, decida y actúe sin fallar?

> *¿Cómo hacemos que un robot perciba, decida y actúe de forma fiable?*

Vuestro reto

Diseñar, programar y evaluar un robot (o su simulación) que siga una línea de 3,0 m a no más de 0,25 m/s, se detenga ante un obstáculo a menos de 20 cm, se pare de forma segura si pierde la línea y demuestre su fiabilidad con ensayos repetidos y documentados.

Lo que vais a producir

Robot o simulación autónoma.

Seguridad. Solo baja tensión (pilas de 9 V en total): nada de red de 230 V ni de cargadores abiertos.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos el encargo, clasificamos sensores, controlador y actuadores, y escribimos requisitos medibles.
2. Dibujamos la tabla de verdad, el diagrama de estados y el diagrama de flujo del robot.
3. Probamos los sensores y los motores y calculamos distancias, velocidades y tensión media.
4. Montamos el robot con la alimentación desconectada y programamos los estados.
5. Calibramos los sensores con lecturas de blanco y negro y repetimos los ensayos.
6. Estudiamos el fallo más útil, depuramos el programa y mejoramos una sola cosa.
7. Demostramos el robot con métricas y resolvemos, cada uno, un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Diseñar la arquitectura sensor-control-actuador de un robot, indicando qué mide, qué decide y qué mueve, y los pines que usa cada elemento.
- Programar el comportamiento como máquina de estados a partir de una tabla de verdad y de un diagrama de flujo, en Arduino, en bloques o en Python.
- Calibrar sensores y actuadores con medidas reales: umbrales de línea, distancia por ultrasonidos y velocidad en función del PWM, siempre con unidades.
- Integrar mecánica, electrónica y código en un robot de baja tensión (9 V) o en su simulación, respetando las normas de seguridad.
- Evaluar la fiabilidad con un protocolo de ensayos, analizar el fallo más útil y aplicar una iteración comprobada con una nueva medición.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

Todo lo necesario para diseñar, montar y evaluar el robot: el encargo con sus requisitos, la arquitectura y el conexionado, la geometría de los sensores de línea, el diagrama de estados, las especificaciones y fórmulas, la calibración resuelta, el programa de Arduino, una simulación en Python, el protocolo de pruebas seguras y un glosario.

F1 El encargo de Nuria: un robot recadero para el pasillo

ESTUDIO DE CASO

Nuria, profesora de Física y Química del IES Camino Real, plantea el siguiente encargo al grupo de 3.º: «Necesito un robot que lleve una caja de probetas por una cinta negra pegada en el suelo, entre el laboratorio y el aula-taller. Debe ser lento y seguro: en un pasillo hay personas y yo no quiero que nadie se asuste ni se haga daño».

El grupo decide que, antes de tocar nada, hay que convertir esas frases en **requisitos con cifras**, para poder demostrar que el robot los cumple:

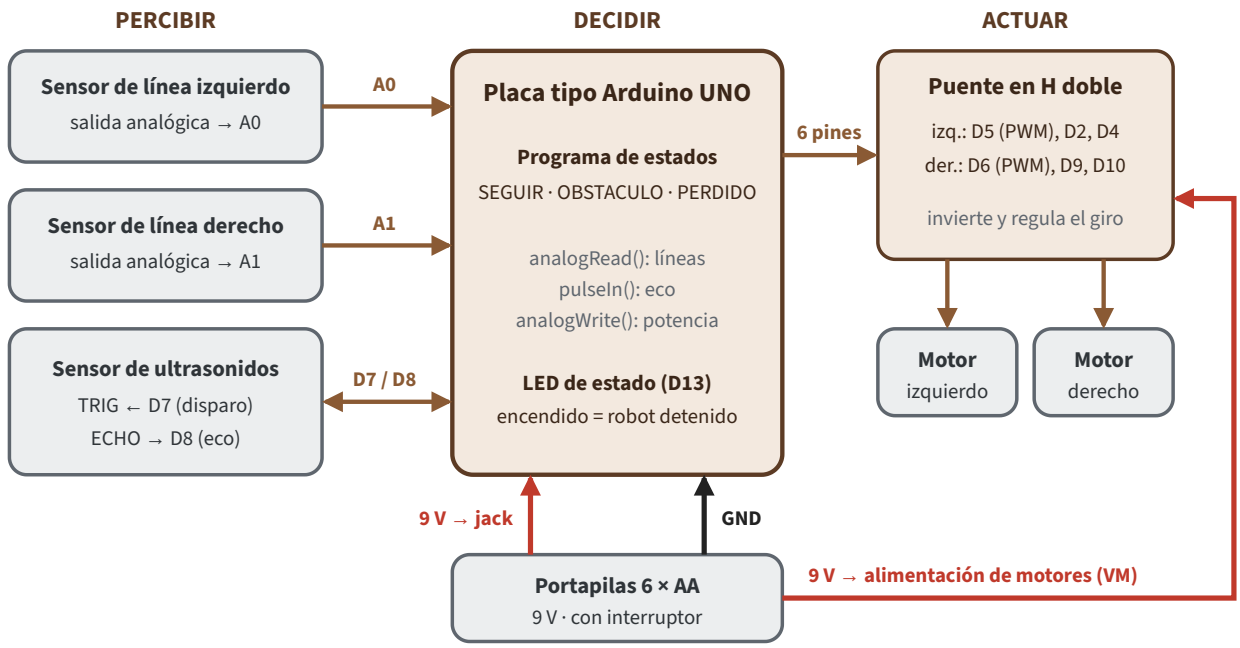
1. **R1. Línea.** Sigue una cinta negra de 2,0 cm de ancho y 3,0 m de longitud, con una curva suave, y completa el recorrido en al menos 9 de 10 ensayos.
2. **R2. Velocidad.** Avanza a 0,25 m/s o menos (0,9 km/h o menos, mucho más lento que una persona caminando).
3. **R3. Obstáculo.** Se detiene cuando algo está a menos de 20 cm y queda parado a 8 cm o más, sin tocarlo, en todos los ensayos.
4. **R4. Reanudación.** Solo vuelve a arrancar cuando el obstáculo se aleja más de 25 cm.
5. **R5. Línea perdida.** Si ningún sensor ve la cinta, se detiene en menos de 0,5 s y enciende el LED de forma fija.
6. **R6. Energía y seguridad.** Funciona con 6 pilas AA (9 V), sin conexión a la red eléctrica, y las pruebas se hacen en una pista despejada del aula.

El pasillo real es solo el contexto: **todas las pruebas se hacen en la pista del aula**, lejos de escaleras y de personas.

Fuente: Caso didáctico ficticio (centro, personas y datos creados para este cuaderno). Los requisitos con cifras son propuestas de trabajo para el aula.

¿Qué requisito del encargo original («lento y seguro») se ha convertido en cada cifra? ¿Qué ocurriría si el requisito R3 solo dijera «que se pare a tiempo»?

F2 **Arquitectura sensor-control-actuador y conexionado del robot** ESQUEMA



Todas las masas (GND) de la placa, los sensores y el puente en H van unidas a la del portapilas.

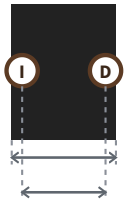
Cada flecha marrón es una **señal**; las rojas, la **alimentación de 9 V**. La placa recibe datos de tres sensores (una lectura por línea y un tiempo de eco), decide el estado y manda al puente en H dos señales PWM, una por motor. Los pines ENA y ENB deben ser pines PWM de la placa.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Los pines corresponden al programa de F7 y F8; si usas otra placa o un simulador, adapta la numeración.

F3 Los sensores de línea: medidas y los cuatro casos posibles

ESQUEMA

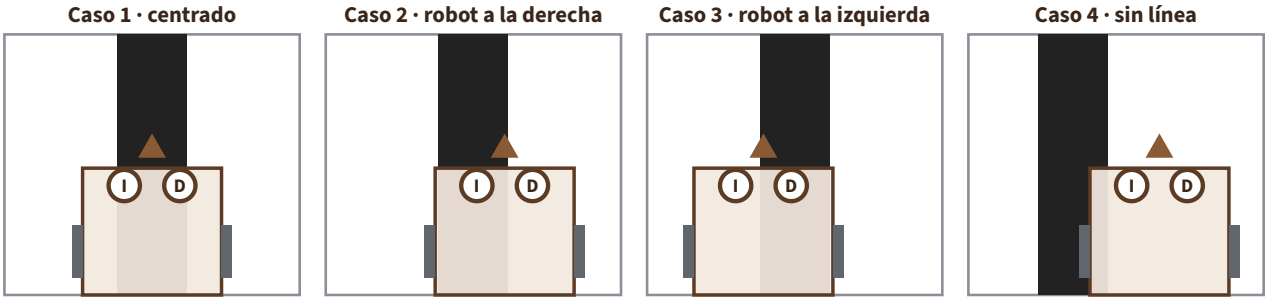
Medidas (vista de planta, 30 px = 1 cm)



cinta: 2,0 cm
entre sensores: 1,6 cm

Cómo leer los casos

- 1 = el sensor ve la cinta negra.
- 0 = el sensor ve el fondo blanco.
- I = sensor izquierdo; D = sensor derecho.
- El robot avanza hacia arriba; los sensores van 6 cm por delante del eje de las ruedas.

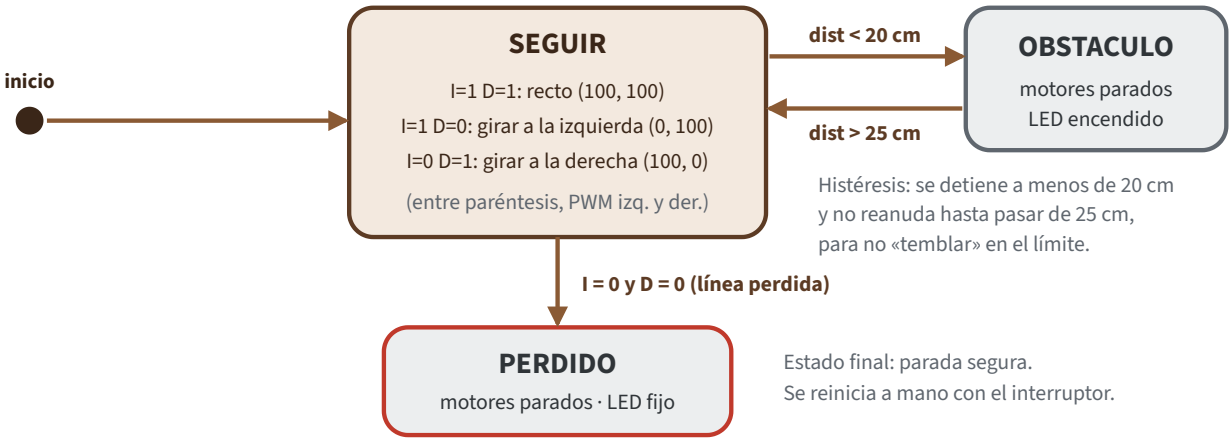


La separación entre sensores (1,6 cm) es **menor** que el ancho de la cinta (2,0 cm): con el robot centrado ambos ven negro, y en cuanto se desvía, uno de los dos sale de la cinta y el programa corrige hacia ese lado. Si los sensores estuvieran más separados que la cinta, un robot bien centrado leería «0 y 0» y se creería perdido.

Fuente: Esquema de elaboración propia (vista de planta). Las medidas corresponden al robot de aula descrito en F5.

F4 Diagrama de estados del robot recadero

ESQUEMA



Una **máquina de estados** dice en qué situación está el robot y qué hace en ella. Cada flecha lleva la **condición** que provoca el cambio. En el estado SEGUIR, el programa también decide entre recto, izquierda y derecha según la tabla de verdad de F3.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Coincide con el programa de F7 y F8 y con la simulación de F9.

F5 Componentes, especificaciones y fórmulas

DATOS

Elemento	Función	Datos útiles	Unidades por equipo
Placa tipo Arduino UNO	Controlador: ejecuta el programa	Lógica de 5 V; lectura analógica de 10 bits (0 a 1023); PWM de 8 bits (0 a 255)	1
Módulo seguidor de línea (infrarrojo, salida analógica)	Sensor: mide la luz infrarroja reflejada por el suelo	5 V; unos 20 mA; el negro refleja poco y da lecturas altas, el blanco da lecturas bajas	2
Sensor de ultrasonidos HC-SR04	Sensor: mide la distancia por el tiempo de un eco	5 V; 15 mA; 40 kHz; alcance de 2 a 400 cm; ángulo de 15°; pulso de disparo de al menos 10 µs, como mucho cada 60 ms	1
Puente en H doble	Regula velocidad y sentido de dos motores	Alimentación de motores hasta 12 V; entradas PWM (ENA, ENB) y de sentido (IN1 a IN4)	1
Motorreductor de CC con rueda de 65 mm	Actuador: convierte energía eléctrica en movimiento	6 V nominales; unos 120 mA cada uno en marcha	2
Portapilas 6 × AA con interruptor	Alimentación de todo el robot	6 × 1,5 V = 9 V; unos 2 000 mAh con pilas alcalinas	1

Fórmulas que usaremos:

- **Distancia con ultrasonidos:** $d = c \cdot t / 2$ (el eco va y vuelve). Con $c = 331{,}3 + 0{,}606 \cdot T$, a 20 °C es c = 343 m/s, y de ahí sale la regla práctica **d (cm) = t (µs) / 58,3**.
- **Velocidad del robot:** $v = \pi \cdot D \cdot n / 60$, con D = 0,065 m y n en revoluciones por minuto; o simplemente v = distancia / tiempo en la pista.
- **Tensión media con PWM:** $V = 9\ V \cdot PWM / 255$. Limitamos el PWM a 170 para que los motores de 6 V reciban como máximo $9 \cdot 170 / 255 = 6$ V de media.
- **Consumo y autonomía:** $I = 2 \cdot 120 + 45$ (placa) $+ 2 \cdot 20 + 15 = 340$ mA; autonomía teórica = 2 000 mAh / 340 mA ≈ 5,9 h (en la práctica será menor).

Velocidad medida en 1 m de pista: PWM 80 → 6,2 s; PWM 100 → 4,8 s; PWM 120 → 3,9 s; PWM 150 → 3,1 s.

Fuente: Especificaciones genéricas de módulos educativos. HC-SR04 según la hoja de datos del fabricante (ElecFreaks, consultada en 2026); velocidad del sonido $c = 331{,}3 + 0{,}606 \cdot T$ (aproximación habitual para aire seco). Consumos y velocidades medidas son valores orientativos de un robot de aula (ficticios, coherentes con los cálculos).

Con el PWM 100, ¿cuántos cm avanza el robot entre dos lecturas si el programa repite el ciclo cada 70 ms? ¿Por qué el sensor HC-SR04 impone un periodo mínimo entre disparos?

F6 Calibración de los sensores de línea: ejemplo resuelto

DATOS

Medida	Izq. sobre blanco	Izq. sobre negro	Der. sobre blanco	Der. sobre negro
1	152	812	171	790
2	148	830	166	801
3	160	805	178	784
4	155	821	169	796
5	149	818	175	808
6	157	809	180	787
7	151	825	168	799
8	153	816	172	793
Media	**153,1**	**817,0**	**172,4**	**794,8**

Ejemplo resuelto del umbral (sensor izquierdo).

1. Se hacen varias lecturas sobre blanco y sobre negro, en la pista y con la luz del aula: así se tiene en cuenta el ruido de la medida.
2. Media de blanco = 153,1 y media de negro = 817,0.
3. **Umbral = (153,1 + 817,0) / 2 = 485** (punto medio). Para el sensor derecho: (172,4 + 794,8) / 2 = 484.
4. **Margen de seguridad:** la lectura más alta sobre blanco fue 160 y la más baja sobre negro, 805. El umbral queda a 485 − 160 = 325 del blanco y a 805 − 485 = 320 del negro: es muy fiable.
5. En tensión, 485 · 5 V / 1 023 = 2,37 V. Cada paso de la lectura equivale a 5 / 1 023 ≈ 4,9 mV.
6. Se escribe en el programa: `bool izq = analogRead(A0) > 485;`

Cuidado: si cambia la luz del aula (sol directo, una linterna), las lecturas cambian. Hay que **recalibrar** al cambiar de pista o de iluminación.

Fuente: Lecturas ficticias de un robot de aula, creadas para este cuaderno (lectura analógica de 0 a 1023, referencia de 5 V).

F7 Programa de Arduino (1 de 2): pines, parámetros y funciones

CÓDIGO

ARDUINO (C++)

```
// Robot recadero (placa tipo Arduino UNO): sigue la línea, se detiene ante obstáculos y se para si la pierde.

// --- Pines (ver conexionado en F2) ---
const int ENA = 5;            // PWM del motor izquierdo
const int IN1 = 2;            // sentido del motor izquierdo
const int IN2 = 4;
const int ENB = 6;            // PWM del motor derecho
const int IN3 = 9;            // sentido del motor derecho
const int IN4 = 10;
const int TRIG = 7;           // disparo del ultrasonidos
const int ECHO = 8;           // eco del ultrasonidos
const int SENSOR_IZQ = A0;    // sensor de línea izquierdo
const int SENSOR_DER = A1;    // sensor de línea derecho
const int LED = 13;           // LED de estado

// --- Parámetros calibrados (ver F6 y F5) ---
const int UMBRAL_IZQ = 485;   // lectura > umbral = negro (cinta)
const int UMBRAL_DER = 484;
const int PWM_AVANCE = 100;   // ≈ 0,21 m/s (medido en pista)
const int PWM_MAXIMO = 170;   // límite: 9 V · 170/255 = 6 V de media
const int DIST_PARADA = 20;   // cm: si hay algo más cerca, parar
const int DIST_REANUDAR = 25; // cm: histéresis para volver a arrancar
const unsigned long PAUSA = 60; // ms: el HC-SR04 pide ≥ 60 ms entre disparos

enum Estado { SEGUIR, OBSTACULO, PERDIDO };
Estado estado = SEGUIR;

// Mueve un motor: velocidad entre -PWM_MAXIMO y +PWM_MAXIMO
void motor(int pinPwm, int a, int b, int velocidad) {
  velocidad = constrain(velocidad, -PWM_MAXIMO, PWM_MAXIMO);
  digitalWrite(a, velocidad > 0);
  digitalWrite(b, velocidad < 0);
  analogWrite(pinPwm, abs(velocidad));
}

void mover(int izq, int der) {
  motor(ENA, IN1, IN2, izq);
  motor(ENB, IN3, IN4, der);
}

// Devuelve la distancia en cm (999 si no hay eco)
int medirDistancia() {
  digitalWrite(TRIG, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG, HIGH);
  delayMicroseconds(10);          // pulso de disparo de 10 µs
  digitalWrite(TRIG, LOW);
  unsigned long t = pulseIn(ECHO, HIGH, 25000UL);  // µs; máximo 25 ms (≈ 4 m)
  if (t == 0) return 999;         // sin eco: nada delante
  return t / 58;                  // d (cm) = t (µs) / 58 a unos 20 °C
}
```

Fuente: Código de elaboración propia, con sintaxis comprobada. Ajusta los pines y los umbrales a tu montaje. La segunda parte (F8) contiene setup() y loop() y va a continuación, en el mismo archivo.

F8 Programa de Arduino (2 de 2): preparación y bucle principal

CÓDIGO

ARDUINO (C++)

```
void setup() {
  pinMode(ENA, OUTPUT); pinMode(IN1, OUTPUT); pinMode(IN2, OUTPUT);
  pinMode(ENB, OUTPUT); pinMode(IN3, OUTPUT); pinMode(IN4, OUTPUT);
  pinMode(TRIG, OUTPUT); pinMode(ECHO, INPUT);
  pinMode(LED, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
  mover(0, 0);                    // arranca parado
}

void loop() {
  // 1. PERCIBIR
  int dist = medirDistancia();
  int lecIzq = analogRead(SENSOR_IZQ);
  int lecDer = analogRead(SENSOR_DER);
  bool izq = lecIzq > UMBRAL_IZQ;   // true = el sensor ve negro
  bool der = lecDer > UMBRAL_DER;

  // 2. DECIDIR Y 3. ACTUAR según el estado
  switch (estado) {
    case SEGUIR:
      if (dist < DIST_PARADA) {
        estado = OBSTACULO;
        mover(0, 0);
      } else if (izq && der) {
        mover(PWM_AVANCE, PWM_AVANCE);   // centrado: recto
      } else if (izq) {
        mover(0, PWM_AVANCE);            // girar a la izquierda
      } else if (der) {
        mover(PWM_AVANCE, 0);            // girar a la derecha
      } else {
        estado = PERDIDO;                // ningún sensor ve la línea
        mover(0, 0);
      }
      break;
    case OBSTACULO:
      mover(0, 0);
      if (dist > DIST_REANUDAR) estado = SEGUIR;
      break;
    case PERDIDO:
      mover(0, 0);                       // parada segura: se reinicia a mano
      break;
  }

  digitalWrite(LED, estado == SEGUIR ? LOW : HIGH);   // LED encendido = detenido

  Serial.print(dist);    Serial.print(" cm | ");
  Serial.print(lecIzq);  Serial.print(" | ");
  Serial.print(lecDer);  Serial.print(" | estado ");
  Serial.println(estado);
  delay(PAUSA);
}
```

Fuente: Código de elaboración propia, con sintaxis comprobada. Continúa el programa de F7 (mismo archivo).

F9 Simulación en Python: ¿hasta qué velocidad es fiable?

CÓDIGO

PYTHON

```python
# Simulación 2D de un robot diferencial que sigue una línea sinusoidal
import math
SEPARACION = 0.016     # m entre sensores
ANCHO_LINEA = 0.020    # m
VIA = 0.12             # m entre ruedas
AVANCE_SENSORES = 0.06 # m por delante del eje
PERIODO = 0.07         # s entre lecturas del programa
DT = 0.01              # s paso de la simulación
LONGITUD = 3.0         # m de pista

def y_linea(x):
    return 0.10 * math.sin(2 * math.pi * x / 1.5)

def sensores(x, y, th):
    pos = []
    for lado in (+1, -1):   # +1 izquierda, -1 derecha
        px = x + AVANCE_SENSORES * math.cos(th) - lado * SEPARACION / 2 * math.sin(th)
        py = y + AVANCE_SENSORES * math.sin(th) + lado * SEPARACION / 2 * math.cos(th)
        pos.append(abs(py - y_linea(px)) ⩽ ANCHO_LINEA / 2)   # ¿está sobre la cinta?
    return pos  # [izq, der]

def ensayo(v, periodo=PERIODO):
    x, y, th = 0.0, y_linea(0.0), math.atan(0.10 * 2 * math.pi / 1.5)
    t, vi, vd, prox = 0.0, 0.0, 0.0, 0.0
    while x < LONGITUD and t < 60:
        if t ⩾ prox:                      # el programa lee cada «periodo»
            prox += periodo
            izq, der = sensores(x, y, th)
            if izq and der:   vi, vd = v, v
            elif izq:         vi, vd = 0.0, v      # girar a la izquierda
            elif der:         vi, vd = v, 0.0      # girar a la derecha
            else:             return False, x, t   # línea perdida: parar
        th += (vd - vi) / VIA * DT
        x += (vi + vd) / 2 * math.cos(th) * DT
        y += (vi + vd) / 2 * math.sin(th) * DT
        t += DT
    return True, x, t

print("Periodo de lectura: 70 ms")
print("v (m/s) | completa | recorrido (m) | tiempo (s)")
for v in (0.10, 0.21, 0.32, 0.40, 0.45, 0.50):
    ok, x, t = ensayo(v)
    print(f"{v:6.2f}  | {'sí' if ok else 'no':<8} | {x:5.2f}         | {t:5.1f}")
print("\nA 0,32 m/s, según el periodo de lectura:")
for p in (0.02, 0.07, 0.15, 0.25):
    ok, x, t = ensayo(0.32, p)
    res = "completa" if ok else f"pierde la línea en x = {x:.2f} m"
    print(f"periodo {p*1000:4.0f} ms → {res}")
```

Resultados al ejecutarlo (periodo de lectura de 70 ms): completa los 3,0 m a 0,10, 0,21, 0,32, 0,40 y 0,45 m/s (en 37,1, 23,7, 15,5, 13,1 y 11,3 s); a 0,50 m/s **pierde la línea** tras 1,40 m. A 0,32 m/s completa con periodos de 20 y 70 ms, pero con **150 ms o 250 ms pierde la línea** en x = 0,11 m.

Para razonar: el tiempo total es mayor de lo que daría 3,0 m / v porque en los giros una rueda se queda parada. Cuanto más rápido va el robot o más tarde lee los sensores, más se aleja de la línea antes de corregir.

Fuente: Código de elaboración propia, ejecutado con Python 3. Modelo simplificado (robot de dos ruedas, línea sinusoidal, sensores 6 cm por delante del eje); sirve para razonar, no para sustituir las pruebas físicas.

F10 Protocolo de montaje, pruebas de seguridad y ensayos de fiabilidad

PROTOCOLO

Material y herramientas: robot montado o simulación, portapilas con pilas, cinta métrica, regla, cronómetro, caja de 30 × 30 cm, pista de cinta negra y hoja de registro (Ficha 5).

Equipo de protección y riesgos: baja tensión (9 V), sin riesgo eléctrico para las personas, pero con riesgo de cortocircuito y de calentamiento si se cruzan los cables del portapilas; atrapamiento de dedos en ruedas y engranajes; caídas del robot desde el borde de una mesa. Pelo largo recogido y mesa despejada. Nunca se prueba el robot cerca de escaleras, bordes o personas.

Procedimiento:

1. Con el interruptor en OFF, comprueba la polaridad del portapilas y que todas las masas (GND) están unidas.
2. Primera prueba con el robot **levantado y las ruedas en el aire**: comprueba que ambos motores giran hacia delante al ordenarlo y que el PWM está limitado a 170.
3. Abre el monitor serie (el programa escribe en cada ciclo «distancia | lectura izquierda | lectura derecha | estado», con 0 = SEGUIR, 1 = OBSTACULO y 2 = PERDIDO) y anota las lecturas de los sensores sobre blanco y sobre negro (mínimo 8 de cada); calcula los umbrales como en F6.
4. Mide la distancia con la regla y con el ultrasonidos para 10, 20, 30, 50 y 100 cm, y calcula el error.
5. Cronometra 1 m a varios valores de PWM y elige el que da 0,25 m/s o menos.
6. **Ensayo de línea:** coloca el robot al inicio de la pista, sin tocarlo después de soltarlo. Cuenta como éxito si recorre los 3,0 m sin salirse. Repite **10 veces**.
7. **Ensayo de obstáculo:** coloca la caja en la trayectoria y suelta el robot a 60, 40 y 30 cm de ella (2 ensayos en cada distancia, **6 en total**). Mide a qué distancia queda parado.
8. **Línea perdida:** retira un tramo de cinta o levanta el robot y comprueba que se detiene y el LED queda fijo.
9. Calcula la fiabilidad = ensayos con éxito / ensayos realizados × 100. Con tan pocos ensayos, 9 de 10 no demuestra un 95 %: solo indica que el robot es «prometedor» y que conviene seguir probando.
10. Si un ensayo falla, no repitas «hasta que salga»: anota el fallo, el lugar y la hipótesis, cambia **una sola cosa** y vuelve a medir.

Limpieza y residuos: interruptor en OFF y pilas fuera si no se usa; cinta retirada con cuidado de no dañar el suelo; pilas gastadas al contenedor de pilas; cartón y cartulinas al contenedor azul.

Resultado esperable: al menos 9 de 10 ensayos de línea completos, parada sin contacto en los 6 ensayos de obstáculo con una distancia final entre 8 y 17 cm, y parada con el LED fijo cuando se pierde la línea.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F11 Glosario de robótica autónoma

GLOSARIO

Sensor	Dispositivo que convierte una magnitud física (luz, distancia, temperatura) en una señal eléctrica que el controlador puede leer.
Actuador	Dispositivo que transforma una orden eléctrica en una acción, como un motor, un LED o un zumbador.
Controlador	Circuito con un programa (aquí, la placa Arduino) que lee los sensores, decide y manda órdenes a los actuadores.
Robot autónomo	Robot que realiza su tarea sin que una persona lo maneje, usando sus sensores y su programa.
Máquina de estados	Modelo que describe un sistema como un conjunto de estados y de transiciones entre ellos según condiciones.
Umbral	Valor que separa dos situaciones; por ejemplo, la lectura 485 separa «blanco» de «negro».
Histéresis	Uso de dos umbrales distintos para pasar y volver de un estado (20 y 25 cm), de modo que el sistema no oscile en el límite.
PWM	Modulación por ancho de pulso: señal que se enciende y apaga muy rápido; cuanto mayor es la parte encendida, mayor es la tensión media recibida.
Puente en H	Circuito que permite invertir el sentido de giro de un motor y regular su velocidad con una señal PWM.
Calibración	Ajuste de un sensor o de un parámetro a partir de medidas reales, para que sus lecturas sean útiles y fiables.
Fiabilidad	Proporción de veces que un sistema cumple su función cuando se repite la prueba en las mismas condiciones.
Depuración	Proceso de encontrar y corregir errores del programa o del montaje a partir de síntomas, hipótesis y pruebas.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

FICHA 1 Definimos el reto autónomo

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usad el encargo de Nuria (F1) y la arquitectura del robot (F2).

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

Un sensor de un robot…

◯ convierte una magnitud del entorno en una señal eléctrica ◯ mueve las ruedas del robot ◯ guarda el programa en la memoria

El ciclo de un robot autónomo es…

◯ actuar, decidir y percibir ◯ decidir, percibir y actuar ◯ percibir, decidir y actuar

Una señal PWM sirve para…

◯ medir una distancia ◯ regular la potencia media que recibe un motor ◯ guardar datos en la placa

Un requisito bien escrito para un robot es…

◯ «que vaya rápido y no se choque» ◯ «que sea muy fiable» ◯ «que se detenga a menos de 20 cm de un obstáculo»

2 **Clasifica cada elemento de F2 como sensor, controlador o actuador y escribe qué mide o qué hace.**

Elemento	Tipo	Qué mide o qué acción realiza
Sensor de línea izquierdo		
Sensor de ultrasonidos		
Placa tipo Arduino		
Motor izquierdo		
Puente en H		
LED de estado		

3 **Reescribe como requisitos medibles (con cifra, unidad y modo de comprobarlo) las frases vagas del encargo. Usa F1 como modelo.**

Frase vaga	Requisito medible	¿Cómo lo comprobaremos?
«Debe ser lento»		
«Debe pararse si alguien se cruza»		
«Debe ser fiable»		

4 **Piensa en un robot de tu casa (aspirador, juguete, cortacésped). Nombra dos sensores, dos actuadores y una decisión que tome.**

FICHA 2 Tabla de verdad, estados y flujo

SESIÓN 2

Usa la geometría de los sensores (F3) y el diagrama de estados (F4).

1 **Completa la tabla de verdad de los dos sensores de línea (1 = ve negro). Indica qué ha ocurrido con el robot y qué deben hacer los motores.**

Sensor izq. (I)	Sensor der. (D)	Qué indica	Acción de los motores
1	1		
1	0		
0	1		
0	0		

2 **En F3 los sensores están a 1,6 cm y la cinta mide 2,0 cm. ¿Qué pasaría con un robot bien centrado si los pusiéramos a 4 cm? ¿Y si los pusiéramos a 1,0 cm? Razona con un dibujo rápido.**

3 **Completa la tabla de transiciones del diagrama de estados.**

Estado de origen	Condición	Estado de destino	Acción
SEGUIR	dist < 20 cm		
OBSTACULO			
SEGUIR		PERDIDO	
PERDIDO	cualquier lectura		

4 **Ordena del 1 al 6 los pasos del bucle principal del programa (escribe el número en la primera columna).**

Orden	Paso del bucle
	Mover los motores según la decisión
	Esperar 60 ms
	Medir la distancia con el ultrasonidos
	Encender o apagar el LED de estado
	Decidir la acción según el estado y la tabla de verdad
	Leer los dos sensores de línea y compararlos con el umbral

FICHA 3 Probamos sensores y actuadores

SESIÓN 3

Usa las fórmulas y los datos de F5 y el procedimiento de pruebas de F10 (pasos 2 a 5). Trabaja con tres decimales en los cálculos intermedios y redondea al final.

1 **Con d (cm) = t (µs) / 58,3, calcula la distancia de cada eco y decide si el robot se detiene según el umbral de 20 cm (se detiene si d < 20 cm).**

Tiempo de eco (µs)	Distancia (cm)	¿Se detiene?
583		
700		
1 166		
1 500		
2 332		

2 **Corrección por temperatura. Con c = 331,3 + 0,606 · T, calcula la velocidad del sonido a 30 °C y la distancia real para t = 1 166 µs con d = c · t / 2. Compara con los 20,0 cm que da la regla t / 58,3 (diferencia en cm y en %).**

3 **Prueba del ultrasonidos (real o simulada). Coloca la caja a las distancias indicadas, mide con la regla y anota lo que marca el monitor serie.**

Distancia real con regla (cm)	Distancia medida (cm)	Error (cm)	¿|error| ≤ 1 cm?
10			
20			
30			
50			
100			

4 **Velocidad según el PWM. Usa los datos de 1 m de pista de F5. Calcula la velocidad y la tensión media (9 V · PWM / 255) y elige el PWM de avance que cumple R2 (0,25 m/s o menos).**

PWM (0–255)	Tiempo para 1 m (s)	v (m/s)	Tensión media (V)
80	6,2		
100	4,8		
120	3,9		
150	3,1		

5 **PWM elegido y justificación (incluye cuánto avanza el robot entre dos lecturas si el ciclo dura 70 ms).**

FICHA 4 **Montamos y programamos** SESIÓN 4

Montad con el interruptor en OFF. Usad el conexionado de F2, el programa de F7 y F8 y el protocolo de F10.

1 **Lista de comprobación del montaje. Marcad cada casilla cuando todo el equipo lo haya verificado.**

- [ ] El interruptor del portapilas está en OFF y la polaridad es correcta.
- [ ] Todas las masas (GND) están unidas.
- [ ] Sensores de línea en A0 y A1; ultrasonidos con TRIG en D7 y ECHO en D8.
- [ ] ENA en D5 y ENB en D6 (pines PWM); IN1 a IN4 en D2, D4, D9 y D10.
- [ ] PWM_MAXIMO está limitado a 170.
- [ ] La primera prueba se hace con el robot levantado y las ruedas en el aire.

2 **Completa los huecos de la función que mide la distancia.**

ARDUINO (C++)

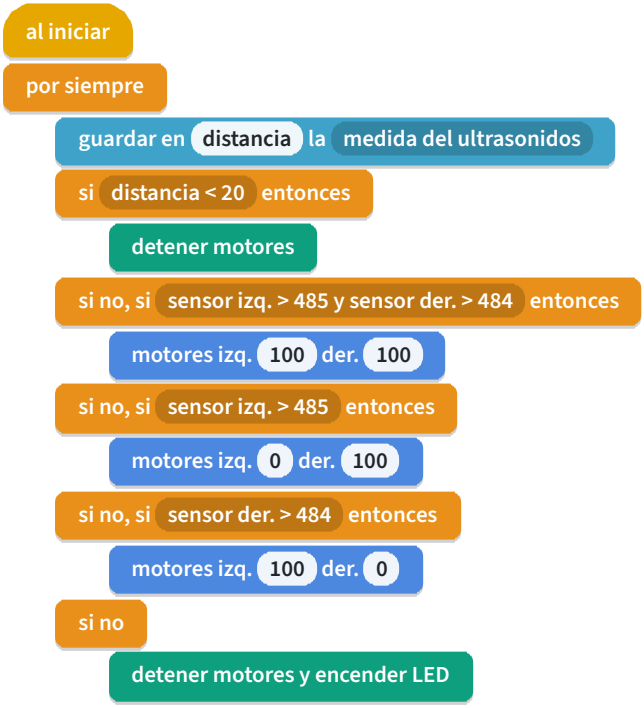
```
int medirDistancia() {
  digitalWrite(TRIG, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(TRIG, ___);
  delayMicroseconds(___);      // pulso de disparo
  digitalWrite(TRIG, LOW);
  unsigned long t = pulseIn(ECHO, ___, 25000UL);
  if (t == 0) return 999;      // sin eco
  return t / ___;              // cm a unos 20 °C
}
```

3 **Completa los huecos del estado SEGUIR para que coincida con el diagrama de F4.**

ARDUINO (C++)

```
case SEGUIR:
  if (dist < ___) {
    estado = OBSTACULO;
    mover(0, 0);
  } else if (izq && ___) {
    mover(PWM_AVANCE, PWM_AVANCE);
  } else if (izq) {
    mover(___, PWM_AVANCE);     // girar a la izquierda
  } else if (der) {
    mover(PWM_AVANCE, ___);     // girar a la derecha
  } else {
    estado = ___;
    mover(0, 0);
  }
  break;
```

4 Versión por bloques (para quien programe con bloques). Lee el programa y explica qué hace el robot cuando el sensor izquierdo ve blanco y el derecho ve negro.



5 Registro de errores de montaje o de programación.

Error o síntoma	Causa probable	Cómo lo solucionamos

FICHA 5 Calibramos y repetimos ensayos

SESIÓN 5

Usa el ejemplo resuelto de F6 y los pasos 6 a 9 del protocolo de F10. Recoged datos de vuestro robot o simulación y guardad las hojas: son la evidencia de fiabilidad.

1 **Calcula los umbrales con estas lecturas de otro robot. Después comprueba el margen de seguridad (distancia del umbral a la lectura más próxima de cada color) y pásalo a voltios con V = lectura · 5 / 1 023.**

Sensor	Lecturas sobre blanco	Lecturas sobre negro	Umbral	Margen (blanco / negro)	Umbral en V
Izquierdo	150, 158, 146, 155	815, 802, 826, 811			
Derecho	171, 180, 169, 176	790, 781, 798, 788			

2 **Ensayo de línea (10 repeticiones, 3,0 m). Anotad el resultado de vuestro robot o simulación.**

Ensayo	¿Completa los 3,0 m? (sí/no)	Tiempo (s)	Dónde y cómo falla
1			
2			
3			
4			
5			
6			
7			
8			
9			
10			

3 **Ensayo de obstáculo (6 repeticiones). Mide con la regla a qué distancia queda parado el robot.**

Ensayo	Distancia inicial a la caja (cm)	Distancia final de parada (cm)	¿Para sin tocar y a 8 cm o más? (sí/no)
1	60		
2	60		
3	40		
4	40		
5	30		
6	30		

4 **Fiabilidad = ensayos con éxito / ensayos realizados × 100. Calcula la de línea y la de obstáculo, y di si se cumplen R1 (9 de 10) y R3 (6 de 6).**

FICHA 6 Fallos, depuración e iteración

SESIÓN 6

Usa los resultados de la simulación (F9) y vuestras hojas de ensayos de la ficha 5. Recordad: un fallo bien medido vale más que un éxito sin datos.

1 **Con F9, calcula cuántos cm avanza el robot entre dos lecturas (v · periodo) en cada caso y relaciónalo con el resultado de la simulación.**

Velocidad (m/s)	Periodo (ms)	Avance entre lecturas (cm)	Resultado en F9
0,21	70		completa
0,32	70		completa
0,32	150		pierde la línea
0,50	70		pierde la línea

2 **A 0,45 m/s con 70 ms el robot avanza 3,15 cm entre lecturas, más que el ancho de la cinta (2,0 cm), y aun así completa el recorrido. ¿Basta comparar el avance con el ancho de la cinta para predecir el fallo? Razona.**

3 **Depura este código: tiene 3 errores (de lógica, de comparación y de temporización). Localízalos por número de línea y corrígelos.**

ARDUINO (C++)

```
void loop() {
  int dist = medirDistancia();
  bool izq = analogRead(SENSOR_IZQ) < UMBRAL_IZQ;
  bool der = analogRead(SENSOR_DER) > UMBRAL_DER;

  if (dist > DIST_PARADA) {
    mover(0, 0);
  } else if (izq && der) {
    mover(PWM_AVANCE, PWM_AVANCE);
  } else if (izq) {
    mover(0, PWM_AVANCE);
  } else if (der) {
    mover(PWM_AVANCE, 0);
  } else {
    mover(0, 0);
  }
  delay(5);
}
```

Línea	Qué falla	Corrección

4 **El fallo más útil de vuestro robot: describid el síntoma, el dato que lo muestra, una hipótesis, UN cambio y el resultado de repetir los ensayos.**

Fallo observado	Dato que lo muestra	Hipótesis	Cambio (una sola variable)	Resultado tras el cambio

5 **Iteración. Compara antes y después. ¿Por qué hay que cambiar solo una cosa cada vez?**

Versión	Cambio realizado	Éxitos en 10 ensayos
Versión 1		
Versión 2		

FICHA 7

Evidencia individual: el carro de la biblioteca

SESIÓN 7

Trabajo individual. Un carro robótico de la biblioteca del IES Camino Real (centro ficticio) sigue una cinta del suelo entre las estanterías a 0,20 m/s. Su ultrasonidos se detiene si algo está a menos de 30 cm y solo reanuda cuando pasa de 35 cm. Lee los sensores cada 80 ms. Usa d (cm) = t (µs) / 58,3.

1 **Estos son los ecos de cuatro lecturas seguidas. Calcula la distancia y escribe el estado en el que queda el carro (empieza en SEGUIR).**

Lectura	Tiempo de eco (µs)	Distancia (cm)	Estado resultante
1	2 100		
2	1 400		
3	1 749		
4	2 100		

2 **En la lectura 3 la distancia es de 30 cm y el carro no arranca. Explica por qué (histéresis) y qué problema habría con un solo umbral de 30 cm.**

3 **Entre dos lecturas el carro avanza v · periodo. Calcúlalo. En el peor caso, la lectura que cruza el umbral llega con el obstáculo ya a esa distancia menos lo avanzado, y el carro necesita 3 cm más para frenar. ¿A qué distancia mínima del obstáculo fijo queda parado?**

4 **Dibuja el diagrama de estados del carro (tres estados) con las condiciones de cada flecha.**

5 **Propón un protocolo de tres pruebas para demostrar que el carro es seguro cuando pasa una persona (qué haces, cuántas veces y qué resultado es el éxito). Indica una medida adicional por si un niño se cruza a 10 cm de golpe.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Memoria técnica de nuestro robot (o simulación). Completadla en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la demostración final.

Arquitectura sensor-control-actuador

Dibujo con sensores, placa y actuadores, y los pines usados.

Algoritmo: tabla de verdad y diagrama de estados

Estados, condiciones de cambio y qué hacen los motores en cada caso.

Calibración

Lecturas de blanco y negro, umbrales, PWM elegido y velocidad (m/s).

Requisitos y métricas

Los requisitos con su cifra y cómo se comprueban.

Tabla de pruebas

Éxitos en 10 ensayos de línea y 6 de obstáculo, distancias de parada y % de fiabilidad.

Fallo más útil

Síntoma, dato, causa y cambio.

Iteración y mejora

Resultado antes y después; qué haríamos con más tiempo.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Robot o simulación autónoma**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La arquitectura indica qué mide cada sensor, qué decide la placa y qué mueve cada actuador, con los pines usados.
- [ ] La tabla de verdad, el diagrama de estados y el programa son coherentes entre sí (mismos estados y mismas condiciones).
- [ ] Los umbrales salen de lecturas de blanco y negro, y las distancias, velocidades y tensiones están calculadas con unidades.
- [ ] El robot o la simulación sigue 3,0 m de línea y se detiene ante la caja sin tocarla y a 8 cm o más.
- [ ] Si pierde la línea, se detiene y lo indica con el LED; la velocidad de avance no supera 0,25 m/s.
- [ ] Hay 10 ensayos de línea y 6 de obstáculo registrados, con el porcentaje de fiabilidad calculado y sus límites.
- [ ] El montaje es seguro: 9 V con pilas, desconectado al recablear, PWM limitado, pista despejada y sin personas en la trayectoria.
- [ ] Se documenta un fallo con síntoma, causa, un solo cambio y nueva medición; el código tiene comentarios y se citan las fuentes y licencias de lo reutilizado.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Robot o simulación autónoma**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	Traduce el encargo a requisitos con cifras (3,0 m, 0,25 m/s, 20 cm), compara al menos dos alternativas de diseño (p. ej. separación de sensores o umbral de parada) y decide con datos.	Define requisitos medibles y justifica con datos el diseño elegido, aunque no compare alternativas.	Los requisitos son vagos o el diseño no se relaciona con ellos; la decisión no se apoya en datos.	No relaciona el robot con el encargo ni con requisitos.	
Funcionamiento / evidencia	El robot o la simulación sigue la línea, para ante la caja a 8 cm o más y se detiene si pierde la línea; la fiabilidad se calcula con ensayos repetidos y se interpretan sus límites.	Cumple la función principal (seguir la línea y parar ante obstáculo) con una tabla de ensayos completa.	Funciona a medias (p. ej. sigue la línea pero no se detiene) o los ensayos son escasos o sin porcentaje.	No funciona o no hay ensayos registrados.	
Documentación técnica	Esquema de arquitectura con pines, tabla de verdad, diagrama de estados coherente con el código, tabla de calibración y de pruebas con unidades; otro equipo podría reproducirlo.	Documentación suficiente con algún pin, unidad o transición sin indicar.	Faltan diagramas o datos; el código y los esquemas no coinciden.	Documentación insuficiente para entender cómo funciona el robot.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja siempre con la alimentación desconectada al recablear, limita el PWM, prueba en pista despejada, y propone una medida de seguridad adicional y el reciclaje de las pilas.	Cumple las normas de baja tensión y de movimiento lento y gestiona las pilas gastadas.	Necesita recordatorios (polaridad, desconectar, pista despejada) o reutiliza poco material.	Incumple normas de seguridad o prueba el robot cerca de personas o bordes.	
Iteración y cooperación	Identifica el fallo más útil con datos, cambia una sola variable, repite los ensayos y compara antes y después; los roles rotan y todos aportan.	Hace una mejora a partir de un fallo y la comprueba con una nueva medición; coopera adecuadamente.	La mejora no se comprueba con datos o la cooperación es irregular.	No revisa el robot tras los fallos o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé explicar qué mide cada sensor de mi robot y cómo una lectura se convierte en una decisión.	○	○	○	○
Sé analizar un fallo con datos y cambiar una sola cosa para comprobar si el robot mejora.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Un solo sensor y una trayectoria recta: un robot que avanza hasta la caja y se detiene a menos de 20 cm. Trabaja con el ejemplo resuelto y la plantilla del diagrama de flujo.

Ejemplo resuelto: del eco a la decisión

El ultrasonidos devuelve un tiempo de eco **t = 1 166 µs**.

1. Distancia: d = t / 58,3 = 1 166 / 58,3 = **20 cm**.
2. Regla del robot: se detiene si d es **menor que 20 cm**.
3. 20 cm no es menor que 20 cm, así que **todavía avanza**. Si el eco fuera de 900 µs, d = 15,4 cm y **se detendría**.

Diagrama de flujo con opciones

Bucle principal del robot de un sensor (elige en cada hueco una opción):

1. Medir la distancia **d** con el ultrasonidos.
2. ¿Es **d < 20 cm**? Opciones para la respuesta «sí»: (A) motores parados; (B) motores a PWM 100.
3. Opciones para la respuesta «no»: (C) motores parados; (D) motores a PWM 100.
4. Esperar 60 ms y volver al paso 1.

1 **Completa el pseudocódigo con las opciones del apoyo (escribe las letras A, B, C o D).**

repetir siempre:

d ← distancia medida

si d < 20 entonces → opción _____

si no → opción _____

esperar 60 ms

2 **Convierte cada eco en distancia y decide si el robot avanza o se detiene.**

Tiempo de eco (µs)	Distancia (cm)	¿Avanza o se detiene?
2 916		
1 749		
700		

3 **Prueba con tu robot o simulación en línea recta, con la caja a 60 cm. Anota tres ensayos.**

Ensayo	Distancia final de parada (cm)	¿Se detuvo sin tocar la caja? (sí/no)
1		
2		
3		

ANEXO 9

Ampliación

SdA 6 · Robótica autónoma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Estrategia de recuperación ante fallo y segundo sensor

En la versión básica, el estado PERDIDO es una parada final. Un robot más robusto intenta **recuperarse** antes de rendirse y no depende de un único sensor para evitar colisiones. Diseña una de las dos mejoras (o las dos) y demuestra con ensayos que mejoran la fiabilidad.

Pasos

1. Estrategia de recuperación. Añade un estado BUSCAR: cuando ambos sensores ven blanco, el robot sigue recto hasta 0,5 s (¿cuántos cm avanza a 0,21 m/s?, por si hay un hueco en la cinta) y, si no encuentra la línea, gira sobre sí mismo hacia el último lado en que la vio, con un barrido máximo de 60° por lado.
2. Cálculo del barrido: si las ruedas giran en sentido contrario a 0,10 m/s cada una y la distancia entre ruedas es de 0,12 m, calcula la velocidad angular $\omega = (v_1 + v_2) / \text{vía}$ en rad/s y en °/s, y el tiempo que tarda en barrer 60°. Fija un tiempo máximo de búsqueda.
3. Segundo sensor. Añade un pulsador parachoques (final de carrera) o un tercer sensor de línea. Explica qué fallo del ultrasonidos cubre (superficies blandas, inclinadas o muy cercanas) y qué estado nuevo o transición añade.
4. Dibuja el diagrama de estados ampliado y escribe el pseudocódigo (o el código) de los cambios.
5. Diseña un ensayo de 10 repeticiones con un hueco de 5 cm en la cinta y otro con un obstáculo blando; compara la fiabilidad antes y después.

Entrega

Diagrama de estados ampliado, cálculos del barrido, pseudocódigo o código y tabla de 10 ensayos antes y después, con conclusión sobre los límites de la mejora.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 6 · Robótica autónoma

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: convierte una magnitud del entorno en una señal eléctrica; percibir, decidir y actuar; regular la potencia media que recibe un motor; «que se detenga a menos de 20 cm de un obstáculo».
2. Sensor de línea izquierdo: sensor; mide la luz infrarroja reflejada (blanco/negro). Sensor de ultrasonidos: sensor; mide el tiempo de eco y de ahí la distancia. Placa Arduino: controlador; lee, decide con el programa y ordena. Motor izquierdo: actuador; hace girar la rueda. Puente en H: actuador (etapa de potencia) o interfaz; invierte y regula la corriente de los motores. LED de estado: actuador; indica si el robot está parado.
3. Modelo: «lento» → velocidad de avance ≤ 0,25 m/s, cronometrando 1 m (4 s o más); «se pare si alguien se cruza» → se detiene a menos de 20 cm y queda a 8 cm o más, medido con regla en 6 ensayos; «fiable» → completa 3,0 m en al menos 9 de 10 ensayos.
4. Respuesta abierta. Ejemplo: aspirador robot: sensores de choque y de caída (suelo); actuadores: motores de ruedas y de cepillo; decisión: si detecta un escalón, retrocede y cambia de dirección.

Ficha 2

1. (1,1): centrado; recto (PWM 100 en ambos motores). (1,0): robot desviado a la derecha de la línea; girar a la izquierda (motor izq. 0, der. 100). (0,1): desviado a la izquierda; girar a la derecha (izq. 100, der. 0). (0,0): línea perdida; parar y pasar a PERDIDO.
2. A 4 cm (sensores a ±2 cm y cinta de ±1 cm), un robot centrado leería (0,0) y se creería perdido: se detendría sin motivo. A 1,0 cm (±0,5 cm) los dos sensores verían negro en un margen de desviación mayor, así que el robot corregiría tarde y con menos precisión; el diseño de 1,6 cm es un compromiso razonable entre sensibilidad y tolerancia. Se valora el dibujo con las distancias a escala.
3. SEGUIR → OBSTACULO: dist < 20 cm; motores parados. OBSTACULO → SEGUIR: dist > 25 cm; reanuda con el estado SEGUIR. SEGUIR → PERDIDO: I = 0 y D = 0; motores parados y LED fijo. PERDIDO → (ninguno): permanece parado; se reinicia a mano.
4. Orden: 1 Medir la distancia; 2 Leer los dos sensores de línea; 3 Decidir la acción según el estado; 4 Mover los motores; 5 Encender o apagar el LED; 6 Esperar 60 ms. Se admite intercambiar 1 y 2.

Ficha 3

1. 583 µs → 10,0 cm, se detiene; 700 µs → 12,0 cm, se detiene; 1 166 µs → 20,0 cm, no se detiene (no es menor que 20); 1 500 µs → 25,7 cm, no se detiene; 2 332 µs → 40,0 cm, no se detiene.
2. $c(30\ °C) = 331{,}3 + 0{,}606 \cdot 30 = 349{,}48$ m/s. $d = 349{,}48 \cdot 1\,166 \cdot 10^{-6} / 2 = 0{,}2037$ m = 20,37 cm. Diferencia = 0,37 cm, es decir, 1,8 % respecto a 20,37 cm (20,0 cm da el 98,2 % de la distancia real). El error es pequeño para nuestro umbral; en medidas precisas hay que compensar la temperatura.
3. Resultados plausibles: errores de 0,3 a 1,0 cm hasta 50 cm y algo mayores a 100 cm (hasta 2 o 3 cm); lecturas muy irregulares con superficies blandas o inclinadas. Valorar el análisis de por qué hay errores (temperatura, ángulo de 15°, superficie).
4. v = 1 m / t: 80 → 0,161 m/s (2,82 V); 100 → 0,208 m/s (3,53 V); 120 → 0,256 m/s (4,24 V); 150 → 0,323 m/s (5,29 V). Se cumple R2 con PWM 100 (0,21 m/s) y con 80; el PWM 120 da 0,26 m/s, que supera 0,25. Se elige el PWM 100.
5. Con PWM 100 a 0,208 m/s y 70 ms de ciclo, avanza 0,208 · 0,07 = 0,0146 m = 1,5 cm entre lecturas. Es menor que el ancho de la cinta (2,0 cm), lo que permite corregir a tiempo.

Ficha 4

1. Todas las casillas marcadas antes de conectar el interruptor; si el equipo no tiene robot físico, se verifican sobre el esquema de F2.
2. HIGH; 10; HIGH; 58.
3. DIST_PARADA; der; 0; 0; PERDIDO.
4. Con el sensor izquierdo en blanco y el derecho en negro (I = 0, D = 1) se cumple la condición «sensor der. > 484» (la anterior no, porque el izquierdo no supera 485): el robot gira a la derecha (motor izquierdo a 100 y derecho a 0). Se valora que lo relacionen con la tabla de verdad de F3.
5. Errores habituales: motores girando al revés (intercambiar los cables del motor o los pines IN), PWM en pines no PWM, falta de GND común, sensor en el pin equivocado, monitor serie a otra velocidad. Respuesta abierta pero con causa y solución coherentes.

Ficha 5

1. Izquierdo: media blanco = 152,25; media negro = 813,5; umbral = (152,25 + 813,5) / 2 = 482,9 ≈ 483; margen: 483 − 158 = 325 del blanco y 802 − 483 = 319 del negro; 483 · 5 / 1 023 = 2,36 V. Derecho: media blanco = 174,0; media negro = 789,25; umbral = 481,6 ≈ 482; margen: 482 − 180 = 302 y 781 − 482 = 299; 482 · 5 / 1 023 = 2,36 V. Márgenes grandes: los umbrales son fiables.
2. Tabla propia del equipo. Se valora que el sí/no sea coherente con los tiempos (3,0 m a 0,21 m/s con giros: unos 20 a 25 s) y que se anote dónde falla (curva, inicio, cruce con reflejos).
3. Tabla propia. Con la lectura cada 60–85 ms y 0,21 m/s, la parada final esperable queda entre unos 14 y 17 cm de la caja (20 cm menos entre 1,5 y 3 cm de avance y deslizamiento); debe ser ≥ 8 cm. Si algún ensayo queda por debajo, revisar el umbral, el PWM o el periodo.
4. Ejemplo: 9 de 10 → 90 % (cumple R1); 6 de 6 → 100 % (cumple R3). Con 10 ensayos, un 90 % no garantiza un 95 %: se valora que lo comenten y propongan repetir más veces.

Ficha 6

1. 0,21 m/s · 0,070 s = 1,47 cm (completa); 0,32 · 0,070 = 2,24 cm (completa); 0,32 · 0,150 = 4,80 cm (pierde la línea); 0,50 · 0,070 = 3,50 cm (pierde la línea).
2. No basta: a 0,45 m/s con 70 ms el avance (3,15 cm) supera los 2,0 cm de la cinta y completa el recorrido; a 0,50 m/s con 70 ms (3,5 cm) falla. Influyen también la curvatura de la línea, la separación de sensores, el punto de giro (una rueda parada) y la posición de partida. Conclusión: el avance entre lecturas es un indicador, pero el límite se determina con ensayos.
3. Línea 3: la comparación está invertida (negro = lectura alta; debe ser >). Línea 6: la condición está invertida (debe ser dist < DIST_PARADA); así el robot se para siempre salvo con obstáculo cerca. Línea 17: delay(5) es demasiado corto: el HC-SR04 pide al menos 60 ms entre disparos (corregir a delay(60)).
4. Respuesta abierta. Valorar: síntoma medido (p. ej. «sale de la curva en x ≈ 1,2 m en 4 de 10 ensayos»), hipótesis comprobable (velocidad alta, umbral mal calibrado), un solo cambio (bajar el PWM de 120 a 100) y resultado con datos.
5. Ejemplo: versión 1: 6/10; versión 2 (PWM 100): 9/10. Se cambia una sola variable para saber a qué se debe la mejora; si se cambian varias a la vez no se sabe cuál ha funcionado.

Ficha 7

1. Lectura 1: 2 100 / 58,3 = 36,0 cm → SEGUIR. Lectura 2: 1 400 / 58,3 = 24,0 cm (< 30) → OBSTACULO. Lectura 3: 1 749 / 58,3 = 30,0 cm → sigue en OBSTACULO. Lectura 4: 2 100 / 58,3 = 36,0 cm (> 35) → SEGUIR.
2. Para reanudar necesita más de 35 cm; 30 cm no lo supera. Con un solo umbral de 30 cm, una lectura de 29,8 y otra de 30,2 harían que el carro arrancase y parase continuamente (vibraría), con riesgo de acercarse al obstáculo.
3. 0,20 m/s · 0,08 s = 1,6 cm entre lecturas. Peor caso: 30 − 1,6 − 3 = 25,4 cm de distancia mínima al obstáculo fijo.
4. Diagrama: SEGUIR → OBSTACULO si dist < 30 cm; OBSTACULO → SEGUIR si dist > 35 cm; SEGUIR → PERDIDO si ningún sensor de línea ve la cinta (o 'cinta no detectada'). Se acepta nombrar los estados de otra manera si son coherentes.
5. Ejemplo: 10 pasadas de una persona cruzando a 1 m (éxito: 10 de 10 paradas sin contacto); 10 pasadas con un maniquí o caja a 30 cm (éxito: queda a más de 20 cm); 5 pasadas con la persona quieta delante (éxito: no reanuda). Medida adicional: parachoques o sensor de contacto con parada inmediata, velocidad limitada a 0,1 m/s en zonas con niños y luz o sonido de aviso. A 10 cm de golpe, a 0,20 m/s el carro necesita unos 1,6 + 3 = 4,6 cm para frenar, así que se detiene antes de tocar; pero el sensor tiene un ángulo de 15° y no detecta bien los objetos bajos o laterales, de ahí la medida redundante.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Pseudocódigo: si d < 20 entonces → opción A (motores parados); si no → opción D (PWM 100).
2. 2 916 µs → 50,0 cm, avanza; 1 749 µs → 30,0 cm, avanza; 700 µs → 12,0 cm, se detiene.
3. Resultados propios; la parada debería quedar entre 14 y 17 cm de la caja con los parámetros de F7 y F8.

Ampliación (Anexo 9)

1. 0,5 s · 0,21 m/s = 10,5 cm (cubre un hueco de 5 cm: a 0,21 m/s el robot tarda 5 / 21 ≈ 0,24 s en cruzarlo). Giro sobre sí mismo con ruedas opuestas a 0,10 m/s: ω = (0,10 + 0,10) / 0,12 = 1,67 rad/s = 95,5 °/s; barrer 60° a cada lado tarda 60 / 95,5 = 0,63 s; barrido completo (hacia un lado, vuelta al centro y hacia el otro) en unos 2,5 s; tiempo máximo de búsqueda recomendado: 3 s.
2. El pulsador parachoques cubre las superficies blandas, inclinadas o muy cercanas (menos de 2 cm) que el ultrasonidos no detecta bien; añade la transición a OBSTACULO (o a un estado EMERGENCIA) cuando se pulsa. Valorar que el equipo comprenda que la redundancia reduce riesgos, pero añade piezas y consumo.
3. Diagrama con el estado BUSCAR entre SEGUIR y PERDIDO: SEGUIR → BUSCAR si (0,0); BUSCAR → SEGUIR si algún sensor ve la cinta; BUSCAR → PERDIDO si pasan 3 s sin éxito. Valorar la coherencia y las condiciones medibles.
4. Tabla de 10 ensayos antes y después. Plausible: antes 0/10 con hueco de 5 cm (siempre PERDIDO), después 8 o 9/10; con el obstáculo blando, antes 3/10 y después 10/10. Valorar la conclusión sobre los límites (huecos mayores que 10 cm, luz ambiente, giros demasiado rápidos).

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (encargo y requisitos), sesión 2 (tabla de verdad y estados; conviene hacerlo en papel antes de tocar el robot), sesión 3 (pruebas de sensores y motores), sesión 4 (montaje y programa; el equipo sin robot puede trabajar con el simulador), sesión 5 (calibración y ensayos, la más larga), sesión 6 (depuración e iteración) y sesión 7 (demostraciones de 4 minutos con métricas y ficha individual de 20 minutos).
- Preparación de equipos: grabar previamente el programa de F7 y F8 con los pines de vuestro kit, comprobar la polaridad de los portapilas, preparar pistas con 3 m de cinta negra de 19 mm (la curva con un radio mayor de 30 cm) y una caja de cartón de 30 × 30 cm. Si no hay robots, usar la simulación de F9 (variando velocidad, periodo y trazado) o un simulador de circuitos con motores y ultrasonidos.
- Seguridad: la baja tensión no entraña riesgo eléctrico para las personas, pero hay que vigilar cortocircuitos en el portapilas, atrapamientos en las ruedas y caídas de mesa. Las primeras pruebas son siempre con el robot levantado, y las demostraciones, con la pista en el suelo o en una mesa con borde y a distancia de las personas.
- Diferenciación: el Anexo 8 simplifica a un sensor y trayectoria recta; el Anexo 9 añade recuperación ante fallo y un segundo sensor. Roles rotatorios (coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación) en cada sesión.

Errores frecuentes

- Escribir requisitos como «que funcione bien» en lugar de cifras (0,25 m/s, 20 cm, 9 de 10).
- Fijar el umbral «a ojo» sin leer blanco y negro, o calibrar con una luz distinta a la de la demostración.
- Invertir el sentido de la comparación (en estos sensores el negro da lectura alta) o girar al lado contrario al corregir.
- Disparar el ultrasonidos con un periodo menor de 60 ms o no controlar el caso «sin eco» (pulseIn devuelve 0), de modo que el robot cree que no hay nada delante.
- Cambiar varias cosas a la vez tras un fallo y no saber qué ha causado la mejora; repetir el ensayo «hasta que salga» y no registrar los fallos.
- Olvidar la masa común (GND) entre la placa, los sensores y el puente en H, o alimentar los motores desde el pin de 5 V de la placa.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar más la trazabilidad (datos, tablas de ensayos, diagrama coherente con el código) que el que el robot complete todo el recorrido a la primera.
- Aceptar umbrales, PWM y trazados distintos si están justificados con medidas y cumplen los requisitos (0,25 m/s o menos, parada a 8 cm o más, 9 de 10 ensayos).
- En las respuestas abiertas (fallo más útil, protocolo de pruebas), exigir síntoma, dato, hipótesis, un solo cambio y comprobación; admitir cualquier hipótesis razonada.
- En la ficha 7, aceptar otros nombres de estados y otros protocolos si incluyen repeticiones, un criterio de éxito medible y una medida de seguridad adicional.

07

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Objetos conectados

PREGUNTA GUÍA

¿Qué cambia cuando un objeto puede enviar o recibir datos a través de una red?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** C · D · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE5, CE6, CE7	**PRODUCTO FINAL** Sistema IoT simulado o prototipo local	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 5.3, 6.1, 7.2, 1.3

Contexto, reto y producto

En el IES Sierra Norte (centro ficticio), la jefa de estudios, Marta, está preocupada por el aire de las aulas en invierno: con 28 estudiantes, las ventanas cerradas y la calefacción puesta, nadie nota cuándo hace falta ventilar hasta que llegan el dolor de cabeza y el sueño. Un medidor portátil prestado por el departamento de Física y Química marcó 455 ppm de CO2 a las 8:30 y 1 180 ppm a las 12:00 en el aula de 3.º B. Una empresa ficticia, SmartAula, ofrece un «sensor inteligente» que, además de medir el CO2, graba el sonido, cuenta a las personas con una cámara y lo envía todo a una nube de la que el instituto no sabe casi nada.

En esta situación el alumnado analiza qué cambia cuando un objeto puede enviar o recibir datos por una red y diseña un **sistema IoT mínimo** para ese problema: un **sensor** de CO2, una **red** local aislada, un **servicio** que aplica una regla y un **actuador** (un semáforo de LED). Dibuja el **flujo de datos**, calcula su tamaño en bytes, **simula** el envío y la recepción (o lo programa en local con una placa), **audita** su seguridad y su privacidad y lo **rediseña** para enviar solo los datos imprescindibles y gastar menos energía. El producto final es un sistema IoT simulado o un prototipo local, con su documentación técnica y una reflexión ética individual sobre qué datos merece la pena recoger.

Reto

Diseñar, simular (o montar en local) y auditar un sistema IoT mínimo que avise cuando un aula necesita ventilarse, enviando solo los datos imprescindibles y con seguridad y privacidad desde el diseño.

Producto final

Sistema IoT simulado o prototipo local.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE1** Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.
- **CE5** Desarrollar algoritmos y aplicaciones con pensamiento computacional para resolver problemas, automatizar procesos y controlar sistemas robóticos.
- **CE6** Comprender el funcionamiento de los dispositivos y aplicaciones del entorno digital para usarlos de forma eficiente y segura y resolver problemas técnicos sencillos.
- **CE7** Hacer un uso responsable y ético de la tecnología, valorar su impacto y contribuir a un desarrollo sostenible.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

5.3 Automatizar procesos, máquinas y objetos de manera autónoma, con conexión a internet, mediante el análisis, construcción y programación de robots y sistemas de control.

6.1 Usar de manera eficiente y segura los dispositivos digitales de uso cotidiano en la resolución de problemas sencillos, analizando los componentes y los sistemas de comunicación, conociendo los riesgos y adoptando medidas de seguridad para la protección de datos y equipos.

7.2 Identificar las aportaciones de las tecnologías emergentes al bienestar, a la igualdad social y a la disminución del impacto ambiental, haciendo un uso responsable y ético de las mismas.

1.3 Adoptar medidas preventivas para la protección de los dispositivos, los datos y la salud personal, identificando problemas y riesgos relacionados con el uso de la tecnología y analizándolos de manera ética y crítica.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
C3	Sistemas de control programado: montaje físico y uso de simuladores y programación sencilla de dispositivos. Internet de las cosas.
D2	Sistemas de comunicación digital de uso común. Transmisión de datos. Tecnologías inalámbricas para la comunicación.
D6	Seguridad en la red: amenazas y ataques. Medidas de protección de datos y de información. Bienestar digital: prácticas seguras y riesgos.
E1	Desarrollo tecnológico: creatividad, innovación, investigación, obsolescencia e impacto social y ambiental. Ética y aplicaciones de las tecnologías emergentes.

Concreción didáctica en esta situación

- Internet de las cosas: objetos cotidianos conectados, arquitectura sensor-red-servicio-actuador y comunicación publicar/suscribir (MQTT) con temas y broker.
- Comunicación digital: Wi-Fi, Bluetooth de baja energía, Zigbee, LoRaWAN y cable; direcciones IP privadas (192.168.1.x), puertos y red local aislada; tamaño de un mensaje en bytes.
- Programación sencilla de dispositivos: lectura analógica, umbrales, LED con resistencia y mensaje en formato JSON; simulación del broker y de la regla en Python.
- Seguridad y privacidad por diseño: minimización de datos (RGPD), cifrado TLS, credenciales propias, actualizaciones, tiempo de conservación y edad de consentimiento digital (14 años en España).
- Tecnología y sociedad: utilidad para la salud y el bienestar, consumo energético del sistema, obsolescencia y brecha digital, y dilemas éticos de la recogida de datos.

Objetivos didácticos

- Explicar con un esquema sensor-red-servicio-actuador qué hace cada elemento de un objeto conectado y qué datos viajan entre ellos.
- Diseñar el flujo de datos mínimo (temas, formato del mensaje y frecuencia) y calcular su tamaño en bytes y su tráfico mensual.
- Distinguir el dato necesario del dato excesivo y justificarlo con el principio de minimización de datos.
- Simular o programar en local el sistema y auditar su seguridad y su privacidad: red aislada, cifrado, credenciales, actualizaciones y conservación de datos.
- Valorar la utilidad y el impacto del sistema (salud, energía, igualdad, dependencia tecnológica) y argumentar una decisión ética.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Analizamos objetos conectados cotidianos: qué miden, qué envían, a dónde y para qué

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, análisis de cuatro objetos conectados (F1) y esquema sensor-red-servicio-actuador de un objeto del hogar.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Dibujamos el flujo de datos del sistema de ventilación: temas, direcciones y tamaño de los mensajes

Evidencia: Ficha 2: clasificación de los elementos de F2 y F3, tamaño del mensaje en bytes, tráfico diario y esquema del flujo de datos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Diseñamos el caso de uso para un aula o un hogar ficticio y decidimos qué datos son necesarios

Evidencia: Ficha 3: requisitos con cifras, clasificación de campos en necesarios y excesivos (F4) y diseño del caso de uso del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Simulamos el envío y la recepción de mensajes o programamos el semáforo en local

Evidencia: Ficha 4: tabla de estados del semáforo, código de F7 completado, cálculo de la resistencia del LED y registro de pruebas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Auditamos la privacidad y la seguridad del sistema con una lista de comprobación

Evidencia: Ficha 5: tabla de hallazgos con riesgo, medida y prioridad, relación medida-riesgo y lista de auditoría aplicada al sistema del equipo (F9).

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Rediseñamos el sistema para minimizar datos y energía y comprobamos la mejora

Evidencia: Ficha 6: tabla de periodos de envío (mensajes, MB al mes, autonomía), envío solo al cambiar y decisión justificada con requisitos (F6).

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentamos el sistema con su documentación técnica y resolvemos un dilema ético individual

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: sistema mínimo para el semáforo del ruido del comedor, mensaje en bytes y decisión argumentada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
5.3	Sistema IoT simulado o prototipo local que lee un sensor, aplica una regla de decisión y acciona un actuador, con el flujo de mensajes comprobado con varias lecturas.	Fichas 4 y 6 y simulación / observación y rúbrica
6.1	Análisis de los componentes y de la comunicación (red local, Wi-Fi, broker, temas, direcciones IP privadas) y medidas de seguridad aplicadas en la auditoría: red aislada, cifrado, credenciales y actualizaciones.	Fichas 2 y 5 / lista de cotejo
7.2	Valoración razonada del impacto del sistema en el bienestar, la energía y la igualdad, y decisión ética individual sobre qué datos recoger y cuáles no.	Ficha 7 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
1.3	Identificación de riesgos de privacidad y de seguridad en objetos conectados cotidianos y en el propio diseño (datos excesivos, credenciales de fábrica, falta de cifrado), con medidas preventivas justificadas.	Fichas 1, 3 y 5 / lista de cotejo

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Define la necesidad con datos (CO2 de 455 a 1 180 ppm), plantea requisitos con cifras (aviso en menos de 2 min, tráfico de 2 MB al mes o menos), compara alternativas de datos o de frecuencia y decide con cálculos.	Define la necesidad y los requisitos principales y elige el diseño con alguna justificación numérica.	El caso de uso es vago o la elección de datos y de frecuencia no se apoya en requisitos.	No relaciona el sistema con una necesidad definida.
Funcionamiento / evidencia	La simulación o el prototipo funciona con varias lecturas, incluidos los valores límite (698, 700, 1 000 ppm), y se prueba qué ocurre si falla el sensor; los resultados se registran en una tabla.	Funciona con lecturas normales y registra algunas pruebas.	Funciona a medias o las pruebas no incluyen los valores límite.	No funciona o no hay pruebas.
Documentación técnica	Esquema sensor-red-servicio-actuador con protocolos, temas, direcciones IP privadas y puertos; mensaje con su tamaño en bytes; tabla de datos necesarios y excesivos; otro equipo podría reproducirlo.	Documentación suficiente con algún dato (tema, puerto o tamaño) sin indicar.	Faltan el flujo de datos o los cálculos; el esquema y el programa no coinciden.	Documentación insuficiente para comprender el sistema.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Aplica privacidad por diseño (datos mínimos, red aislada, cifrado, credenciales propias, conservación limitada), audita solo su sistema, cuantifica el consumo y justifica su decisión ética con ventajas, riesgos y alternativas.	Cumple las normas de privacidad y propone medidas de seguridad principales.	Recoge algún dato innecesario o no justifica las medidas de seguridad.	Usa datos reales o excesivos, o ignora los riesgos.
Iteración y cooperación	Usa la auditoría y las pruebas para rediseñar (periodo de envío, datos o umbrales), compara antes y después con cifras y distribuye bien los roles.	Hace un rediseño a partir de la auditoría y coopera adecuadamente.	El rediseño es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el sistema o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Simulación (todos los equipos): ordenador con Python 3 y un editor sencillo para ejecutar el simulador del dossier (F7); opcionalmente, un simulador de circuitos para el semáforo de LED.
- Prototipo local por equipo (opcional): 1 placa tipo Arduino UNO con cable USB, 1 potenciómetro de 10 kΩ, 3 LED (verde, ámbar y rojo), 3 resistencias de 220 Ω, protoboard pequeña y cables. Alimentación solo por USB (5 V).
- Demostración docente opcional: un router de prácticas sin conexión a internet y un miniordenador con un broker MQTT, solo con direcciones 192.168.1.x, una red de nombre ficticio y datos ficticios.
- Plantillas de los Anexos 3 y 4, papel para esquemas y rotuladores de dos colores para marcar el flujo de los datos.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Datos completamente ficticios (aula «3B», sin nombres, voces ni fotos del alumnado). Ningún dispositivo se expone a internet: red aislada o simulación, sin credenciales reales (las contraseñas de ejemplo no se reutilizan en ningún servicio). El montaje es de 5 V por USB, con cada LED con su resistencia de 220 Ω y sin manipular la red de 230 V ni cargadores abiertos. La auditoría se hace solo sobre el sistema del propio equipo, nunca sobre redes o equipos ajenos, y no se usan herramientas de escaneo ni de ataque.

Interdisciplinariedad: Digitalización (redes, protocolos y seguridad de la información) y Valores Cívicos y Éticos (privacidad, consentimiento y uso responsable de los datos).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Caso de uso y componentes ya definidos.

Ampliación

Anexo 9

Comparar arquitectura local vs nube y discutir ventajas/riesgos.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

A las 8:30, el aire de 3.º B está bien: 455 ppm de CO2. A las 12:00, con 28 personas y las ventanas cerradas, ya van 1 180 ppm. ¿Y si un objeto conectado avisara con un semáforo? Una empresa ofrece un sensor «inteligente» que además graba el sonido, cuenta personas con una cámara y lo sube todo a una nube. ¿Hace falta tanto para saber cuándo abrir una ventana? Durante siete sesiones seréis el equipo técnico del instituto: dibujaréis el viaje de cada dato, lo simularéis, auditaréis su seguridad y su privacidad y decidiréis qué datos merece la pena recoger y cuáles no.

> *¿Qué cambia cuando un objeto puede enviar o recibir datos a través de una red?*

Vuestro reto

Diseñar, simular (o montar en local) y auditar un sistema IoT mínimo que avise cuando un aula necesita ventilarse, enviando solo los datos imprescindibles y con seguridad y privacidad desde el diseño.

Lo que vais a producir

Sistema IoT simulado o prototipo local.

Seguridad. Datos completamente ficticios (aula «3B», sin nombres, voces ni fotos del alumnado).

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos objetos conectados de la vida diaria y qué datos envían.
2. Dibujamos el flujo de datos del semáforo de ventilación y medimos el tamaño de los mensajes.
3. Diseñamos el caso de uso y decidimos qué datos son necesarios y cuáles sobran.
4. Simulamos el envío y la recepción de mensajes o programamos el semáforo en local.
5. Auditamos la seguridad y la privacidad con una lista de comprobación.
6. Rediseñamos para enviar menos datos y gastar menos energía.
7. Presentamos el sistema y resolvemos, cada uno, un dilema ético.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Explicar con un esquema sensor-red-servicio-actuador qué hace cada elemento de un objeto conectado y qué datos viajan entre ellos.
- ✓ Diseñar el flujo de datos mínimo (temas, formato del mensaje y frecuencia) y calcular su tamaño en bytes y su tráfico mensual.
- ✓ Distinguir el dato necesario del dato excesivo y justificarlo con el principio de minimización de datos.
- ✓ Simular o programar en local el sistema y auditar su seguridad y su privacidad: red aislada, cifrado, credenciales, actualizaciones y conservación de datos.
- ✓ Valorar la utilidad y el impacto del sistema (salud, energía, igualdad, dependencia tecnológica) y argumentar una decisión ética.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

Todo lo necesario para diseñar y auditar el sistema: el caso del aula 3.º B con el dilema de los datos, la arquitectura sensor-red-servicio-actuador, la red local aislada con sus direcciones, la tabla de datos necesarios y excesivos, la comparación de tecnologías de comunicación, un ejemplo resuelto de tráfico y energía, un simulador en Python, un prototipo local con Arduino, el protocolo de auditoría y un glosario.

F1 El aire de 3.º B y la oferta de SmartAula

ESTUDIO DE CASO

Marta, jefa de estudios del IES Sierra Norte, resume la situación en la reunión de coordinación: «Medimos el CO2 con un aparato portátil y vimos 455 ppm a las 8:30 y 1 180 ppm a las 12:00 en 3.º B. Las guías de ventilación para aulas recomiendan mantenerlo por debajo de unas 700 ppm. El problema es que nadie lo mira. Necesitamos algo que avise».

Esa misma semana, la empresa ficticia SmartAula presenta su oferta: un «sensor inteligente» que mide CO2, temperatura y humedad, **graba el sonido** del aula para «detectar el ambiente», **cuenta a las personas con una cámara** y envía todo a una nube de la que el instituto no sabe dónde están los servidores ni cuánto tiempo guardan los datos.

El profesor de Tecnología propone otra cosa: «Antes de comprar, diseñemos nosotros el sistema mínimo y veamos qué datos hacen falta de verdad». Los datos con los que trabajará el grupo son los siguientes:

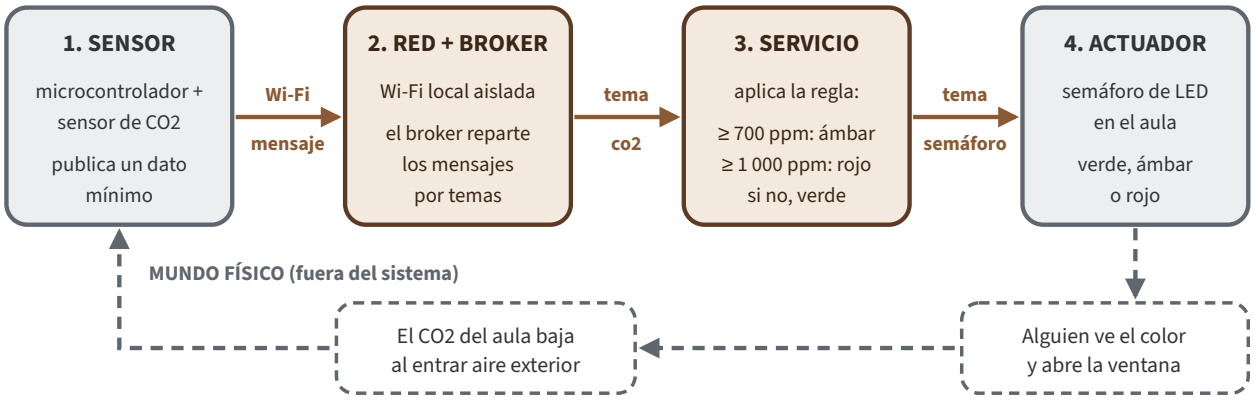
- **Necesidad:** avisar cuando el CO2 supere 700 ppm (ámbar) y 1 000 ppm (rojo).
- **Requisitos de partida:** avisar en menos de 2 minutos; usar menos de 2 MB de datos al mes; no guardar nada que identifique a una persona; funcionar sin salir a internet.
- **Contexto:** según IoT Analytics, a finales de 2025 había en el mundo unos 21,1 mil millones de dispositivos IoT conectados, un 14 % más que el año anterior: casi tres por cada habitante del planeta.

Fuente: Caso didáctico ficticio (centro, empresa y mediciones creados para este cuaderno). Recomendación de CO2: guías de ventilación de aulas del CSIC (proyecto Mesura) y de la Universidad de Zaragoza (LIFTEC), que aconsejan mantener el CO2 por debajo de unas 700 ppm; el aire exterior ronda las 420 ppm (consultadas en 2026). Dato de IoT: IoT Analytics, «State of IoT 2025», 21,1 mil millones de dispositivos conectados a finales de 2025 (+14 %); población mundial aproximada de 8 200 millones.

¿Qué datos de la oferta de SmartAula no hacen falta para saber cuándo ventilar? ¿Qué riesgo tendría que el sonido y las imágenes del aula salieran del centro?

F2 Arquitectura del sistema: sensor, red, servicio y actuador

ESQUEMA



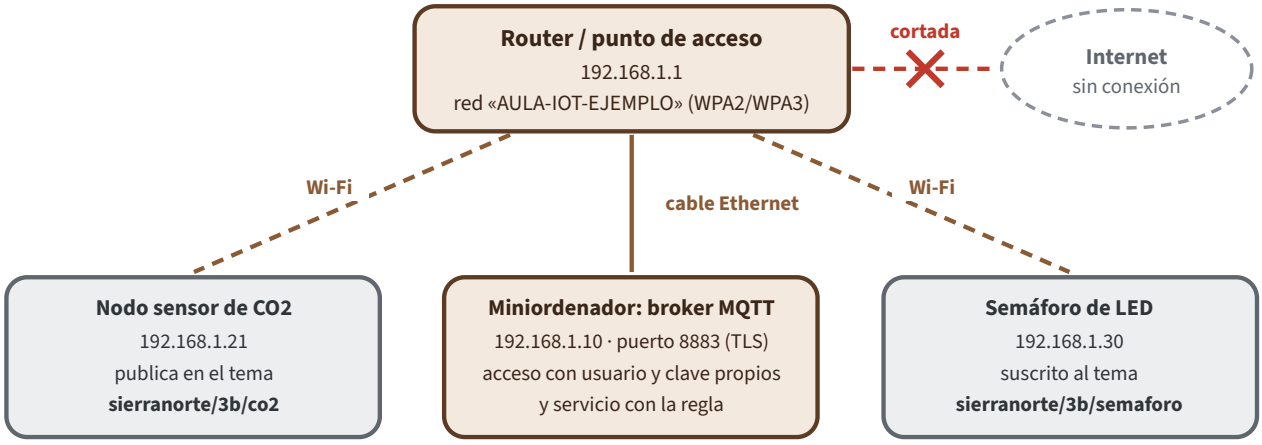
El sistema solo avisa: la decisión de ventilar la toman las personas.

Un objeto conectado no es solo «un aparato con wifi»: es una cadena de cuatro elementos. El sensor **mide**, la red **transporta**, el servicio **decide** y el actuador **actúa**. Lo que cambia respecto a un objeto sin conexión es que cada paso puede estar en un lugar distinto y que los datos pueden viajar y almacenarse fuera de tu control.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F3 Red local aislada del aula: direcciones, puertos y temas

ESQUEMA



① El nodo publica la lectura en el tema co2 (puerto 8883, cifrado con TLS).
② El broker la entrega al servicio, que decide el color según la regla.
③ El servicio publica el color en el tema semáforo y el semáforo lo recibe.

Las direcciones **192.168.x.x** son **privadas**: no se pueden alcanzar desde internet. El **puerto** indica a qué servicio del equipo se llama: en MQTT, el 1883 es sin cifrar y el **8883** va cifrado con TLS. Los **temas** (`sierranorte/3b/co2`) son como buzones: quien publica deja el mensaje en uno y quien se ha suscrito lo recibe. El estándar MQTT está normalizado por OASIS (ISO/IEC 20922).

Fuente: Esquema de elaboración propia. Direcciones privadas de ejemplo (192.168.1.x) y nombre de red ficticio; la red de la demostración no tiene salida a internet.

F4 Datos necesarios y datos excesivos

DATOS

Dato que podría enviar el sensor	¿Para qué serviría?	¿Es necesario para avisar de que hay que ventilar?	Riesgo para las personas	Decisión
Concentración de CO2 (ppm)	Medir la calidad del aire	Sí	Bajo: no identifica a nadie	Enviar
Identificador del aula («3B»)	Saber de dónde viene el dato	Sí	Bajo	Enviar
Hora de cada lectura	Ordenar los datos	No hace falta que la envíe el nodo: la puede añadir el servicio	Bajo	Que la añada el servicio
Temperatura	Confort del aula	No (útil, pero otra función)	Bajo	No enviar, salvo que haya otro requisito
Nivel de ruido (dB)	Detectar «ambiente»	No	Medio: puede usarse para vigilar el comportamiento	No recoger
Audio del aula	Detectar «ambiente»	No	Alto: la voz es un dato personal, también de menores	No recoger
Imagen de una cámara para contar personas	Estimar la ocupación	No	Alto: las imágenes de menores son datos personales	No recoger
Direcciones MAC de los móviles cercanos	Contar dispositivos	No	Alto: permite seguir a una persona	No recoger

Regla práctica: para cada campo, pregúntate «si no lo enviara, ¿dejaría de funcionar la función del sistema?». Si la respuesta es no, es un dato **excesivo**. En España, cuando el tratamiento de datos de una persona menor de catorce años se basa en el consentimiento, debe constar el de quien ejerza la patria potestad o tutela (Ley Orgánica 3/2018, art. 7), por lo que recoger datos de este tipo en un aula exige aún más cautela.

Fuente: Tabla de elaboración propia con ejemplos didácticos. El principio de minimización de datos figura en el RGPD (Reglamento (UE) 2016/679), artículo 5.1.c: los datos deben ser «adecuados, pertinentes y limitados a lo necesario».

F5 Tecnologías de comunicación para objetos conectados

DATOS

Tecnología	Alcance típico	Velocidad típica	Consumo	Uso habitual
Wi-Fi (2,4 GHz)	20 a 50 m en interior	De decenas a cientos de Mbit/s	Medio-alto	Objetos con alimentación continua: sensores de aula, cámaras, altavoces
Bluetooth de baja energía	10 a 30 m	Hasta 1 o 2 Mbit/s	Muy bajo	Pulseras, balizas y auriculares, a través del móvil
Zigbee	10 a 30 m (en malla)	250 kbit/s	Bajo	Domótica con una pasarela: bombillas, sensores de puerta
LoRaWAN	De 2 a 15 km al aire libre	De 0,3 a 50 kbit/s	Muy bajo	Sensores agrícolas y urbanos con pilas durante años
Ethernet (cable)	100 m por tramo	De 100 Mbit/s a 1 Gbit/s	No aplica (alimenta el equipo)	Servidores y puntos fijos que necesitan fiabilidad

Cómo elegir: si el objeto tiene corriente continua y está dentro del edificio, Wi-Fi o cable; si funciona con pila durante meses y envía pocos datos, Bluetooth de baja energía, Zigbee o LoRaWAN. Cuanto más alcance, normalmente menos velocidad. Para nuestro sensor de CO2, un mensaje de unas decenas de bytes por minuto cabe con holgura en cualquiera de ellas.

Fuente: Valores típicos y orientativos de las especificaciones habituales (IEEE 802.11, Bluetooth LE, IEEE 802.15.4 / Zigbee, LoRaWAN, Ethernet); varían según el modelo y el entorno.

¿Por qué un sensor agrícola con pila no usaría Wi-Fi? ¿Qué tecnología elegirías para el semáforo del aula y por qué?

F6 Ejemplo resuelto: tamaño de los mensajes, tráfico y energía

DATOS

Periodo de envío	Mensajes al día	Bytes al día (45 B por mensaje)	MB al mes	Corriente media (mA)	Autonomía con 2 000 mAh (h)
10 s	8 640	388 800	11,7	39,2	51
1 min	1 440	64 800	1,9	27,4	73
5 min	288	12 960	0,4	25,5	79

Paso 1. Mensaje. `{"aula":"3B","ppm":812}` tiene 23 caracteres (23 bytes en ASCII).

Paso 2. Paquete MQTT (sin contar las cabeceras de TCP/IP): cabecera fija (2 B) + longitud del tema (2 B) + tema `sierranorte/3b/co2` (18 B) + mensaje (23 B) = **45 B**.

Paso 3. Tráfico. Un mensaje por minuto son 24 · 60 = 1 440 mensajes al día; 1 440 · 45 B = 64 800 B ≈ 65 kB al día; 30 días: 1,94 MB al mes. Con un mensaje «excesivo» de 77 B (con ruido, personas y MAC) el paquete sería de 99 B y el tráfico, 4,28 MB al mes: **2,2 veces más**.

Paso 4. Corriente media. Si el nodo gasta 25 mA en reposo y 120 mA durante 1,5 s en cada envío: I = (25 · (P − 1,5) + 120 · 1,5) / P. Con P = 60 s: I = (25 · 58,5 + 180) / 60 = 27,4 mA.

Paso 5. Energía. A 5 V, 27,4 mA son 0,137 W; en un año, 0,137 W · 8 760 h = 1,2 kWh, unos 0,32 € al precio de 0,27 €/kWh. **El ahorro de dinero es pequeño**: lo que más gana el rediseño es **privacidad y tráfico**, y en los nodos con pila, **autonomía**.

Fuente: Cálculos de elaboración propia. Los consumos del nodo (25 mA en reposo y 120 mA durante 1,5 s por cada envío) son valores ilustrativos de un nodo de aula alimentado a 5 V; el precio de 0,27 €/kWh es el promedio de hogares en España del primer semestre de 2026 (Eurostat, según Selectra, octubre de 2026).

F7 Simulador en Python: sensor, broker local, servicio y semáforo

CÓDIGO

PYTHON

```python
# Sistema IoT simulado: sensor → broker local → servicio → semáforo (datos ficticios)
import json

class Broker:
    """Broker mínimo: reparte cada mensaje a quien se ha suscrito a su tema."""
    def __init__(self):
        self.suscriptores = {}
        self.registro = []                      # lo que «ve» el broker
    def suscribir(self, tema, funcion):
        self.suscriptores.setdefault(tema, []).append(funcion)
    def publicar(self, tema, mensaje):
        self.registro.append((tema, mensaje))
        for funcion in self.suscriptores.get(tema, []):
            funcion(mensaje)

UMBRAL_AVISO = 700      # ppm
UMBRAL_ALERTA = 1000    # ppm
broker = Broker()

def servicio(mensaje):                          # regla: decide el estado del semáforo
    ppm = json.loads(mensaje)["ppm"]
    if ppm ⩾ UMBRAL_ALERTA:
        estado = "rojo"
    elif ppm ⩾ UMBRAL_AVISO:
        estado = "ambar"
    else:
        estado = "verde"
    broker.publicar("sierranorte/3b/semaforo", json.dumps({"estado": estado}))

def semaforo(mensaje):                          # actuador simulado
    print("   semáforo:", json.loads(mensaje)["estado"].upper())

broker.suscribir("sierranorte/3b/co2", servicio)
broker.suscribir("sierranorte/3b/semaforo", semaforo)

# Sensor simulado: sube la ocupación del aula y, al final, se abre la ventana
lecturas = [455, 610, 698, 740, 905, 1030, 1180, 830, 560]
for minuto, ppm in enumerate(lecturas):
    mensaje = json.dumps({"aula": "3B", "ppm": ppm}, separators=(",", ":"))
    print(f"min {minuto}: publica {mensaje}")
    broker.publicar("sierranorte/3b/co2", mensaje)

print(len(broker.registro), "mensajes;", sum(len(m) for _, m in broker.registro), "bytes de contenido")
print("Datos que conoce el broker:", sorted({k for _, m in broker.registro for k in json.loads(m)}))
```

Resultado al ejecutarlo: el semáforo pasa de VERDE (455, 610 y 698 ppm) a AMBAR (740 y 905 ppm), a ROJO (1 030 y 1 180 ppm) y vuelve a AMBAR (830 ppm) y VERDE (560 ppm). Se publican 18 mensajes (9 de CO2 y 9 de semáforo) con 378 bytes de contenido, y el broker solo conoce tres campos: `aula`, `estado` y `ppm`.

Para razonar: el servicio no sabe nada de personas, voces ni horarios; solo recibe una cifra y devuelve un color. Cambiar un umbral o añadir un estado no obliga a tocar el sensor.

Fuente: Código de elaboración propia, ejecutado con Python 3. Todo ocurre en la memoria del ordenador: no usa la red, ni cuentas, ni datos reales.

F8 Prototipo local con Arduino: semáforo con CO2 simulado

CÓDIGO

ARDUINO (C++)

```
// Prototipo local: semáforo de ventilación con CO2 simulado (potenciómetro en A0).
// Los datos NO salen de la placa: solo se escribe por USB el mensaje que se enviaría a la red.
const int PIN_POT = A0;          // potenciómetro de 10 kΩ: simula el sensor de CO2
const int LED_VERDE = 5;         // cada LED con una resistencia de 220 Ω
const int LED_AMBAR = 6;
const int LED_ROJO = 7;
const int UMBRAL_AVISO = 700;    // ppm: ámbar
const int UMBRAL_ALERTA = 1000;  // ppm: rojo
const unsigned long PERIODO = 2000;   // ms (en el aula real sería 60 000 ms)

int leerPpm() {
  int lectura = analogRead(PIN_POT);           // 0 a 1023
  return map(lectura, 0, 1023, 400, 2000);     // 400 ppm (aire exterior) a 2000 ppm
}

void mostrar(int ppm) {
  digitalWrite(LED_VERDE, ppm < UMBRAL_AVISO);
  digitalWrite(LED_AMBAR, ppm ⩾ UMBRAL_AVISO && ppm < UMBRAL_ALERTA);
  digitalWrite(LED_ROJO, ppm ⩾ UMBRAL_ALERTA);
}

void setup() {
  pinMode(LED_VERDE, OUTPUT);
  pinMode(LED_AMBAR, OUTPUT);
  pinMode(LED_ROJO, OUTPUT);
  Serial.begin(9600);
}

void loop() {
  int ppm = leerPpm();
  mostrar(ppm);
  // Mensaje mínimo: solo el aula y el valor. Sin hora, sin nombres, sin otros datos.
  Serial.print("{\"aula\":\"3B\",\"ppm\":");
  Serial.print(ppm);
  Serial.println("}");
  delay(PERIODO);
}
```

La función `map` convierte la lectura (0 a 1023) en ppm: ppm = 400 + lectura · 1 600 / 1 023. La resistencia de cada LED limita la corriente: con 5 V, un LED de 2,0 V y 15 mA de objetivo, R = (5 − 2,0) / 0,015 = 200 Ω; el valor normalizado E12 más cercano por encima es 220 Ω, que da unos 13,6 mA.

Fuente: Código de elaboración propia, con sintaxis comprobada. Prototipo de 5 V por USB; los datos no salen de la placa. Esquema de montaje: potenciómetro de 10 kΩ entre 5 V y GND con el cursor en A0; cada LED con su ánodo a un pin (5, 6, 7) a través de una resistencia de 220 Ω y su cátodo a GND.

F9 Protocolo de auditoría defensiva de privacidad y seguridad

PROTOCOLO

Material y herramientas: esquema del sistema (F2 y F3), tabla de datos (F4), simulador (F7) o prototipo local (F8), hoja de hallazgos (Ficha 5).

Equipo de protección y riesgos: no hay riesgo eléctrico (USB de 5 V). El riesgo es de privacidad: no uses datos reales, voces, fotos, nombres ni contraseñas reales. **Prohibido** escanear, probar claves o acceder a redes, equipos o cuentas que no sean del propio sistema simulado del equipo.

Procedimiento:

1. **Mapa de datos.** Lista cada mensaje: tema, campos, frecuencia y quién lo recibe.
2. **Minimización.** Para cada campo, aplica la regla de F4. Marca los excesivos y propón quitarlos.
3. **Transporte.** ¿El mensaje viajaría por el puerto 8883 (cifrado con TLS) o por el 1883 (sin cifrar)? En una red compartida, un mensaje sin cifrar podría leerse.
4. **Acceso.** ¿El broker exige usuario y contraseña propios? ¿Se han cambiado los de fábrica? Escribe siempre contraseñas de ejemplo («clave-de-ejemplo») y nunca una real.
5. **Red.** ¿Está aislada de internet? ¿Hay dispositivos que no deberían estar? ¿El router tiene la contraseña por defecto?
6. **Actualizaciones.** ¿Quién actualiza el firmware del nodo y con qué frecuencia? Un dispositivo sin actualizar acumula fallos conocidos.
7. **Conservación.** ¿Cuánto tiempo se guardan los datos y quién puede verlos? Propuesta: agregarlos por hora y borrarlos a los 30 días.
8. **Prueba de fallo.** Desconecta el sensor en la simulación (deja de publicar) y comprueba qué hace el semáforo. Un sistema fiable debería indicar «sin datos» y no quedarse en verde.
9. **Informe.** Registra cada hallazgo con riesgo, medida y prioridad (alta, media o baja).

Cierre y privacidad: cierra los programas, borra los archivos de prueba y no guardes capturas con datos que no sean ficticios.

Resultado esperable: una lista priorizada de hallazgos con medidas concretas (por ejemplo, quitar campos, usar TLS, credenciales propias, conservación de 30 días y estado «sin datos»).

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Solo se audita el sistema simulado del propio equipo. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F10 Glosario de objetos conectados

GLOSARIO

Internet de las cosas (IoT)	Conjunto de objetos con sensores o actuadores que envían o reciben datos a través de una red.
Sensor	Elemento que mide una magnitud (CO2, temperatura, luz) y la convierte en una señal eléctrica.
Actuador	Elemento que realiza una acción física ordenada por el sistema: encender un LED, abrir una válvula, mover un motor.
Broker	Programa que recibe los mensajes y los reparte a los dispositivos suscritos al tema correspondiente.
MQTT	Protocolo ligero de publicación y suscripción, muy usado en IoT; usa los puertos 1883 (sin cifrar) y 8883 (con TLS).
Tema (topic)	Nombre del «buzón» de un mensaje, escrito por niveles, como sierranorte/3b/co2.
Dirección IP privada	Dirección de una red local (como 192.168.1.21) que no es accesible directamente desde internet.
Puerto	Número que identifica el servicio al que se envía un mensaje dentro de un equipo.
Cifrado TLS	Técnica que codifica los mensajes para que solo puedan leerlos el emisor y el receptor.
Minimización de datos	Principio del RGPD: recoger solo los datos necesarios para la finalidad del sistema.
Privacidad por diseño	Incorporar la protección de datos desde el diseño del sistema, no como un añadido posterior.
Latencia	Tiempo que pasa desde que se produce un dato hasta que llega a su destino o provoca una acción.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

FICHA 1 Objetos conectados cotidianos

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usa el caso de 3.º B (F1) y el esquema de F2.

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

Un objeto del Internet de las cosas es…

◯ un ordenador con una pantalla muy grande ◯ un objeto con sensores o actuadores que envía o recibe datos por una red

◯ cualquier aparato que se enchufa a la corriente

En un sistema de publicar y suscribir (como MQTT), el broker…

◯ guarda las contraseñas de todas las personas ◯ reparte los mensajes a quienes se han suscrito a su tema

◯ mide el CO2 del aula

Un dato «excesivo» es el que…

◯ se envía cifrado ◯ ocupa mucho espacio ◯ no es necesario para la función del sistema

Una dirección como 192.168.1.21 es…

◯ una dirección IP pública visible desde cualquier país ◯ un número de teléfono

◯ una dirección IP privada de una red local

2 **Analiza cuatro objetos conectados de uso diario. Escribe qué miden o captan, qué responde o acciona y qué datos salen de casa.**

Objeto	¿Qué mide o capta?	¿Qué responde o acciona?	¿Qué datos salen de casa?	¿Son todos necesarios?
Pulsera de actividad				
Timbre con cámara				
Termostato conectado				
Altavoz con asistente de voz				

3 **Según F1, había unos 21,1 mil millones de dispositivos IoT a finales de 2025 y la población mundial es de unos 8 200 millones. Calcula cuántos dispositivos hay por habitante (con un decimal). ¿Qué cambia cuando un objeto puede enviar datos por una red? Escribe una ventaja y un riesgo.**

4 **Elige un objeto conectado de tu casa o de tu centro y dibuja su esquema sensor-red-servicio-actuador con las palabras que faltan en F2.**

FICHA 2 Dibujamos el flujo de datos

SESIÓN 2

Usa la arquitectura (F2), la red local (F3) y el ejemplo resuelto de tamaño de mensajes (F6).

1 **Clasifica cada elemento del sistema de ventilación como sensor, red, servicio, actuador o «fuera del sistema», y escribe qué recibe y qué entrega.**

Elemento	Etapa	Qué recibe y qué entrega
Sensor de CO2 con microcontrolador		
Router Wi-Fi 192.168.1.1		
Broker MQTT 192.168.1.10		
Regla «si ppm ≥ 700, ámbar»		
LED del semáforo		
Persona que abre la ventana		

2 **Calcula el tamaño del mensaje `{"aula":"3B","ppm":1180}` (en bytes) y el del paquete MQTT con el tema `sierranorte/3b/co2` (18 caracteres): cabecera fija 2 B + longitud del tema 2 B + tema + mensaje.**

3 **Con un paquete de 45 B y un envío por minuto, calcula los mensajes al día, los bytes al día y los MB al mes (30 días). ¿Cumple el requisito de usar menos de 2 MB al mes?**

4 **Dibuja el flujo de datos: nodo, router, broker, servicio y semáforo, con las IP, el puerto, los temas y el sentido de cada flecha. Marca en rojo lo que no debe salir de la red local.**

FICHA 3

Caso de uso: datos necesarios y excesivos

SESIÓN 3

Usa la tabla de datos (F4) y el caso de 3.º B (F1). Después, diseñad el caso de uso de vuestro equipo; si preferís otro (por ejemplo, la humedad del suelo de un huerto escolar), mantened la regla de datos mínimos.

1 **Escribe los requisitos del sistema de ventilación con cifras y la forma de comprobarlos.**

Requisito	Cifra	¿Cómo se comprueba?
Avisar en ámbar		
Avisar en rojo		
Tiempo máximo de aviso		
Tráfico máximo		

2 **El nodo envía este mensaje:** `{"aula":"3B","ppm":812,"ruido_db":58,"personas":27,"mac":"AA:BB:CC:11:22:33"}`**. Clasifica cada campo como necesario o excesivo y justifícalo con F4.**

Campo	¿Necesario o excesivo?	Justificación
aula		
ppm		
ruido_db		
personas		
mac		

3 **El mensaje anterior ocupa 77 B y el mínimo, 23 B. Calcula el tamaño del paquete en cada caso (tema de 18 caracteres) y el tráfico en MB al mes con un envío por minuto. ¿Cuántas veces mayor es el tráfico excesivo?**

4 **Diseña el caso de uso de tu equipo.**

Apartado	Decisión del equipo
Usuarios y necesidad	
Datos mínimos que envía el sensor	
Regla del servicio	
Actuador	
Frecuencia de envío y justificación	

FICHA 4 Simulamos o programamos el sistema

SESIÓN 4

Ejecuta el simulador (F7) o monta el prototipo local (F8). Si no puedes ejecutarlo, léelo con atención: es parte de la tarea.

1 **Según la regla del servicio (UMBRAL_AVISO = 700, UMBRAL_ALERTA = 1000), escribe el color del semáforo para cada lectura.**

Lectura (ppm)	Color del semáforo	¿Por qué?
698		
700		
740		
1 000		
1 030		
560		

2 **Completa los huecos de la función del servicio para que coincida con F7.**

PYTHON

```python
def servicio(mensaje):
    ppm = json.loads(mensaje)["___"]
    if ppm ⩾ UMBRAL_ALERTA:
        estado = "___"
    elif ppm ⩾ ___:
        estado = "ambar"
    else:
        estado = "verde"
```

3 Cada LED se alimenta a 5 V, cae 2,0 V y debe llevar unos 15 mA. Calcula R, elige el valor normalizado E12 más cercano por encima (180 Ω, 220 Ω o 270 Ω) y calcula la corriente real. ¿Qué pasaría si se montara sin resistencia?

4 Con la función `map(lectura, 0, 1023, 400, 2000)` de F8, ppm = 400 + lectura · 1 600 / 1 023. ¿Qué lectura analógica corresponde a 700 ppm y a 1 000 ppm (enteros más próximos)? ¿Qué ppm da una lectura de 500?

5 Registro de pruebas (simulación o prototipo).

Lectura (ppm)	Color esperado	Color obtenido	¿Coincide? (sí/no)
698			
740			
1 030			
560			

FICHA 5 Auditoría de privacidad y seguridad

SESIÓN 5

Aplica el protocolo de F9 sobre el sistema simulado de tu equipo. Solo se audita vuestro propio sistema y con datos ficticios: nada de probar claves ni mirar redes ajenas.

1 **Un sistema de ejemplo (ficticio) tiene estas características. Para cada una, escribe el riesgo, la medida correctora y la prioridad (alta, media o baja).**

Hallazgo	Riesgo	Medida correctora	Prioridad
El broker usa el puerto 1883 (sin cifrar) en una red compartida			
Usuario y contraseña de fábrica sin cambiar			
El firmware del nodo no se actualiza desde hace tres años			
Cada mensaje incluye la dirección MAC de los móviles cercanos			
Los datos se guardan sin fecha de borrado en una nube desconocida			
Si el sensor falla, el semáforo se queda en verde			

2 **Relaciona cada medida con el riesgo que reduce.**

1	Cifrado TLS (puerto 8883)	a	Acumular datos que ya no hacen falta
2	Cambiar la contraseña de fábrica	b	Fallos de seguridad ya descubiertos
3	Actualizar el firmware	c	Acceso con una clave conocida por todos
4	Red aislada sin salida a internet	d	Alguien en la misma red lee los mensajes
5	Borrar los datos a los 30 días	e	Acceso desde fuera de la red del aula

3 **Aplica la lista de comprobación a vuestro sistema (marcad lo que cumple).**

- ☐ Cada campo del mensaje es necesario para la función.
- ☐ El mensaje no lleva nombres, voces, imágenes ni identificadores de personas.
- ☐ El transporte previsto es cifrado (puerto 8883).
- ☐ El acceso al broker usa credenciales propias, no las de fábrica.
- ☐ La red está aislada de internet y solo tiene los dispositivos previstos.
- ☐ Hay un plan de actualizaciones y un tiempo máximo de conservación de datos.
- ☐ El semáforo avisa de «sin datos» si el sensor deja de enviar.

4 **¿Por qué solo se audita el sistema propio y con datos ficticios? ¿Qué problema habría en probar el sistema de otra persona sin permiso?**

FICHA 6 Rediseño: menos datos y menos energía

SESIÓN 6

Usa el ejemplo resuelto de F6 (paquete de 45 B; corriente media I = (25 · (P − 1,5) + 120 · 1,5) / P, con P en segundos). Requisitos: avisar en menos de 2 minutos y usar 2 MB al mes o menos.

1 **Completa la tabla con otros dos periodos de envío (30 s y 120 s). Mensajes al día = 86 400 / P; MB al mes = mensajes · 45 B · 30 / 1 000 000; autonomía = 2 000 mAh / I.**

Periodo	Mensajes al día	MB al mes	Corriente media (mA)	Autonomía con 2 000 mAh (h)
30 s				
120 s				

2 **Envío solo al cambiar. El nodo lee cada minuto, pero solo envía si el valor se aleja 50 ppm o más del último valor enviado (la primera lectura siempre se envía). Lecturas de 12 minutos: 452, 455, 451, 458, 460, 455, 462, 610, 780, 790, 785, 520. ¿Cuántos mensajes se envían? ¿Qué problema tendría si el CO2 se mantiene estable durante horas?**

3 **Con un paquete excesivo de 99 B y un envío cada 120 s, ¿cuántos MB al mes se gastan? ¿Cumple el requisito de 2 MB?**

4 **Elige la combinación de periodo y de mensaje que cumple los dos requisitos con el menor riesgo para la privacidad y justifica la decisión con los números.**

5 **Propón una mejora para que el semáforo avise de «sin datos» si pasan 5 minutos sin recibir lecturas, y explica qué fallo del sistema detectaría.**

FICHA 7 Evidencia individual: el semáforo del ruido del comedor

SESIÓN 7

Trabajo individual. El comedor del IES Sierra Norte (centro ficticio) quiere un «semáforo del ruido» que se ponga rojo por encima de 75 dB. Una empresa ofrece micrófonos que envían el audio a una nube para analizarlo con IA e «identificar quién grita». Alternativa: un sensor que solo mide el nivel de ruido en dB y envía `{"sala":"comedor","db":68}` al tema `sierranorte/comedor/ruido`.

1 **Dibuja el sistema mínimo (sensor, red, servicio, actuador) y escribe qué dato envía y qué decide el servicio.**

2 **Calcula el tamaño del mensaje en bytes (26 caracteres) y el del paquete (cabecera 2 B + longitud del tema 2 B + tema de 25 caracteres + mensaje), y los bytes por hora si envía un mensaje cada 10 s.**

3 **Clasifica estos datos como necesarios o excesivos para esta función: nivel de ruido en dB, grabación del audio, identidad de quien habla, identificador de la sala, hora de cada lectura.**

Dato	Necesario o excesivo	Justificación
Nivel de ruido en dB		
Grabación del audio		
Identidad de quien habla		
Identificador de la sala		
Hora de cada lectura		

4 **Dilema ético. ¿Aceptarías la oferta de la empresa o la alternativa del sensor de dB? Argumenta en 6 a 8 líneas con una ventaja, un riesgo y una alternativa, e incluye la edad a partir de la cual los menores pueden dar su consentimiento para el tratamiento de sus datos en España.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Memoria técnica de nuestro sistema IoT. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la presentación final.

Arquitectura y flujo de datos

Esquema sensor-red-servicio-actuador con protocolos, IP, puerto y temas.

Datos mínimos

Campos del mensaje, tamaño en bytes y tráfico al mes.

Datos excluidos

Qué datos no se recogen y por qué.

Simulación o prototipo

Lecturas probadas, colores obtenidos y resultado.

Seguridad y privacidad

Hallazgos de la auditoría y medidas aplicadas.

Utilidad e impacto

Beneficio, energía, riesgos y personas afectadas.

Rediseño y decisión ética

Qué cambiamos para minimizar datos y energía y qué decisión defendemos.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Sistema IoT simulado o prototipo local**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El esquema muestra sensor, red, servicio y actuador con protocolos, direcciones IP privadas, puerto y temas.
- [ ] El mensaje tiene solo los campos necesarios y su tamaño en bytes y el tráfico mensual están calculados.
- [ ] La tabla de datos distingue necesarios y excesivos con justificación, y no se recogen voces, imágenes ni identificadores.
- [ ] La simulación o el prototipo produce el color correcto con valores normales y valores límite (698, 700, 1 000 ppm).
- [ ] La auditoría tiene hallazgos con riesgo, medida y prioridad, y se ha hecho solo sobre el sistema propio.
- [ ] Los datos, nombres, direcciones y contraseñas de la documentación son ficticios.
- [ ] Se compara el sistema antes y después del rediseño (periodo, MB al mes y autonomía) y se cumplen los requisitos.
- [ ] Se valora el impacto del sistema (salud, energía, igualdad) y se cita la procedencia de los datos y recomendaciones utilizados.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Sistema IoT simulado o prototipo local**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	Define la necesidad con datos (CO2 de 455 a 1 180 ppm), plantea requisitos con cifras (aviso en menos de 2 min, tráfico de 2 MB al mes o menos), compara alternativas de datos o de frecuencia y decide con cálculos.	Define la necesidad y los requisitos principales y elige el diseño con alguna justificación numérica.	El caso de uso es vago o la elección de datos y de frecuencia no se apoya en requisitos.	No relaciona el sistema con una necesidad definida.	
Funcionamiento / evidencia	La simulación o el prototipo funciona con varias lecturas, incluidos los valores límite (698, 700, 1 000 ppm), y se prueba qué ocurre si falla el sensor; los resultados se registran en una tabla.	Funciona con lecturas normales y registra algunas pruebas.	Funciona a medias o las pruebas no incluyen los valores límite.	No funciona o no hay pruebas.	
Documentación técnica	Esquema sensor-red-servicio-actuador con protocolos, temas, direcciones IP privadas y puertos; mensaje con su tamaño en bytes; tabla de datos necesarios y excesivos; otro equipo podría reproducirlo.	Documentación suficiente con algún dato (tema, puerto o tamaño) sin indicar.	Faltan el flujo de datos o los cálculos; el esquema y el programa no coinciden.	Documentación insuficiente para comprender el sistema.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Aplica privacidad por diseño (datos mínimos, red aislada, cifrado, credenciales propias, conservación limitada), audita solo su sistema, cuantifica el consumo y justifica su decisión ética con ventajas, riesgos y alternativas.	Cumple las normas de privacidad y propone medidas de seguridad principales.	Recoge algún dato innecesario o no justifica las medidas de seguridad.	Usa datos reales o excesivos, o ignora los riesgos.	
Iteración y cooperación	Usa la auditoría y las pruebas para rediseñar (periodo de envío, datos o umbrales), compara antes y después con cifras y distribuye bien los roles.	Hace un rediseño a partir de la auditoría y coopera adecuadamente.	El rediseño es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el sistema o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé explicar qué hace cada elemento de un objeto conectado y qué datos viajan de uno a otro.	○	○	○	○
Sé decidir qué datos de un sistema son necesarios y cuáles excesivos, y justificarlo.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Un caso de uso y unos componentes ya definidos: el semáforo de ventilación con un mensaje mínimo. Ordena el flujo, completa los temas y clasifica los datos con las pistas del apoyo.

Caso de uso y componentes ya definidos

Necesidad: avisar cuando el aire del aula necesite ventilación.

Componentes: (1) sensor de CO2; (2) red Wi-Fi local; (3) broker MQTT en 192.168.1.10; (4) servicio con la regla; (5) semáforo de LED.

Regla: menos de 700 ppm, verde; de 700 a 999 ppm, ámbar; 1 000 ppm o más, rojo.

Mensaje del sensor: `{"aula":"3B","ppm":812}` por el tema `sierranorte/3b/co2`.

Ejemplo resuelto del tamaño

El mensaje `{"aula":"3B","ppm":812}` tiene **23 caracteres = 23 bytes**.

El tema `sierranorte/3b/co2` tiene **18 caracteres = 18 bytes**.

Paquete = 2 + 2 + 18 + 23 = **45 bytes**.

1 **Ordena del 1 al 5 los elementos por el camino que sigue el dato (escribe el número de componente del apoyo en el orden del flujo).**

2 **Completa los temas: el sensor publica en ___ y el semáforo se suscribe a ___.**

Tema del sensor: sierranorte/_____/co2

Tema del semáforo: sierranorte/3b/_____

3 **Aplica la regla a cada lectura y di el color.**

Lectura (ppm)	Color
699	
700	
1 050	

4 **Marca como necesario (N) o excesivo (E) cada dato.**

Dato	N o E
Concentración de CO2	
Audio del aula	
Foto de la clase	

ANEXO 9

Ampliación

SdA 7 · Objetos conectados

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Arquitectura local frente a nube

En nuestro diseño, el broker y el servicio están en el propio centro (arquitectura **local**). Otra opción es que el sensor envíe los datos a un servicio en la **nube**, gestionado por una empresa. Compara las dos y defiende una.

Pasos

1. Dibuja los dos esquemas (local y nube) y marca por dónde pasa cada dato y dónde se guarda.
2. Completa una tabla de comparación con al menos cinco criterios: privacidad, dependencia de internet, latencia, coste, mantenimiento y seguridad.
3. Calcula el tráfico mensual que saldría del centro en cada caso con un envío por minuto y paquete de 45 B: ¿cuántos MB y cuántos kB por aula, y cuántos MB en 30 aulas?
4. Escribe tres riesgos de la nube (por ejemplo, país de los servidores, cambios en las condiciones, cierre del servicio) y una medida para cada uno.
5. Defiende una solución para un centro concreto (con pocos recursos de mantenimiento) en 8 a 10 líneas, incluyendo una decisión mixta (local con copia de resúmenes anonimizados) si procede.

Entrega

Dos esquemas, tabla comparativa, cálculo de tráfico, riesgos con medidas y defensa de la solución elegida.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 7 · Objetos conectados

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: un objeto con sensores o actuadores que envía o recibe datos por una red; reparte los mensajes a quienes se han suscrito a su tema; el que no es necesario para la función del sistema; una dirección IP privada de una red local.
2. Respuesta abierta; ejemplo: pulsera: mide pulso y pasos; responde con vibración y datos en el móvil; salen frecuencia cardíaca y sueño; no todos son necesarios. Timbre con cámara: capta imagen y sonido de la puerta; avisa al móvil; salen vídeo y audio de la entrada, que incluyen a vecinos y menores; discutir la necesidad. Termostato: mide la temperatura; enciende o apaga la calefacción; salen horarios y presencia; no es necesario compartirlos fuera. Altavoz: capta la voz; responde con audio; sale audio y hábitos de uso; valorar la cantidad de datos.
3. 21,1 / 8,2 ≈ 2,6 dispositivos por habitante. Ventaja: automatización y avisos en tiempo real (por ejemplo, avisar de que hay que ventilar). Riesgo: los datos viajan y se guardan fuera de nuestro control, hay más puntos débiles y más datos personales; también obsolescencia y consumo energético.
4. Respuesta abierta; valorar que aparezcan las cuatro etapas, las palabras «mide», «transporta», «decide» y «actúa» y algún dato que viaje.

Ficha 2

1. Sensor de CO2: sensor; recibe aire del aula, entrega ppm. Router Wi-Fi: red; recibe el mensaje del nodo y lo entrega al broker. Broker MQTT: red (reparto de mensajes); recibe mensajes por tema y los entrega a los suscritos (también se puede considerar parte del servicio). Regla: servicio; recibe ppm, entrega un color. LED: actuador; recibe el color, entrega luz. Persona que abre la ventana: fuera del sistema; ve el color y actúa sobre el mundo físico.
2. `{"aula":"3B","ppm":1180}` tiene 24 caracteres = 24 B (un dígito más que con 812). Paquete: 2 + 2 + 18 + 24 = 46 B.
3. Mensajes al día: 24 · 60 = 1 440. Bytes al día: 1 440 · 45 = 64 800 B. Al mes: 64 800 · 30 = 1 944 000 B ≈ 1,94 MB. Cumple el requisito (menos de 2 MB), aunque con poco margen.
4. Esquema con temas sierranorte/3b/co2 (nodo 192.168.1.21 → broker 192.168.1.10:8883) y sierranorte/3b/semaforo (broker → semáforo 192.168.1.30). En rojo: toda la red local (no sale a internet).

Ficha 3

1. Ejemplo: ámbar a 700 ppm; rojo a 1 000 ppm; aviso en menos de 2 minutos (comprobar con la hora de la lectura y del cambio de color, por ejemplo, lectura cada minuto); tráfico de 2 MB al mes o menos (calculado con bytes por mensaje y frecuencia).
2. aula: necesario; ppm: necesario; ruido_db: excesivo (ruido, riesgo de vigilar); personas: excesivo (identifica y cuenta a personas, no hace falta para ventilar); mac: excesivo (permite seguir a una persona). Se admite que otra función justificara añadir un dato, pero no para el requisito actual.
3. Paquete mínimo: 2 + 2 + 18 + 23 = 45 B. Paquete excesivo: 2 + 2 + 18 + 77 = 99 B. Al mes: 1 440 · 45 · 30 = 1,94 MB y 1 440 · 99 · 30 = 4,28 MB; 99 / 45 = 2,2 veces.
4. Respuesta abierta. Valorar que el equipo concrete usuarios, solo los datos mínimos, una regla con umbrales, un actuador y una frecuencia justificada (por ejemplo, un minuto para avisar en menos de 2 minutos).

Ficha 4

1. 698: verde (menor que 700); 700: ámbar (la condición es ≥ 700); 740: ámbar; 1 000: rojo (≥ 1 000); 1 030: rojo; 560: verde.
2. ppm; rojo; UMBRAL_AVISO.
3. R = (5 − 2,0) / 0,015 = 200 Ω. Valores E12 por encima de 200 Ω: 220 Ω. Corriente real = 3 / 220 = 13,6 mA. Sin resistencia, la corriente la limitaría solo el LED y el pin (más de 40 mA): el LED o el pin podrían estropearse.
4. Lectura = (ppm − 400) · 1 023 / 1 600: 700 ppm → 300 · 1 023 / 1 600 = 191,8 ≈ 192; 1 000 ppm → 600 · 1 023 / 1 600 = 383,6 ≈ 384. Con 500: 400 + 500 · 1 600 / 1 023 = 400 + 782 = 1 182 ppm (con la división entera de map).
5. Resultados propios; deben coincidir con la primera tabla de la ficha: verde, ámbar, rojo y verde. Si no coincide, se comprueba la condición de los umbrales.

Ficha 5

1. 1883 sin cifrar: lectura de los mensajes por otra persona de la red; usar TLS en el 8883 (alta). Credenciales de fábrica: acceso no autorizado; cambiarlas por claves propias y únicas (alta). Firmware sin actualizar: fallos conocidos explotables; plan de actualizaciones (alta o media). MAC en los mensajes: seguimiento de personas y dato excesivo; eliminar el campo (alta). Datos sin fecha de borrado en una nube desconocida: acumulación y pérdida de control; limitar a 30 días y elegir un servicio con garantías (media). Semáforo en verde si falla el sensor: falsa sensación de seguridad; añadir el estado «sin datos» (media).
2. TLS → alguien en la misma red lee los mensajes; cambiar la contraseña → acceso con una clave conocida por todos; actualizar el firmware → fallos de seguridad ya descubiertos; red aislada → acceso desde fuera de la red del aula; borrar a los 30 días → acumular datos que ya no hacen falta.
3. Autoevaluación del sistema del equipo; se espera que, al menos, reconozcan que en la simulación el cifrado y las credenciales son «por diseñar» y los marquen como mejora, no como cumplidos.
4. Porque probar sistemas ajenos sin permiso puede ser ilegal, puede dañar o exponer datos de otras personas y no es una auditoría sino un ataque. La auditoría ética se hace con autorización, alcance definido y datos ficticios.

Ficha 6

1. 30 s: 86 400 / 30 = 2 880 mensajes al día; 2 880 · 45 · 30 / 1 000 000 = 3,89 MB al mes; I = (25 · 28,5 + 180) / 30 = 29,75 mA; 2 000 / 29,75 = 67 h. 120 s: 720 mensajes al día; 0,97 MB al mes; I = (25 · 118,5 + 180) / 120 = 26,19 mA; 2 000 / 26,19 = 76 h.
2. Se envían 4 mensajes: 452 (la primera), 610 (Δ = 158), 780 (Δ = 170 respecto a 610) y 520 (Δ = 260 respecto a 780). Problema: si el CO2 se mantiene estable durante horas no llega ningún mensaje y no se puede distinguir un sensor averiado de un aire estable; solución: enviar siempre un «latido» cada cierto tiempo (por ejemplo, cada 5 o 10 minutos).
3. 99 B · 720 mensajes/día · 30 días = 2 138 400 B ≈ 2,14 MB al mes: no cumple el requisito de 2 MB (por poco).
4. Periodo de 60 s (aviso en menos de 2 minutos) con paquete mínimo de 45 B: 1,94 MB al mes, cumple ambos requisitos y no envía datos personales. Con 120 s y paquete excesivo, 2,14 MB: incumple el tráfico y la privacidad. Con 120 s y paquete mínimo, 0,97 MB, pero el aviso podría tardar justo 2 minutos: no es margen suficiente. Se admite otra elección justificada con cifras.
5. Si pasan 5 minutos sin recibir lecturas, el servicio publica «sin datos» (por ejemplo, un LED azul o los tres apagados). Detecta nodo averiado, sin alimentación, sin conexión Wi-Fi o broker caído.

Ficha 7

1. Sensor de ruido (micrófono que solo calcula el nivel en dB en el propio nodo) → Wi-Fi local → broker y regla «db > 75 → rojo» → semáforo. El nodo envía solo `{"sala":"comedor","db":68}`; no se envía ni se guarda audio.
2. `{"sala":"comedor","db":68}` tiene 26 caracteres = 26 B. Paquete: 2 + 2 + 25 + 26 = 55 B. Cada 10 s: 360 mensajes por hora · 55 B = 19 800 B ≈ 19,8 kB por hora.
3. dB: necesario. Audio: excesivo (es un dato personal y permite reconstruir conversaciones). Identidad: excesivo (no hace falta para el semáforo y es sensible; identificar a menores exige especial protección). Sala: necesario. Hora: necesaria en algún lugar para el histórico, pero puede añadirla el servicio.
4. Respuesta abierta; se espera la alternativa del sensor de dB. Ventaja: mejora del ambiente del comedor y bienestar; riesgo: audio y voz de menores en una nube, vigilancia y posible uso indebido; alternativa: medir solo el nivel en el propio dispositivo, sin enviar audio. Consentimiento (Ley Orgánica 3/2018, art. 7): si el tratamiento se basa en el consentimiento, el del menor sirve cuando es mayor de catorce años; por debajo, debe constar el de quien ejerza la patria potestad o tutela. Valorar argumentación con ventajas, riesgos y alternativa, no la opción elegida.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Orden del dato: 1 (sensor) → 2 (red Wi-Fi) → 3 (broker) → 4 (servicio) → 5 (semáforo); el broker y el servicio pueden intercambiarse según el esquema, pero el sensor va primero y el actuador, último.
2. Tema del sensor: sierranorte/3b/co2. Tema del semáforo: sierranorte/3b/semaforo.
3. 699: verde; 700: ámbar; 1 050: rojo.
4. CO2: N; audio: E; foto de la clase: E.

Ampliación (Anexo 9)

1. Respuesta abierta. Local: privacidad alta (los datos no salen), no depende de internet, baja latencia, coste inicial y mantenimiento propios, seguridad responsabilidad del centro. Nube: acceso remoto y menos mantenimiento, pero dependencia de internet y de la empresa, mayor latencia y datos fuera de control, posible coste recurrente.
2. Tráfico: 64 800 B al día = 1,94 MB al mes por aula (con 45 B por paquete); en 30 aulas, 58,3 MB al mes (1,944 · 30). En una arquitectura local, el tráfico no sale del centro; en la nube, sí.
3. Riesgos de la nube: servidores en otro país (sujetos a otras leyes; medida: contrato con cláusulas del RGPD o servicio en la UE); cambios en las condiciones del servicio (medida: exportar y guardar los datos propios); cierre del servicio (medida: plan de salida y arquitectura local de respaldo).
4. Valorar una solución razonada y su viabilidad para un centro con pocos recursos; es válida la opción mixta (local con resúmenes agregados y anonimizados hacia la nube).

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (objetos conectados), sesión 2 (flujo de datos y bytes), sesión 3 (caso de uso y minimización), sesión 4 (simulación o prototipo; el simulador de F7 se ejecuta en 10 minutos y deja tiempo para modificar umbrales), sesión 5 (auditoría), sesión 6 (rediseño y cálculos) y sesión 7 (presentaciones de 3 minutos y ficha individual de 20 minutos).
- Preparación: instalar Python 3 y comprobar que F7 se ejecuta (la salida debe coincidir con la del dossier); montar un prototipo de ejemplo con Arduino para enseñar el cableado; la demostración con router y broker real es opcional y siempre en red aislada con datos ficticios.
- Seguridad y privacidad: no permitir pruebas sobre la wifi del centro ni sobre dispositivos del alumnado; no introducir contraseñas reales ni nombres del alumnado en ejemplos; el prototipo es de 5 V por USB y los LED siempre con resistencia.
- Diferenciación: el Anexo 8 aporta el caso de uso y los componentes ya definidos; el Anexo 9 compara arquitectura local y nube. Los roles rotatorios (coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación) aseguran la participación de todos.

Errores frecuentes

- Confundir «dato» con «dato personal» y pensar que si no lleva nombre no puede ser sensible (una voz, una imagen o una MAC identifican a una persona).
- Calcular el tamaño del mensaje sin contar el tema y las cabeceras, o confundir bytes con bits y kB con MB.
- Pensar que una red con contraseña ya es segura aunque el broker use credenciales de fábrica y no cifre los mensajes.
- Utilizar siempre el mayor número de datos «por si acaso» en lugar de aplicar el principio de minimización.
- Dejar el actuador en verde cuando no llegan datos (el fallo silencioso es el más peligroso).
- Olvidar la resistencia del LED o usar la condición > en lugar de ≥ en los umbrales.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar la justificación de qué datos se recogen y cuáles no más que la elección del sensor o de la plataforma.
- Aceptar otros umbrales, periodos y casos de uso (huerto, biblioteca) si los requisitos tienen cifras y el cálculo de bytes y de tráfico es correcto.
- En la auditoría, exigir riesgo, medida y prioridad coherentes; admitir otras prioridades si se justifican.
- En el dilema ético, valorar el equilibrio entre ventajas y riesgos, la existencia de una alternativa y el uso correcto de la edad de consentimiento; no calificar la opción elegida.

08

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Equipo digital a punto

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo diagnosticamos un problema técnico sin probar cosas al azar?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE6	**PRODUCTO FINAL** Manual de diagnóstico de equipo y red	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.2, 6.1, 6.3

Contexto, reto y producto

En el IES Valle del Tiétar (centro ficticio), el aula móvil tiene 15 portátiles que se reparten entre varias materias. Cada semana, Ana, la coordinadora TIC, recibe avisos como «el portátil 7 está roto», «no hay internet» o «va fatal». Hasta ahora, la respuesta ha sido probar cosas al azar: desenchufar el router, desactivar el antivirus «un momento», borrar archivos sin mirar o reinstalar programas. Resultado: un portátil perdió los trabajos de un grupo y otro quedó peor que antes. Rubén, alumno ayudante de 3.º, propone algo distinto: un manual de diagnóstico para que cualquiera, antes de tocar nada, sepa qué mirar, en qué orden y cómo deshacer un cambio.

En esta situación el alumnado aprende a **diagnosticar sin probar cosas al azar**. Parte de síntomas observables y no de suposiciones, construye un **mapa hardware-software-red**, aprende ajustes y comandos básicos **autorizados** (ipconfig o ip addr, ping, monitor de recursos, espacio en disco, punto de restauración), resuelve **estaciones de diagnóstico simuladas** con salidas de consola y crea un **árbol de decisión de menor a mayor intervención**. Documenta cada cambio y su resultado, restaura la configuración cuando una prueba falla, planifica copias de seguridad y audita el manual de otro equipo. El producto final es un manual de diagnóstico de equipo y red, probado con casos simulados y revisado por otros compañeros.

Reto

Crear y validar un manual de diagnóstico de equipo y red de una cara, con un mapa hardware-software-red, un árbol de decisión de menor a mayor intervención y fichas de síntoma, hipótesis, comprobación, solución y prevención, probado con estaciones simuladas y auditado por otro equipo.

Producto final

Manual de diagnóstico de equipo y red.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

CE1 Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.

CE6 Comprender el funcionamiento de los dispositivos y aplicaciones del entorno digital para usarlos de forma eficiente y segura y resolver problemas técnicos sencillos.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

1.2 Comprender y examinar productos tecnológicos de uso habitual a través del análisis de objetos y sistemas, empleando el método científico y utilizando herramientas de simulación en la construcción de conocimiento.

6.1 Usar de manera eficiente y segura los dispositivos digitales de uso cotidiano en la resolución de problemas sencillos, analizando los componentes y los sistemas de comunicación, conociendo los riesgos y adoptando medidas de seguridad para la protección de datos y equipos.

6.3 Organizar la información de manera estructurada, aplicando técnicas de almacenamiento seguro.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
D1	Dispositivos digitales. Elementos del hardware y del software. Identificación y resolución de problemas técnicos sencillos.
D2	Sistemas de comunicación digital de uso común. Transmisión de datos. Tecnologías inalámbricas para la comunicación.
D3	Herramientas y plataformas de aprendizaje: configuración, mantenimiento y uso crítico.
D5	Técnicas de tratamiento, organización y almacenamiento seguro de la información. Copias de seguridad.
D6	Seguridad en la red: amenazas y ataques. Medidas de protección de datos y de información. Bienestar digital: prácticas seguras y riesgos.

Concreción didáctica en esta situación

- Dispositivos digitales: hardware (alimentación, memoria RAM, almacenamiento, periféricos), software (sistema, controladores, actualizaciones) y red; método de síntoma, hipótesis, comprobación, resultado, decisión y prevención.
- Comunicación digital: Wi-Fi de 2,4 y 5 GHz, canales 1, 6 y 11, intensidad de señal en dBm, direcciones IP privadas, DHCP, DNS, puerta de enlace y ping (pérdidas en % y latencia en ms).
- Plataformas y equipos del aula: configuración y mantenimiento básicos, actualizaciones, permisos, espacio en disco y uso crítico de las herramientas de diagnóstico.
- Almacenamiento y copias de seguridad: unidades (GB, MB/s y Mbit/s), tiempos de copia, regla 3-2-1 y puntos de restauración.
- Seguridad y sostenibilidad: no tocar BIOS ni firmware, no desactivar protecciones, trabajar en simulación o máquina virtual, y priorizar la reparación y la vida útil frente a la sustitución.

Objetivos didácticos

- Identificar los subsistemas hardware, software y red de un equipo y relacionar cada síntoma con el subsistema más probable.
- Recoger síntomas observables, distinguiéndolos de las suposiciones, y formular hipótesis comprobables antes de actuar.
- Aplicar un árbol de decisión de menor a mayor intervención con ajustes y comandos básicos autorizados (ipconfig o ip addr, ping, monitor de recursos).
- Documentar cada cambio y su resultado y restaurar la configuración cuando una prueba falla, con punto de restauración o copia de seguridad.
- Calcular espacios y tiempos de copia, aplicar la regla 3-2-1 y auditar la seguridad y la claridad de un manual elaborado por otro equipo.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Analizamos incidentes ficticios del aula móvil y separamos síntomas observables de suposiciones

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, clasificación de enunciados en observaciones e interpretaciones y primera hipótesis por subsistema para tres incidencias (F1).

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Construimos el mapa hardware-software-red y ordenamos las comprobaciones de menor a mayor intervención

Evidencia: Ficha 2: síntomas asignados a subsistemas (F2), ordenación de ocho acciones y mapa del portátil dibujado.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Aprendemos los comandos y ajustes básicos autorizados y a interpretar sus resultados

Evidencia: Ficha 3: interpretación de ipconfig y ping (F4 y F5), cálculo de pérdidas y tiempos medios, tiempos de copia (F6) y clasificación de acciones autorizadas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Resolvemos las estaciones de diagnóstico simuladas con datos de consola

Evidencia: Ficha 4: tabla de diagnóstico de las estaciones A a D (F5), cálculo del espacio en disco (F7) y análisis del registro de ping (F8).

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Creamos el árbol de decisión del manual a partir de una incidencia elegida

Evidencia: Ficha 5: árbol parcial completado y árbol propio dibujado con preguntas sí/no, acciones, restauración y escalado, más lista de comprobación del árbol.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Intercambiamos manuales y auditamos su seguridad y su claridad

Evidencia: Ficha 6: análisis de un manual con pasos inseguros, escala de auditoría del manual de otro equipo y mejoras propuestas y aplicadas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Prueba individual con un caso nuevo: el portátil de la biblioteca

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: diagnóstico individual del portátil de la biblioteca, tiempos de copia (F6) y regla 3-2-1.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.2	Análisis de los síntomas y de las salidas de las estaciones simuladas con el método de síntoma, hipótesis, comprobación y decisión, apoyado en datos medidos (porcentajes, ms, dBm) y no en suposiciones.	Fichas 1, 3 y 4 / observación y rúbrica
6.1	Uso seguro de los ajustes y comandos autorizados, identificación de componentes de hardware, software y red, y respeto de las normas (punto de restauración, sin BIOS ni cambios no autorizados).	Fichas 2 y 4 / lista de cotejo
6.3	Organización del almacenamiento y de las copias de seguridad: cálculo de espacio y tiempos de copia, regla 3-2-1 y registro ordenado de cambios y resultados en el manual.	Fichas 3 y 7 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	El manual parte de síntomas observables de incidencias concretas, organiza las comprobaciones de menor a mayor intervención con hipótesis explícitas y justifica el orden de cada paso.	El manual cubre una incidencia con síntomas claros y un orden razonable de comprobaciones.	El árbol mezcla suposiciones con síntomas o el orden de las comprobaciones no está justificado.	No parte de un problema concreto ni de síntomas.
Funcionamiento / evidencia	El manual resuelve correctamente las cuatro estaciones simuladas y el caso nuevo; cada paso indica el resultado esperado con datos (porcentajes, ms, dBm) y otro equipo lo ha probado con éxito.	Resuelve la mayoría de las estaciones con una decisión coherente con los datos de consola.	Resuelve alguna estación, pero hay pasos ambiguos o que no se pueden comprobar.	No consigue diagnosticar ninguna estación con los datos.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Documentación técnica	Mapa hardware-software-red, árbol de decisión legible, tabla de hipótesis y comprobaciones, registro de cambios con fecha y resultado, unidades correctas y vocabulario técnico preciso; reproducible por otra persona.	Documentación suficiente, con algún dato o unidad sin indicar.	Faltan apartados (restauración, resultado esperado) o el árbol es difícil de seguir.	Documentación insuficiente para entender el procedimiento.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Todas las acciones están autorizadas, incluyen punto de restauración y copia 3-2-1, no tocan BIOS ni protecciones, usan datos ficticios y priorizan reparar y alargar la vida útil del equipo.	Cumple las normas de seguridad y plantea restauración y copias.	Incluye algún paso arriesgado o sin forma de deshacerlo.	Propone acciones prohibidas (desactivar protecciones, formatear sin copia, abrir fuentes) o usa datos reales.
Iteración y cooperación	Mejora el manual con la auditoría del otro equipo y con los fallos de las pruebas, anota los cambios y reparte bien los roles.	Aplica algunas mejoras de la auditoría y coopera adecuadamente.	Recoge la auditoría pero no cambia el manual, o la cooperación es irregular.	No revisa el manual ni colabora en la auditoría.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo: ordenador con las salidas de consola simuladas de las estaciones de diagnóstico (dossier F5, en pantalla o impresas) y, si el centro lo permite, un equipo de pruebas o una máquina virtual con punto de restauración.
- Práctica real autorizada (opcional): portátiles de prueba del aula (nunca de producción) con permisos limitados, un router de prácticas sin acceso a datos del centro, cables de red y cargadores en buen estado.
- Python 3 para ejecutar el analizador de registros de ping (F8), tarjetas de incidencia impresas y plantillas de los Anexos 3 y 4.
- Papel y rotuladores para dibujar el árbol de decisión; opcionalmente, cartulina para el cartel del manual.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Solo se trabaja con equipos de prueba, simulaciones o máquinas virtuales: nunca con equipos de producción del centro ni con datos reales. No se entra en la BIOS ni se toca el firmware, no se formatea, no se desactiva el antivirus ni se cambian permisos de administrador sin autorización del docente. Antes de cambiar algo se anota el estado y se crea un punto de restauración. No se abren equipos, fuentes de alimentación ni cargadores (red de 230 V): el diagnóstico físico es solo visual y de conexiones, con el equipo apagado y desenchufado. Los comandos son de lectura (ipconfig, ping al router) sobre la red del aula, sin escanear ni probar redes ajenas, con nombres de red y direcciones ficticios.

Interdisciplinariedad: Informática (hardware, sistemas operativos y redes) y Física y Química (energía eléctrica, unidades y magnitudes, ondas de radio del Wi-Fi).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Árbol parcialmente construido y casos de opción múltiple.

Ampliación

Anexo 9

Añadir registro de cambios y protocolo de escalado al soporte técnico.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

«El portátil 7 está roto.» Ana, la coordinadora TIC, lee esa frase cada semana, y la respuesta casi siempre es la misma: desenchufar el router, desactivar el antivirus «un momento» o borrar cosas sin mirar. Esta vez, un portátil perdió los trabajos de un grupo. En esta situación vais a aprender a diagnosticar como profesionales: primero se observa, luego se formula una hipótesis, después se comprueba y solo entonces se actúa, siempre de lo más sencillo a lo más complicado y con una forma de deshacer cada cambio. Al final, el manual que escribáis lo probará otro equipo. ¿Será lo bastante claro?

> *¿Cómo diagnosticamos un problema técnico sin probar cosas al azar?*

Vuestro reto

Crear y validar un manual de diagnóstico de equipo y red de una cara, con un mapa hardware-software-red, un árbol de decisión de menor a mayor intervención y fichas de síntoma, hipótesis, comprobación, solución y prevención, probado con estaciones simuladas y auditado por otro equipo.

Lo que vais a producir

Manual de diagnóstico de equipo y red.

Seguridad. Solo se trabaja con equipos de prueba, simulaciones o máquinas virtuales: nunca con equipos de producción del centro ni con datos reales.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos incidentes y separamos lo que se observa de lo que se supone.
2. Construimos el mapa hardware-software-red y ordenamos las comprobaciones.
3. Aprendemos a leer ipconfig, ping y el monitor de recursos.
4. Resolvemos cuatro estaciones de diagnóstico simuladas.
5. Dibujamos el árbol de decisión del manual.
6. Intercambiamos manuales y auditamos su seguridad.
7. Diagnosticamos, cada uno, un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Identificar los subsistemas hardware, software y red de un equipo y relacionar cada síntoma con el subsistema más probable.
- ✓ Recoger síntomas observables, distinguiéndolos de las suposiciones, y formular hipótesis comprobables antes de actuar.
- ✓ Aplicar un árbol de decisión de menor a mayor intervención con ajustes y comandos básicos autorizados (ipconfig o ip addr, ping, monitor de recursos).
- ✓ Documentar cada cambio y su resultado y restaurar la configuración cuando una prueba falla, con punto de restauración o copia de seguridad.
- ✓ Calcular espacios y tiempos de copia, aplicar la regla 3-2-1 y auditar la seguridad y la claridad de un manual elaborado por otro equipo.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

Todo lo necesario para diagnosticar sin probar al azar: las seis incidencias del aula móvil, el mapa hardware-software-red, un árbol de decisión resuelto para «no hay internet», los comandos y ajustes autorizados, las salidas de consola de cuatro estaciones simuladas, tiempos de copia y Wi-Fi, un ejemplo resuelto de espacio en disco con la regla 3-2-1, un analizador de ping en Python, el protocolo de diagnóstico seguro y un glosario.

F1 Seis incidencias del aula móvil

ESTUDIO DE CASO

Ana, coordinadora TIC del IES Valle del Tiétar, ha reunido los avisos de la semana en el aula móvil de 15 portátiles. Estas son las seis incidencias, tal como las escribió el profesorado:

1. **«El portátil 7 no enciende».** Al conectar el cargador no se enciende el LED de carga. Otro cargador del aula sí lo enciende.
2. **«El portátil 5 va muy lento».** Tarda 6 minutos en arrancar. El disco marca 248 GB usados de 256 GB y el navegador tiene 23 pestañas.
3. **«El portátil 3 no abre algunas webs».** Se ve el router y hay conexión, pero varias páginas no cargan.
4. **«No hay internet en toda el aula».** Ningún portátil carga páginas. El router tiene las luces apagadas.
5. **«No puedo guardar el trabajo».** Aparece el mensaje «No hay espacio suficiente» en el portátil 5.
6. **«El portátil 9 se calienta, suena mucho y se apaga».** Ocurre sobre todo cuando se usa sobre una manta o sobre las rodillas.

Por qué importa diagnosticar bien. Alargar la vida de un equipo evita residuos y gasto: el mundo generó en 2022 unos 62 millones de toneladas de residuos electrónicos y solo el 22,3 % se documentó como recogido y reciclado correctamente. Además, el fin del soporte de un sistema (Windows 10, 14 de octubre de 2025) deja equipos sin actualizaciones de seguridad, y ese es otro motivo para saber qué falla y qué se puede resolver.

Fuente: Caso didáctico ficticio (centro, equipos y personas creados para este cuaderno). Datos de residuos electrónicos: ONU, Global E-waste Monitor 2024 (62 millones de toneladas en 2022; 22,3 % documentado como recogido y reciclado; previsión de 82 millones en 2030). Soporte de Windows 10: Microsoft puso fin al soporte gratuito el 14 de octubre de 2025.

¿Qué frases de las incidencias son síntomas observables y cuáles son suposiciones? ¿Qué incidencia crees que se resuelve con una comprobación visual y cuál necesita medir datos?

F2 Mapa hardware-software-red de un equipo

ESQUEMA

1. HARDWARE

Alimentación (cargador, LED)
Pantalla y teclado
Procesador y ventilador
Memoria RAM
Almacenamiento (SSD o HDD)
Periféricos y puertos USB

Síntomas típicos
no enciende · se apaga solo
ruido del ventilador
pantalla negra · pitidos

2. SOFTWARE

Sistema operativo
Controladores (drivers)
Aplicaciones y navegador
Actualizaciones
Antivirus y permisos
Espacio libre en el disco

Síntomas típicos
va lento · se cuelga
mensajes de error
un programa no abre

3. RED

Tarjeta Wi-Fi o cable
Router o punto de acceso
DHCP (da la dirección IP)
DNS (traduce nombres)
Salida a internet
Cobertura y canal Wi-Fi

Síntomas típicos
sin conexión · cortes
webs que no cargan
internet lento

De menor a mayor intervención: mirar → reiniciar → comprobar ajustes → restaurar → escalar

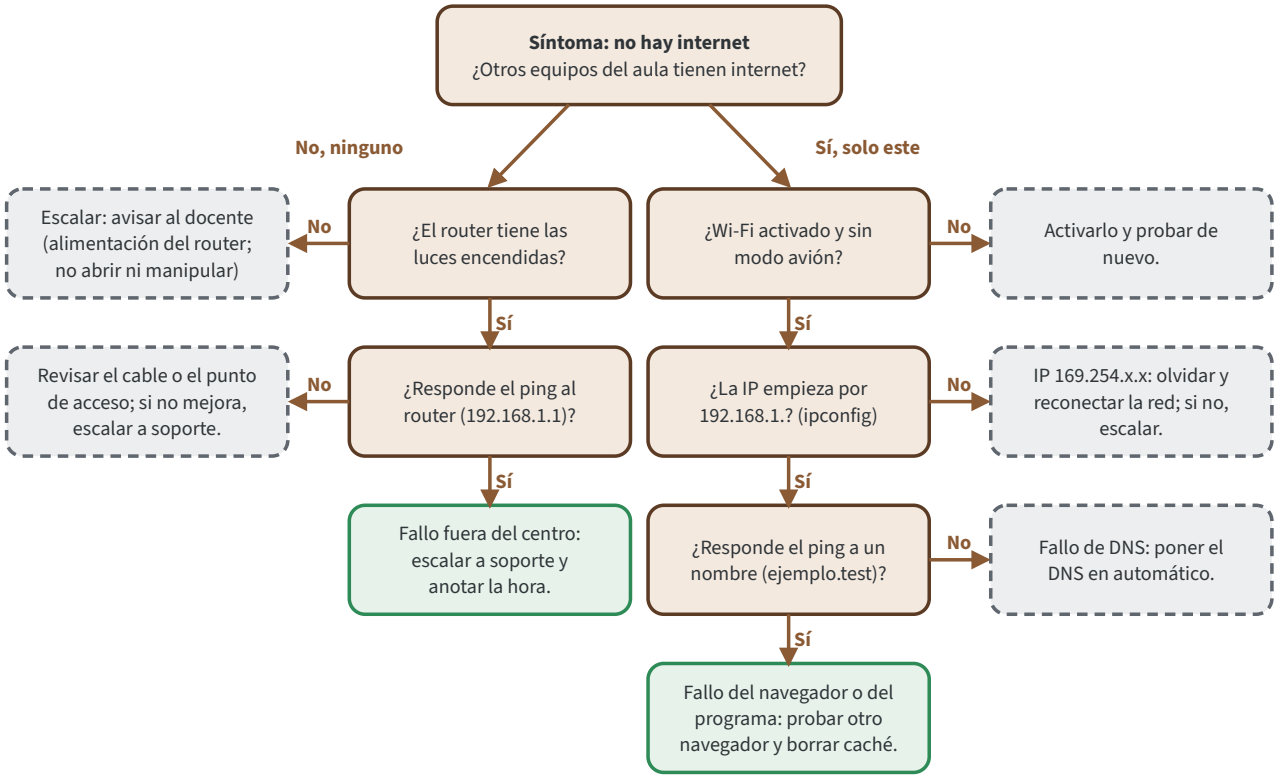
Antes de cambiar nada: anotar el estado y crear un punto de restauración (o trabajar en una máquina virtual).

Un fallo se manifiesta en un lugar, pero su causa puede estar en otro: una página que no carga (síntoma en el navegador) puede deberse a un fallo del DNS (red); un equipo lento (síntoma general) puede deberse a un disco lleno (software y almacenamiento). El mapa ayuda a **no saltar a conclusiones** y a elegir qué comprobar primero.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F3 Árbol de decisión resuelto: «no hay internet»

ESQUEMA



Método de diagnóstico en siete pasos: 1) **síntoma** observable; 2) **hipótesis** (qué lo podría causar); 3) **comprobación** sencilla y autorizada; 4) **resultado** con datos; 5) **decisión** (la hipótesis se confirma o se descarta); 6) **solución** con una forma de deshacerla; 7) **prevención** para que no se repita.

Un **árbol de decisión** ordena las comprobaciones con preguntas de sí o no, de lo más sencillo y barato a lo más complejo, y marca cuándo hay que **escalar** a soporte.

Fuente: Esquema de elaboración propia, con direcciones privadas y nombre de dominio de ejemplo (ejemplo.test es un nombre reservado para pruebas).

F4 Comandos y ajustes básicos: qué se puede hacer y qué no

DATOS

Herramienta, comando o ajuste	Para qué sirve	Ejemplo	Precaución	¿Autorizado?
Observar luces, cables y cargador	Comprobar alimentación y conexiones	LED de carga, cable de red bien insertado	Con el equipo apagado y desenchufado; no abrir cargadores ni fuentes	Sí
Reiniciar el equipo	Limpia estados temporales	Reinicio normal desde el sistema	Guardar antes el trabajo	Sí
ipconfig (Windows) · ip addr (Linux)	Ver IP, máscara y puerta de enlace	IP 192.168.1.23 y puerta 192.168.1.1	Solo lectura	Sí
ping 192.168.1.1 (en Linux, ping -c 4)	Comprobar si el equipo llega al router y cuánto tarda	4 enviados, 4 recibidos, media 2 ms	Solo al router del aula o a destinos indicados	Sí
Monitor de recursos o administrador de tareas	Ver uso de CPU, RAM, disco y procesos	Navegador con 23 pestañas: 3,9 GB	Solo cerrar programas propios	Sí
Almacenamiento (ajustes del sistema)	Ver qué ocupa espacio	248 GB usados de 256 GB	Mirar, no borrar sin permiso	Sí
Crear un punto de restauración	Guardar el estado antes de cambiar algo	Antes de instalar un controlador	Requiere espacio libre	Sí (siempre antes de un cambio)
Instalar actualizaciones o un controlador	Corregir fallos y añadir seguridad	Actualizar el controlador del Wi-Fi	Puede causar fallos nuevos	Con autorización
Restaurar a un punto anterior	Deshacer cambios del sistema	Volver al estado de ayer	No borra documentos, pero sí cambios de programas	Con autorización
BIOS o UEFI, firmware, formatear, desactivar el antivirus, cambiar permisos de administrador	Cambios profundos del equipo	—	Pueden dejar el equipo inutilizable o inseguro	No sin autorización del docente

Regla de oro: antes de cambiar nada, anota el estado y crea un punto de restauración. Después de cada cambio, comprueba el resultado y escribe si se ha resuelto, no ha servido o ha empeorado; en estos dos últimos casos, **deshaz el cambio**.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Los comandos se citan en su versión de Windows y de Linux; en los equipos del centro se usa solo lo autorizado por el docente.

F5 Estaciones de diagnóstico simuladas: salidas de consola

CÓDIGO

SALIDA DE CONSOLA (SIMULADA)

```
═══ ESTACIÓN A · portátil 7 · «no hay internet» ═══
> ipconfig
   Adaptador Wi-Fi
      Estado .............: conectado a «AULA-MOVIL-EJEMPLO»
      Dirección IPv4 ....: 169.254.37.8
      Máscara de subred .: 255.255.0.0
      Puerta de enlace ..: (vacía)
> ping 192.168.1.1
   Enviados = 4, recibidos = 0, perdidos = 4 (100 % perdidos)

═══ ESTACIÓN B · portátil 3 · «algunas webs no cargan» ═══
> ipconfig
      Dirección IPv4 ....: 192.168.1.23
      Puerta de enlace ..: 192.168.1.1
      Servidor DNS ......: 192.168.1.77
> ping 192.168.1.1
   Enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 · tiempo medio = 2 ms
> ping 198.51.100.7
   Enviados = 4, recibidos = 4, perdidos = 0 · tiempo medio = 31 ms
> ping ejemplo.test
   No se encuentra el host ejemplo.test. Compruebe el nombre.

═══ ESTACIÓN C · portátil 5 · «va muy lento» ═══
   Almacenamiento: 248 GB usados de 256 GB
   Memoria RAM: 7,6 GB en uso de 8 GB
   Navegador: 23 pestañas · 3,9 GB de RAM
   Actualizaciones pendientes: 3

═══ ESTACIÓN D · portátil 9 · «la wifi se corta» ═══
   Wi-Fi «AULA-MOVIL-EJEMPLO» · banda 2,4 GHz · canal 6 · señal -78 dBm
   Redes vecinas ficticias en el canal 6: 9
> ping -n 8 192.168.1.1
   Enviados = 8, recibidos = 5, perdidos = 3 (37,5 % perdidos) · tiempo medio = 107 ms
```

Cómo leerlas: una IP que empieza por **169.254** es una dirección autoasignada: el equipo no ha recibido respuesta del servicio DHCP. Un ping a una IP que funciona y a un nombre que falla apunta al **DNS**. La señal Wi-Fi se mide en dBm (cuanto más negativo, más débil): como regla orientativa, mejor que −65 dBm es buena y peor que −75 dBm, débil.

Fuente: Salidas ficticias creadas para este cuaderno (nombres de red y direcciones de ejemplo; 198.51.100.7 es una dirección reservada para documentación).

F6 Velocidades y tiempos de copia de 40 GB

DATOS

Medio	Velocidad real orientativa	En MB/s	Tiempo para copiar 40 GB
Wi-Fi 2,4 GHz saturado	40 Mbit/s	5	8 000 s ≈ 2,2 h
Ethernet de 100 Mbit/s	88 Mbit/s	11	3 636 s ≈ 1,0 h
USB 2.0	280 Mbit/s	35	1 143 s ≈ 19 min
Ethernet de 1 Gbit/s	880 Mbit/s	110	364 s ≈ 6,1 min
USB 3.0 con SSD	2 800 Mbit/s	350	114 s ≈ 1,9 min

Ejemplo resuelto. Copiar un archivo de 1,2 GB por una red de 100 Mbit/s (valor teórico):

1. 1,2 GB = 1,2 · 1 000 MB = 1 200 MB = 1 200 · 8 = 9 600 Mbit.
2. Tiempo = 9 600 Mbit / 100 Mbit/s = **96 s**.
3. Por Wi-Fi saturado (5 MB/s reales): 1 200 MB / 5 MB/s = **240 s = 4 min**.

Fórmulas: MB/s = Mbit/s / 8; tiempo (s) = tamaño (MB) / velocidad (MB/s). **Wi-Fi:** en la banda de 2,4 GHz los canales que no se solapan son, habitualmente, el 1, el 6 y el 11; la banda de 5 GHz tiene más canales y menos alcance.

Fuente: Cálculos de elaboración propia con velocidades reales orientativas (varían según el equipo y el medio). 1 byte = 8 bits; 1 GB = 1 000 MB.

¿Por qué una copia grande es mejor hacerla por cable? ¿Qué ocurre con el tiempo si el tamaño se duplica?

F7 Ejemplo resuelto: ¿qué ocupa el disco? y la regla 3-2-1

DATOS

Contenido	Tamaño (GB)	% del disco de 256 GB
Sistema operativo	38	14,8 %
Aplicaciones	52	20,3 %
Documentos	18	7,0 %
Vídeos	96	37,5 %
Descargas	31	12,1 %
Papelera	13	5,1 %
Total usado	**248**	**96,9 %**

Paso 1. Espacio libre: 256 − 248 = **8 GB** (3,1 %). Con menos del 10 % libre, el sistema va lento y no puede guardar bien.

Paso 2. Qué se puede liberar con permiso: descargas (31 GB) y papelera (13 GB) = 44 GB. Nuevo uso: 248 − 44 = 204 GB, es decir, 204 / 256 = **79,7 %**, con **52 GB libres**. Antes de borrar, se comprueba que los archivos no son de nadie y se hace una copia.

Regla 3-2-1: 3 copias de los datos (el original y dos copias), en **2** tipos de soporte distintos (por ejemplo, disco externo y nube del centro), con **1** copia fuera del equipo y del lugar habitual. Así, el fallo de un disco, un robo o un incendio no se llevan todo.

Fuente: Datos ficticios del portátil 5 (disco de 256 GB), de elaboración propia. La regla 3-2-1 es una recomendación habitual de copias de seguridad.

F8 Analizador de registros de ping en Python

CÓDIGO

PYTHON

```python
# Análisis de un registro de ping (simulado) para decidir dónde está el fallo de red
# Cada entrada: destino y tiempos de respuesta en ms (None = sin respuesta)
registro = [
    ("192.168.1.1 (router)", [2.1, 1.9, 2.4, 2.2]),
    ("198.51.100.7 (externo ficticio)", [31.0, 29.5, 30.2, 33.1]),
    ("192.168.1.10 (servidor apagado)", [None, None, None, None]),
    ("192.168.1.1 desde un portátil con Wi-Fi débil", [12.0, None, 95.0, 130.0, None, 210.0, 88.0, None]),
]

def resumen(tiempos):
    recibidos = [t for t in tiempos if t is not None]
    perdida = 100 * (len(tiempos) - len(recibidos)) / len(tiempos)
    media = sum(recibidos) / len(recibidos) if recibidos else None
    return perdida, media

def diagnostico(perdida, media):
    if perdida == 100:
        return "sin respuesta: comprobar cable, Wi-Fi o que el destino esté encendido"
    if perdida >= 20:
        return "pérdidas altas: señal débil o red saturada"
    if media > 100:
        return "latencia alta: red lenta o saturada"
    return "correcto"

for destino, tiempos in registro:
    perdida, media = resumen(tiempos)
    texto_media = "--" if media is None else f"{media:.1f} ms"
    print(f"{destino}\n   perdidos: {perdida:.1f} %  media: {texto_media}  → {diagnostico(perdida, media)}")
```

Resultado al ejecutarlo: el router responde sin pérdidas y con una media de 2,1 ms («correcto»); el destino externo ficticio, 0,0 % de pérdidas y 30,9 ms («correcto»); el servidor apagado, 100,0 % de pérdidas («sin respuesta»); y el portátil con Wi-Fi débil, **37,5 % de pérdidas** y una media de 107,0 ms («pérdidas altas»).

Para razonar: un 0 % de pérdidas con 2 ms al router descarta el fallo local de red; un 100 % de pérdidas puede ser un cable, una señal muy débil o un equipo apagado; y un 37,5 % apunta a una señal débil o saturada.

Fuente: Código de elaboración propia, ejecutado con Python 3. Los datos son ficticios; el programa solo analiza una lista y no usa la red.

F9 Protocolo de diagnóstico seguro con estaciones simuladas

PROTOCOLO

Material y herramientas: tarjeta de la incidencia, salidas de consola de F5, tabla de comandos de F4, hoja de diagnóstico (Ficha 4) y, si el centro lo permite, un equipo de pruebas o una máquina virtual.

Equipo de protección y riesgos: el riesgo no es eléctrico (no se abre nada) sino de **datos y de configuración**: borrar archivos ajenos, desactivar protecciones o dejar el equipo sin red. No se toca equipos de producción, ni la BIOS, ni el firmware. No se abren cargadores ni fuentes de alimentación (230 V).

Procedimiento:

1. **Observa y anota** el síntoma tal como se ve o se mide, sin interpretarlo, y la hora.
2. **Pregunta** al usuario qué cambió justo antes (una actualización, un cable, un programa nuevo).
3. **Sitúa el fallo** en el mapa hardware-software-red de F2 y escribe una hipótesis comprobable.
4. **Protege:** haz una copia de lo importante y crea un punto de restauración antes de cambiar nada.
5. **Comprueba de menos a más intervención:** mirar, reiniciar, ajustes, comandos de lectura (F4), espacio y consumo, actualizaciones.
6. **Cambia una sola cosa** cada vez y anota el resultado (resuelto, sin efecto o peor).
7. **Si empeora o no sirve, restaura** el estado anterior antes de probar otra cosa.
8. **Escala** al soporte si la causa exige abrir el equipo, tocar la BIOS, usar permisos de administrador o si has agotado el árbol, con una nota de lo ya probado.
9. **Previene:** copia de seguridad, actualizaciones, espacio libre y buenas prácticas de uso.

Cierre y privacidad: cierra las sesiones, no guardes contraseñas en el manual, no copies datos personales a las fichas y retira los archivos de prueba.

Resultado esperable: un diagnóstico con síntoma, hipótesis, comprobaciones, decisión, solución y prevención para cada estación, con los cambios anotados y reversibles.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del centro y las indicaciones del docente prevalecen.

F10 Glosario de diagnóstico de equipos y redes

GLOSARIO

Síntoma	Lo que se observa o se mide en el equipo, sin interpretarlo (por ejemplo, «el LED no se enciende»).
Hipótesis	Posible causa del síntoma que se puede comprobar con una prueba sencilla.
Árbol de decisión	Esquema de preguntas de sí o no que guía las comprobaciones de menor a mayor intervención.
Punto de restauración	Copia del estado del sistema que permite volver atrás si un cambio sale mal.
Copia de seguridad	Duplicado de los datos en otro soporte para poder recuperarlos si se pierden.
Regla 3-2-1	Tres copias de los datos, en dos tipos de soporte, con una copia fuera del lugar habitual.
DHCP	Servicio de la red que asigna automáticamente una dirección IP a cada equipo.
DNS	Servicio que traduce nombres de páginas (ejemplo.test) en direcciones IP.
Puerta de enlace	Dispositivo (normalmente el router) por el que el equipo sale de su red local.
Ping	Prueba que envía pequeños paquetes a un destino para ver si responde, cuánto tarda y cuántos se pierden.
dBm	Unidad en la que se mide la intensidad de la señal Wi-Fi; cuanto más negativa, más débil.
Escalar	Pasar un problema a un nivel superior de soporte cuando no se puede resolver con seguridad.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

FICHA 1 Analizamos incidentes ficticios

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usa las seis incidencias de F1.

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

Un síntoma es…

◯ lo que se observa o se mide, como «el LED de carga no se enciende» ◯ la causa del problema

◯ la solución que se aplica

Antes de cambiar la configuración de un equipo conviene…

◯ anotar el estado y crear un punto de restauración ◯ desactivar el antivirus para que no moleste ◯ formatear el disco

Si un cambio no resuelve el problema, lo correcto es…

◯ restaurar el estado anterior y anotar el resultado ◯ probar otro cambio sin deshacer el primero ◯ no anotarlo y seguir

Un diagnóstico «de menor a mayor intervención» empieza por…

◯ reinstalar el sistema operativo ◯ sustituir una pieza ◯ comprobar lo más sencillo: luces, cables y reinicio

2 **Clasifica cada enunciado como observación (O) o interpretación (I).**

Enunciado	O o I
El portátil 7 está roto.	
El LED de carga no se enciende al conectar el cargador.	
Es culpa del router.	
La página tarda 40 segundos en cargar.	
Seguro que tiene un virus.	
El disco está al 97 % de ocupación.	

3 **Para tres incidencias de F1 (1, 3 y 5), escribe el síntoma observable, el subsistema más sospechoso (hardware, software o red) y la primera comprobación sencilla.**

Incidencia	Síntoma observable	Subsistema sospechoso	Primera comprobación
1. No enciende			
3. No abre algunas webs			
5. No puedo guardar			

4 **Elige una incidencia y escribe tres preguntas que harías al usuario para recoger datos antes de actuar.**

FICHA 2 Mapa hardware-software-red

SESIÓN 2

Usa el mapa de F2. Recuerda: el síntoma se ve en un sitio, pero la causa puede estar en otro.

1 **Asigna cada síntoma al subsistema más probable (hardware, software o red) y escribe la pista que te lo indica.**

Síntoma	Subsistema	Pista
No enciende y el LED del cargador no se ilumina		
Aparece «sin acceso a internet» con el Wi-Fi conectado		
Tarda 5 minutos en arrancar y el disco está al 98 %		
Pitidos al arrancar y pantalla negra		
Un programa se cierra solo tras una actualización		
El Wi-Fi se corta cuando se llena el aula		

2 **Ordena estas acciones de menor a mayor intervención (escribe del 1 al 8).**

Orden	Acción
	Restaurar el sistema a un punto anterior
	Comprobar cables, cargador y luces
	Reiniciar el equipo (guardando el trabajo)
	Sustituir una pieza o escalar al soporte
	Revisar los ajustes (Wi-Fi, modo avión, volumen)
	Instalar actualizaciones o reinstalar un controlador (con autorización)
	Observar y anotar el síntoma
	Comprobar el espacio en disco y los programas que más consumen

3 **Dibuja el mapa de un portátil con los tres subsistemas y marca dos componentes que, si fallan, producen los síntomas de la incidencia 3 (algunas webs no cargan).**

4 **Explica dos razones para empezar siempre por lo más sencillo.**

FICHA 3 Comandos y ajustes autorizados

SESIÓN 3

Usa los comandos de F4, las salidas de F5 y los tiempos de F6.

1 **Estación A (F5): ¿qué indica la IP 169.254.37.8 y por qué el ping al router da 100 % de pérdidas?**

2 **Calcula las pérdidas (%) y el tiempo medio (ms) de estos tres pings (4 envíos cada uno; «—» = sin respuesta).**

Destino	Tiempos (ms)	Recibidos	% perdidos	Media (ms)
Router	2,1 · 1,9 · 2,4 · 2,2			
Destino externo	31,0 · — · 33,1 · —			
Servidor apagado	— · — · — · —			

3 **Copia de un archivo de 1,2 GB. Calcula el tiempo por una red de 100 Mbit/s (teórico) y por un Wi-Fi saturado de 5 MB/s reales (F6).**

4 **¿Qué herramienta o ajuste usarías en cada caso y está autorizado (sí, no o con permiso)?**

Quiero…	Herramienta o comando	Autorizado
Saber mi dirección IP		
Comprobar si llego al router		
Ver qué programa consume más memoria		
Ver qué ocupa espacio en el disco		
Entrar en la BIOS para cambiar el arranque		
Desactivar el antivirus «un momento»		

FICHA 4

Estaciones de diagnóstico simuladas

SESIÓN 4

Resuelve las estaciones A a D con las salidas de F5, el ejemplo de disco de F7 y el analizador de F8. Sigue el método de F3: síntoma, hipótesis, comprobación, decisión.

1 **Completa la hoja de diagnóstico de las cuatro estaciones.**

Estación	Dato clave de F5	Hipótesis	Comprobación siguiente	Decisión y solución
A. No hay internet				
B. Algunas webs no cargan				
C. Va muy lento				
D. El Wi-Fi se corta				

2 **Estación C. Con los datos de F7, calcula el porcentaje de disco ocupado y el espacio libre. Si se liberan las descargas y la papelera, ¿cuál es el nuevo porcentaje y el espacio libre?**

3 **Estación D. La señal es de −78 dBm, hay 9 redes vecinas en el canal 6 y se pierde el 37,5 % de los paquetes. Propón dos soluciones y explica por qué mejorarían la conexión.**

4 **Con el analizador de F8, ¿qué diagnóstico da para el router, para el servidor apagado y para el portátil con Wi-Fi débil? ¿Qué datos usa para decidirlo?**

FICHA 5

El árbol de decisión de nuestro manual

SESIÓN 5

Usa el árbol de F3 como modelo. Un buen árbol va de lo sencillo a lo complejo, termina siempre en una acción y marca cuándo hay que escalar.

1 **Completa el árbol del problema «el equipo va lento» (escribe lo que falta en cada celda).**

N.º	Pregunta	Si la respuesta es sí	Si es no
1	¿Hay un programa que consume casi toda la CPU o la RAM?	Cerrar el programa y comprobar	Ir a 2
2	¿El disco tiene menos del 10 % libre?		Ir a 3
3	¿Hay actualizaciones pendientes desde hace semanas?		Ir a 4
4	¿Sigue lento después de reiniciar?		Equipo correcto: anotar

2 **Dibuja el árbol de decisión de la incidencia que ha elegido tu equipo, con preguntas de sí o no, acciones, forma de restaurar y punto de escalado.**

3 **Revisa tu árbol con esta lista.**

- [ ] Empieza por observar o comprobar lo más sencillo.
- [ ] Cada pregunta se puede responder sí o no con un dato.
- [ ] Todas las ramas terminan en una acción o en «escalar».
- [ ] Antes de un cambio hay un punto de restauración o una copia.
- [ ] No incluye acciones prohibidas (BIOS, formatear, desactivar protecciones).
- [ ] Otra persona lo entendería sin ayuda.

FICHA 6

Auditoría cruzada de manuales

SESIÓN 6

Primero practica con un manual ficticio; después audita el manual de otro equipo y aplica las mejoras que te devuelvan.

1 **Este manual ficticio tiene pasos peligrosos. Para cada uno, di si es seguro, por qué y cómo lo corregirías.**

Paso del manual	¿Seguro?	Por qué	Corrección
1. Si no funciona, desactiva el antivirus.			
2. Entra en la BIOS y cambia el orden de arranque.			
3. Formatea el disco sin copiar nada.			
4. Anota la contraseña de administrador en el manual.			
5. Reinicia el router del centro.			

2 **Audita el manual del equipo que has recibido (1 = aún no, 4 = muy bien).**

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
El manual empieza por observar y anotar el síntoma.	○	○	○	○
Los pasos van de menor a mayor intervención.	○	○	○	○
Cada cambio tiene una forma de deshacerlo.	○	○	○	○
No pide acciones prohibidas ni datos personales.	○	○	○	○
Incluye copia de seguridad y prevención.	○	○	○	○
Se entiende sin ayuda de sus autores.	○	○	○	○

3 **Devuelve al equipo tres comentarios: una fortaleza, un fallo y una mejora.**

Fortaleza	Fallo detectado	Mejora propuesta

4 **Anota qué cambios haces en tu manual a partir de la auditoría y por qué.**

FICHA 7 Evidencia individual: el portátil de la biblioteca

SESIÓN 7

Trabajo individual. En la biblioteca del IES Valle del Tiétar (centro ficticio), un portátil no se conecta al Wi-Fi «BIBLIO-EJEMPLO» y otros tres sí. Su ipconfig muestra la IP 169.254.37.8 y el ping a 192.168.1.1 da 0 recibidos de 4. Ayer se actualizó el controlador del Wi-Fi. Tiene 28 GB de documentos de la biblioteca sin copia.

1 **Escribe el síntoma observable, el subsistema más sospechoso y dos hipótesis comprobables.**

2 **Ordena tres comprobaciones de menor a mayor intervención, con el resultado esperado de cada una y qué decidirías. Indica en una frase una acción que NO harías y por qué.**

Comprobación	Resultado esperado	Decisión

3 **Copia de seguridad de 28 GB (1 GB = 1 000 MB). Calcula cuánto tardaría por Wi-Fi a 36 Mbit/s y por cable a 90 MB/s, y di qué harías primero.**

4 **Aplica la regla 3-2-1 a los documentos de la biblioteca: indica las tres copias, los dos tipos de soporte y la copia externa.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Manual de diagnóstico de nuestro equipo. Completadlo a lo largo de las sesiones; es la base de la prueba por otro equipo.

Problema y síntoma observable

Incidencia que cubre el manual y datos medidos, no suposiciones.

Mapa hardware-software-red

Subsistemas implicados y síntomas típicos.

Árbol de decisión, de menor a mayor intervención

Preguntas de sí o no, acciones, restauración y punto de escalado.

Hipótesis, comprobación y resultado

Qué se comprueba, con qué ajuste o comando autorizado y qué resultado se espera.

Decisión y solución

Cambio aplicado y cómo se restaura si falla.

Prevención y copias

Hábitos, actualizaciones y copia 3-2-1.

Seguridad y registro de cambios

Límites del manual y registro con fecha, cambio, resultado y restauración.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Antes de entregar **Manual de diagnóstico de equipo y red**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El manual parte de síntomas observables (con datos como %, ms o dBm) y no de suposiciones.
- [ ] El mapa hardware-software-red relaciona cada síntoma con un subsistema.
- [ ] El árbol de decisión va de menor a mayor intervención, cada pregunta es de sí o no y todas las ramas terminan en una acción o en escalar.
- [ ] Los comandos y ajustes usados son autorizados y de lectura (ipconfig o ip addr, ping al router, monitor de recursos).
- [ ] Antes de cada cambio hay punto de restauración o copia, y cada cambio indica cómo se restaura.
- [ ] Resuelve correctamente las cuatro estaciones simuladas y el caso nuevo, con las unidades de los cálculos.
- [ ] No incluye acciones prohibidas (BIOS, formatear, desactivar protecciones, abrir fuentes) ni datos personales, y usa nombres y direcciones ficticios.
- [ ] Recoge copias 3-2-1 y prevención, y se han anotado las mejoras recibidas en la auditoría cruzada.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

_____

_____

Firma del equipo / fecha de entrega

_____

_____

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Manual de diagnóstico de equipo y red**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	El manual parte de síntomas observables de incidencias concretas, organiza las comprobaciones de menor a mayor intervención con hipótesis explícitas y justifica el orden de cada paso.	El manual cubre una incidencia con síntomas claros y un orden razonable de comprobaciones.	El árbol mezcla suposiciones con síntomas o el orden de las comprobaciones no está justificado.	No parte de un problema concreto ni de síntomas.	
Funcionamiento / evidencia	El manual resuelve correctamente las cuatro estaciones simuladas y el caso nuevo; cada paso indica el resultado esperado con datos (porcentajes, ms, dBm) y otro equipo lo ha probado con éxito.	Resuelve la mayoría de las estaciones con una decisión coherente con los datos de consola.	Resuelve alguna estación, pero hay pasos ambiguos o que no se pueden comprobar.	No consigue diagnosticar ninguna estación con los datos.	
Documentación técnica	Mapa hardware-software-red, árbol de decisión legible, tabla de hipótesis y comprobaciones, registro de cambios con fecha y resultado, unidades correctas y vocabulario técnico preciso; reproducible por otra persona.	Documentación suficiente, con algún dato o unidad sin indicar.	Faltan apartados (restauración, resultado esperado) o el árbol es difícil de seguir.	Documentación insuficiente para entender el procedimiento.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Todas las acciones están autorizadas, incluyen punto de restauración y copia 3-2-1, no tocan BIOS ni protecciones, usan datos ficticios y priorizan reparar y alargar la vida útil del equipo.	Cumple las normas de seguridad y plantea restauración y copias.	Incluye algún paso arriesgado o sin forma de deshacerlo.	Propone acciones prohibidas (desactivar protecciones, formatear sin copia, abrir fuentes) o usa datos reales.	
Iteración y cooperación	Mejora el manual con la auditoría del otro equipo y con los fallos de las pruebas, anota los cambios y reparte bien los roles.	Aplica algunas mejoras de la auditoría y coopera adecuadamente.	Recoge la auditoría pero no cambia el manual, o la cooperación es irregular.	No revisa el manual ni colabora en la auditoría.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé distinguir un síntoma observable de una suposición y proponer una hipótesis comprobable.	○	○	○	○
Sé ordenar comprobaciones de menor a mayor intervención y deshacer un cambio que no funciona.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Un árbol parcialmente construido y casos de opción múltiple para practicar el diagnóstico con el problema «no se oye nada en el portátil».

Árbol parcialmente construido: «No se oye nada»

1. ¿El volumen está subido y el sonido no está silenciado? **No** → subir el volumen y quitar el silencio. **Sí** → pregunta 2.
2. ¿Suena con unos auriculares? **Sí** → ___. **No** → pregunta 3.
3. ¿Suena un vídeo en otro programa o navegador? **Sí** → ___. **No** → pregunta 4.
4. ¿El controlador de audio aparece sin errores en el sistema? **No** → ___ (con autorización). **Sí** → escalar a soporte.

Pistas

- Si suena con auriculares pero no con los altavoces, el fallo está en la salida de sonido o en los altavoces.
- Si falla solo en un programa, el fallo está en el software de ese programa o en su volumen.
- Reinstalar o actualizar un controlador es un cambio: antes hay que crear un punto de restauración.

1 **Completa los tres huecos del árbol con una de estas acciones: «revisar el programa y su volumen», «actualizar o reinstalar el controlador de audio», «revisar los altavoces del equipo o la salida de sonido».**

Hueco de la pregunta 2: _____

Hueco de la pregunta 3: _____

Hueco de la pregunta 4: _____

2 **Elige la mejor primera comprobación en cada caso.**

Un portátil no enciende y el LED del cargador no luce. Primero…

◯ probar otro enchufe o cargador y revisar los cables ◯ reinstalar el sistema ◯ formatear el disco

Un portátil va lento y el disco está al 98 %. Primero…

◯ comprar un equipo nuevo ◯ desactivar el antivirus ◯ ver qué ocupa espacio y hacer una copia

No hay internet y solo falla un equipo. Primero…

◯ cambiar el router ◯ reiniciar el router del centro ◯ comprobar si el Wi-Fi está activado o en modo avión

Un cambio de configuración no ha servido. Después…

◯ no anotar nada ◯ hacer otro cambio encima ◯ restaurar el estado anterior y anotarlo

3 **Escribe qué comando o ajuste usarías para ver si llegas al router y qué resultado indicaría que todo va bien.**

_____

_____

ANEXO 9

Ampliación

SdA 8 · Equipo digital a punto

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Registro de cambios y protocolo de escalado

Un buen soporte técnico deja rastro: qué se cambió, cuándo, con qué resultado y cuándo se avisó a un nivel superior. Añade a tu manual un **registro de cambios** y un **protocolo de escalado**.

Pasos

1. Diseña una tabla de registro de cambios con, al menos, estas columnas: fecha y hora, equipo, síntoma, cambio realizado, resultado (resuelto, sin efecto o peor), ¿restaurado? y responsable.
2. Escribe cuatro criterios para escalar al soporte (por ejemplo, tras tres comprobaciones sin éxito, si hay riesgo de pérdida de datos, si hay que abrir el equipo o si hace falta tocar la BIOS) y un tiempo máximo por incidencia.
3. Prepara una plantilla de «ticket de escalado» con: síntoma, qué se ha probado y con qué resultado, datos medidos, urgencia y copia de seguridad hecha o no.
4. Calcula el tiempo que ahorra el manual: si hay 10 incidencias a la semana y la media baja de 12 a 8 minutos por incidencia, ¿cuántos minutos y horas se ahorran en un curso de 36 semanas?
5. Rellena el registro y un ticket de escalado para una de las estaciones simuladas.

Entrega

Tabla de registro de cambios, criterios y plantilla de escalado, cálculo del ahorro de tiempo y un caso rellenado.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 8 · Equipo digital a punto

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: lo que se observa o se mide; anotar el estado y crear un punto de restauración; restaurar el estado anterior y anotar el resultado; comprobar lo más sencillo (luces, cables, reinicio).
2. O, I, I, O, I, O. («Está roto», «es culpa del router» y «seguro que tiene un virus» son interpretaciones; el LED, los 40 segundos y el 97 % son datos observables o medidos.)
3. 1: síntoma: el LED de carga no se enciende; subsistema: hardware (alimentación); comprobación: probar otro cargador o enchufe y revisar el cable. 3: algunas webs no cargan pero hay conexión; red (DNS) o software; comprobar si el ping a una IP funciona y a un nombre no. 5: mensaje «no hay espacio»; software y almacenamiento; ver el espacio libre del disco.
4. Ejemplos: ¿Qué hacía el equipo justo antes? ¿Cuándo empezó el problema? ¿Ocurre en otros equipos o con otro cargador? ¿Ha cambiado algo (actualización, cable, programa nuevo)? Valorar que sean preguntas de datos, no de culpas.

Ficha 2

1. Hardware (alimentación; el LED no luce); red (el equipo se conecta pero no sale a internet; DNS, DHCP o salida); software y almacenamiento (disco casi lleno); hardware (RAM, pantalla, tarjeta madre; los pitidos son códigos de arranque); software (tras una actualización; controlador o programa); red (cobertura, canal saturado).
2. Orden: 1 Observar y anotar el síntoma; 2 Comprobar cables, cargador y luces; 3 Reiniciar el equipo; 4 Revisar los ajustes; 5 Comprobar el espacio en disco y los programas que consumen; 6 Instalar actualizaciones o reinstalar un controlador (con autorización); 7 Restaurar el sistema a un punto anterior; 8 Sustituir una pieza o escalar al soporte. Se admite intercambiar 5 y 4 si se justifica.
3. Mapa con hardware (alimentación, RAM, almacenamiento), software (sistema, navegador, controladores) y red (tarjeta Wi-Fi, router, DNS). Para «algunas webs no cargan»: DNS (red) y navegador o configuración de red (software).
4. Razones: se ahorra tiempo (una comprobación visual cuesta segundos), se reduce el riesgo de perder datos o estropear algo, y muchas averías tienen una causa sencilla (cable, ajuste, espacio).

Ficha 3

1. 169.254.x.x es una dirección autoasignada: el equipo no ha recibido IP del servicio DHCP del router. Sin IP válida ni puerta de enlace no puede comunicarse con el router, así que el ping no recibe respuesta (100 % perdidos). Hipótesis: problema de conexión Wi-Fi, del router o del adaptador.
2. Router: 4 recibidos, 0 % perdidos, media = (2,1 + 1,9 + 2,4 + 2,2) / 4 = 2,15 ms. Destino externo: 2 recibidos, 50 % perdidos, media = (31,0 + 33,1) / 2 = 32,05 ms (apunta a pérdidas, posible señal o saturación). Servidor apagado: 0 recibidos, 100 % perdidos, sin media.
3. 1,2 GB = 1 200 MB = 9 600 Mbit; a 100 Mbit/s: 96 s. Por Wi-Fi saturado: 1 200 / 5 = 240 s = 4 min.
4. Dirección IP: ipconfig o ip addr (sí). Llegar al router: ping 192.168.1.1 (sí). Programa que consume memoria: monitor de recursos o administrador de tareas (sí). Qué ocupa espacio: ajustes de almacenamiento (sí, sin borrar). BIOS: no sin autorización. Antivirus: no.

Ficha 4

1. A: IP 169.254.37.8 y 100 % perdidos al router; hipótesis: no hay DHCP o el Wi-Fi no se ha conectado bien; comprobación: olvidar la red y reconectar, reiniciar el adaptador, probar otro equipo; si persiste, escalar. B: ping al router y a 198.51.100.7 correctos y falla el nombre; hipótesis: DNS mal configurado (192.168.1.77 no responde); poner el DNS en automático. C: disco al 96,9 % y RAM al 95 %; hipótesis: falta de espacio y exceso de pestañas; cerrar pestañas, liberar espacio con permiso, instalar las 3 actualizaciones. D: −78 dBm, 9 redes en el canal 6 y 37,5 % de pérdidas; hipótesis: señal débil y canal saturado; acercar el equipo, usar el canal 1 u 11 o la banda de 5 GHz.
2. Ocupado: 248 / 256 = 96,9 %; libre: 8 GB. Tras liberar 31 + 13 = 44 GB: 204 / 256 = 79,7 % ocupado; libre 52 GB.
3. Dos soluciones válidas: cambiar el canal del punto de acceso a uno poco ocupado (1 u 11) o usar la banda de 5 GHz; acercar el portátil al punto de acceso. Razón: menos interferencias entre redes y más intensidad de señal (mejor que −65 dBm).
4. Router: 0,0 % de pérdidas y media de 2,1 ms: correcto. Servidor apagado: 100,0 % de pérdidas: sin respuesta (cable, Wi-Fi o equipo apagado). Wi-Fi débil: 37,5 % de pérdidas y media de 107,0 ms: pérdidas altas. Usa el porcentaje de pérdidas y la media de los tiempos.

Ficha 5

1. Ejemplo: 2: si sí → hacer copia, liberar espacio con permiso y volver a comprobar; 3: si sí → instalar las actualizaciones (con punto de restauración); 4: si sí → escalar a soporte (posible fallo de hardware: disco, RAM) o revisar programas de inicio. Se admiten otras acciones coherentes.
2. Árbol propio: valorar preguntas de sí o no con datos, orden de menor a mayor intervención, acciones finales, punto de restauración y «escalar».
3. Lista de comprobación del árbol: autoevaluación; se espera que el equipo corrija las ramas sin acción final.

Ficha 6

1. 1: no es seguro (desactiva una protección; alternativa: no hacerlo y escalar). 2: no sin autorización (la BIOS afecta al arranque; solo el soporte). 3: no es seguro (puede perder datos; hacer antes una copia y consultar). 4: no es seguro (una contraseña de administrador en un documento compromete el equipo; no se anotan contraseñas). 5: no sin autorización (el router es común del centro; avisar al docente).
2. Auditoría del manual de otro equipo; respuestas personales. Valorar que justifiquen con ejemplos del manual y no solo con la puntuación.
3. Tres comentarios concretos y respetuosos: una fortaleza, un fallo y una mejora.
4. Se espera que los cambios respondan a los comentarios recibidos (por ejemplo, añadir restauración, reordenar pasos o quitar una acción prohibida).

Ficha 7

1. Síntoma: el portátil no se conecta al Wi-Fi, tiene IP 169.254.37.8 y el ping al router da 0 de 4 recibidos; otros tres portátiles se conectan. Subsistema: red (adaptador Wi-Fi) y software (controlador actualizado ayer). Hipótesis: el controlador nuevo falla; el adaptador está desactivado o el portátil no recibe DHCP.
2. Ejemplo: 1) mirar que el Wi-Fi está activado y no en modo avión (el adaptador debería ver la red); 2) olvidar la red y reconectar (si funciona, se resuelve); 3) volver al punto de restauración anterior al cambio del controlador (con autorización). Si no funciona, escalar a soporte con los datos. Acción que no se haría: reinstalar o formatear (se perderían los 28 GB sin copia), desactivar el antivirus, entrar en la BIOS sin autorización o reiniciar el router del centro; se acepta cualquiera con razón.
3. 28 GB = 28 000 MB. Wi-Fi a 36 Mbit/s = 4,5 MB/s: 28 000 / 4,5 ≈ 6 222 s ≈ 104 min ≈ 1,7 h. Cable a 90 MB/s: 28 000 / 90 ≈ 311 s ≈ 5,2 min. Primero, hacer la copia por cable (o por una red que funcione) antes de restaurar nada.
4. Ejemplo: original en el portátil, copia en un disco externo y copia en la nube del centro (o en el servidor): tres copias, dos tipos de soporte (disco externo y nube) y una copia fuera del equipo y de la biblioteca.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Pregunta 2: revisar los altavoces del equipo o la salida de sonido. Pregunta 3: revisar el programa y su volumen. Pregunta 4: actualizar o reinstalar el controlador de audio.
2. Probar otro enchufe o cargador y revisar los cables; ver qué ocupa espacio y hacer una copia; comprobar si el Wi-Fi está activo o en modo avión; restaurar el estado anterior y anotarlo.
3. ping 192.168.1.1 (o ping -c 4 en Linux): indica que todo va bien 4 recibidos, 0 % perdidos y una media de pocos ms.

Ampliación (Anexo 9)

1. Registro: fecha y hora, equipo, síntoma, cambio, resultado, ¿restaurado? y responsable. Valorar que haya una fila de ejemplo coherente.
2. Criterios de escalado: tras 3 comprobaciones sin éxito; si hay riesgo de pérdida de datos; si hay que abrir el equipo o usar permisos de administrador; si hay que tocar la BIOS o el firmware. Tiempo máximo: por ejemplo, 15 minutos por incidencia.
3. Ticket: síntoma, comprobaciones hechas y resultado, datos (IP, pérdidas, % de disco), urgencia y copia hecha (sí/no).
4. Ahorro: 10 incidencias · (12 − 8) min = 40 min a la semana; en 36 semanas: 40 · 36 = 1 440 min = 24 horas.
5. Registro y ticket de una estación rellenados con datos de F5; valorar la coherencia con el diagnóstico.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (incidencias y síntomas), sesión 2 (mapa y orden), sesión 3 (comandos y cálculos), sesión 4 (estaciones simuladas; es la sesión más intensa), sesión 5 (árbol de decisión), sesión 6 (auditoría cruzada; reservar 10 minutos para devolver comentarios) y sesión 7 (manual final y ficha individual de 20 minutos).
- Preparación: imprimir o proyectar las salidas de F5 y comprobar que F8 se ejecuta; si se usa una máquina virtual, crear antes un punto de restauración limpio.
- Seguridad: ningún comando de escritura ni acción profunda (BIOS, formateo, permisos). El diagnóstico físico es visual, con el equipo apagado y desenchufado, y sin abrir cargadores ni fuentes. Los ping son solo al router del aula y a destinos indicados.
- Diferenciación: el Anexo 8 aporta un árbol casi completo y preguntas de opción múltiple; el Anexo 9, un registro de cambios y un protocolo de escalado.

Errores frecuentes

- Mezclar síntoma con causa («el router está roto») y saltar a una solución sin comprobar nada.
- Cambiar varias cosas a la vez y no saber cuál ha resuelto el problema, o no deshacer un cambio que no sirvió.
- Confundir Mbit/s con MB/s (hay que dividir entre 8) o GB con GiB al calcular tiempos de copia.
- Interpretar un ping correcto a una IP como prueba de que el DNS funciona (hay que probar también con un nombre).
- Proponer acciones peligrosas («desactiva el antivirus», «formatea», «entra en la BIOS») como paso normal del manual.
- Olvidar la copia de seguridad y el punto de restauración antes de cambiar algo, o creer que una sola copia en el mismo disco es una copia.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar el razonamiento (síntoma, hipótesis, comprobación y decisión con datos) por encima de que el equipo acierte el diagnóstico a la primera.
- Aceptar árboles distintos si van de menor a mayor intervención, terminan en acciones y no incluyen pasos prohibidos.
- En los cálculos, exigir las unidades y admitir pequeñas diferencias de redondeo (por ejemplo, 96,9 % o 97 %).
- En la auditoría cruzada, valorar la concreción y el respeto de los comentarios y que el equipo auditado los use para mejorar su manual.

09

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Ciberseguridad y bienestar

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo reducimos riesgos digitales sin convertir la seguridad en miedo o vigilancia constante?

CURSO
3.º ESO

SESIONES
7 sesiones

BLOQUES DE SABERES
B · D

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE1, CE6

PRODUCTO FINAL
Plan de ciberseguridad y bienestar para un proyecto escolar

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
1.3, 6.1, 6.2, 6.3

Contexto, reto y producto

En el IES Laguna Negra (centro ficticio), el grupo de 3.º C mantiene la Radio Escolar «Voces del Lago»: 24 alumnas y alumnos graban entrevistas y las publican en la plataforma del centro. En pocas semanas han pasado cuatro cosas: alguien borró una carpeta usando una contraseña que conocían las 24 personas del equipo; llegó un mensaje de «soporte» que amenazaba con bloquear la cuenta en 24 horas; el portátil de grabación se estropeó con seis horas de audio sin copia; y un audio con voces y nombres apareció en un perfil público. A esto se suma un grupo de mensajería que se movía hasta la una y media de la madrugada. Marta, la tutora, no quiere llenar el proyecto de prohibiciones ni de miedo, pero tampoco repetir lo ocurrido.

En esta situación el alumnado aprende a **reducir riesgos digitales sin convertir la seguridad en miedo ni en vigilancia constante**. Elabora un **mapa de activos y amenazas**, analiza **mensajes de phishing simulados**, diseña medidas de **contraseñas, doble factor, actualizaciones y copias 3-2-1**, configura la **privacidad de perfiles ficticios**, estudia el **bienestar digital** con datos de uso y redacta reglas de **comunicación y etiqueta digital**. El producto final es un **plan de ciberseguridad y bienestar para el proyecto escolar**, con un **cartel de respuesta** difundido con autoría y licencia, probado en un simulacro cerrado y defensivo.

Reto

Crear y validar un plan de ciberseguridad y bienestar de una cara para el proyecto escolar, con mapa de activos y amenazas, medidas de cuentas, copias, privacidad y bienestar, protocolo de respuesta con ayuda y un cartel de respuesta con licencia, probado en un simulacro y revisado por otro equipo.

Producto final

Plan de ciberseguridad y bienestar para un proyecto escolar.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

CE1 Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.

CE6 Comprender el funcionamiento de los dispositivos y aplicaciones del entorno digital para usarlos de forma eficiente y segura y resolver problemas técnicos sencillos.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

1.3 Adoptar medidas preventivas para la protección de los dispositivos, los datos y la salud personal, identificando problemas y riesgos relacionados con el uso de la tecnología y analizándolos de manera ética y crítica.

6.1 Usar de manera eficiente y segura los dispositivos digitales de uso cotidiano en la resolución de problemas sencillos, analizando los componentes y los sistemas de comunicación, conociendo los riesgos y adoptando medidas de seguridad para la protección de datos y equipos.

6.2 Crear contenidos, elaborar materiales y difundirlos en distintas plataformas, configurando correctamente las herramientas digitales habituales del entorno de aprendizaje, ajustándolas a sus necesidades y respetando los derechos de autor y la etiqueta digital.

6.3 Organizar la información de manera estructurada, aplicando técnicas de almacenamiento seguro.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
D6	Seguridad en la red: amenazas y ataques. Medidas de protección de datos y de información. Bienestar digital: prácticas seguras y riesgos.
D5	Técnicas de tratamiento, organización y almacenamiento seguro de la información. Copias de seguridad.
D4	Herramientas de edición y creación de contenidos: instalación, configuración y uso responsable. Propiedad intelectual.
B1	Habilidades básicas de comunicación interpersonal: vocabulario técnico apropiado y pautas de conducta propias del entorno virtual (etiqueta digital).

Concreción didáctica en esta situación

- Seguridad en la red: amenazas (phishing, malware, suplantación, pérdida de datos) y medidas de protección de dispositivos, cuentas y datos, con enfoque preventivo y ético.
- Autenticación y mantenimiento: contraseñas largas y únicas, gestor de contraseñas, doble factor, actualizaciones y bloqueo de pantalla.
- Almacenamiento seguro y copias de seguridad: regla 3-2-1, tiempos de copia (GB, MB/s) y prueba de restauración.
- Privacidad y propiedad intelectual: permisos mínimos, perfiles privados, autorización de publicación de voces e imágenes, licencias Creative Commons y atribución.
- Bienestar digital y etiqueta digital: análisis del tiempo y del uso, reglas de comunicación, respeto, ciberacoso y a quién pedir ayuda (017 de INCIBE, ANAR, Canal prioritario de la AEPD).

Objetivos didácticos

- Identificar los activos de un proyecto escolar (cuentas, dispositivos, archivos, datos personales y bienestar) y las amenazas que los afectan, de forma preventiva.
- Reconocer señales de phishing, suplantación y malware en mensajes simulados y decidir una respuesta segura sin pulsar ni responder.
- Diseñar medidas de contraseñas largas y únicas, doble factor, actualizaciones y copias 3-2-1, calculando combinaciones y tiempos de copia.
- Configurar la privacidad y los permisos de perfiles ficticios y decidir qué se puede publicar, con autorización y respetando licencias y derechos de autor.
- Analizar hábitos de bienestar digital con datos, redactar reglas de comunicación respetuosas y definir un protocolo de reacción y de ayuda.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Hacemos el mapa de activos y amenazas ficticias de la Radio Escolar

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, relación de los seis incidentes con activo y amenaza (F1) y tres activos nuevos completados en el mapa (F2).

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Analizamos mensajes de phishing simulados y decidimos cómo responder

Evidencia: Ficha 2: señales de alarma del mensaje A y análisis de los mensajes B, C y D (F3), con respuesta segura y aviso al grupo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Diseñamos autenticación, actualización y copia

Evidencia: Ficha 3: combinaciones y tiempos de contraseñas (F4 y F8), tiempo de copia del proyecto (F5) y plan de cuentas, actualizaciones y copias.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Configuramos la privacidad en perfiles ficticios

Evidencia: Ficha 4: ajustes de un perfil ficticio y permisos de una app (F6), con decisiones de publicación justificadas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Estudiamos bienestar, tiempo y comunicación

Evidencia: Ficha 5: cálculos con el diario de uso (F7), reglas de comunicación del equipo y orden de actuación ante un meme ofensivo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Creamos el plan y el cartel de respuesta

Evidencia: Ficha 6: boceto del cartel con pasos, contactos (F9) y licencia, revisión con lista y prueba por otro equipo; plan en la plantilla del Anexo 4.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Simulacro de incidente y reflexión individual

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: análisis individual de un incidente nuevo, respuesta ordenada, elección de contraseña con cálculo y reflexión sobre prevención sin miedo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.3	Análisis de activos, amenazas y mensajes simulados y medidas preventivas adoptadas, con razonamiento ético y crítico (privacidad, respeto, bienestar y prevención sin vigilancia).	Fichas 1, 2, 5 y 7 / observación y rúbrica
6.1	Uso seguro de dispositivos y cuentas: contraseñas, doble factor, actualizaciones, permisos y configuración de privacidad de perfiles ficticios.	Fichas 3 y 4 / lista de cotejo
6.2	Cartel de respuesta y plan difundibles: contenido claro, configuración adecuada de la plataforma, autoría y licencia Creative Commons, y etiqueta digital en las reglas de comunicación.	Ficha 6 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
6.3	Organización de la información y almacenamiento seguro: plan de copias 3-2-1, cálculo de tiempos y prueba de restauración.	Ficha 3 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	El plan parte de activos y amenazas reales del proyecto, prioriza con criterios, compara alternativas de medidas (por ejemplo, contraseña larga frente a gestor y doble factor) y justifica cada decisión sin recurrir al miedo.	El plan identifica los activos y amenazas principales y elige medidas con una justificación suficiente.	La lista de activos o amenazas es parcial o las medidas no se justifican.	No parte de un problema ni de activos concretos del proyecto.
Funcionamiento / evidencia	El plan funciona en el simulacro: la respuesta es correcta y ordenada, los cálculos (combinaciones, tiempos de copia, uso) son exactos y otro equipo lo ha podido seguir y valorar.	Responde bien al simulacro y los cálculos son correctos salvo detalles menores.	Responde solo a una parte del incidente o hay cálculos incompletos.	No aporta pruebas de que el plan sirva ni cálculos.
Documentación técnica	Mapa de activos, tabla de medidas, calendario de copias, protocolo y cartel claros, con unidades correctas, vocabulario preciso, contactos de ayuda correctos y fuentes citadas; reproducible por otra persona.	Documentación suficiente, con algún dato, unidad o fuente sin indicar.	Faltan apartados (restauración, contactos, calendario) o hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para entender el plan.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Todo es defensivo y con datos ficticios, respeta la privacidad y la propia imagen, pide autorización y licencias, cuida el bienestar de las personas y propone medidas proporcionadas, sin vigilancia ni miedo.	Cumple las normas y respeta la privacidad, la autoría y la etiqueta digital.	Incluye alguna medida desproporcionada o un descuido de privacidad o de licencias.	Propone acciones peligrosas (pedir contraseñas, atacar, espiar) o expone datos personales.
Iteración y cooperación	Mejora el plan con los fallos del simulacro y con la prueba del cartel por otro equipo, anota los cambios y reparte los roles con equidad.	Aplica algunas mejoras tras el simulacro y coopera adecuadamente.	Recoge comentarios pero apenas cambia el plan, o la cooperación es irregular.	No revisa el plan ni colabora con el equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo: mensajes y perfiles ficticios impresos o en pantalla (dossier F3, F6, F7), tarjetas de incidentes y hoja de simulacro; ningún mensaje se envía de verdad.
- Ordenador con Python 3 para ejecutar el comparador de contraseñas ficticias (F8) y, si se quiere, un editor de carteles o cartulina, rotuladores y regla.
- Plantillas de los Anexos 3, 4, 5, 6 y 7; calculadora; un banco de imágenes y música con licencia Creative Commons para el cartel (o dibujos propios).
- Opcional: entorno de prácticas con cuentas de prueba del centro (nunca cuentas reales de alumnado) para ensayar la configuración de privacidad y la doble verificación.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Todas las simulaciones son cerradas y defensivas: mensajes impresos o documentos sin enlaces activos, perfiles y datos inventados, cuentas de prueba. No se ejecuta malware real, no se realizan ataques ni pruebas contra cuentas o dispositivos ajenos, no se piden ni se escriben contraseñas reales (el comparador usa ejemplos ficticios) y no se envían mensajes reales. No se publica ninguna voz, imagen o nombre sin autorización (en menores de 14 años, de sus familias). Los teléfonos de ayuda se estudian, no se llaman durante el simulacro. Se trabaja la prevención sin generar miedo ni vigilancia: nadie revisa dispositivos ajenos. Si una situación simulada se parece a algo vivido, se puede parar y hablar con el docente o con la tutora.

Interdisciplinariedad: Tutoría (convivencia, ciberacoso y bienestar emocional) y Valores (derechos y deberes, respeto a la intimidad y a la propia imagen).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Amenazas preclasificadas y plan con opciones.

Ampliación

Anexo 9

Diseñar matriz probabilidad-impacto y priorizar controles.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

«Tu cuenta se bloqueará en 24 horas. Verifícala ahora.» Ese mensaje llegó a la Radio Escolar «Voces del Lago» la misma semana en que alguien borró una carpeta con una contraseña que conocían 24 personas, un portátil se estropeó con seis horas de grabaciones sin copia y un audio con voces y nombres apareció en un perfil público. Nadie quiere asustar a nadie, pero tampoco repetirlo. Vais a diseñar un plan de ciberseguridad y bienestar que proteja el proyecto sin convertirlo en vigilancia ni en miedo: cuentas, copias, privacidad, descansos y un cartel que diga qué hacer cuando algo falla. Al final lo probaréis con un simulacro. ¿Aguantará vuestro plan?

> *¿Cómo reducimos riesgos digitales sin convertir la seguridad en miedo o vigilancia constante?*

Vuestro reto

Crear y validar un plan de ciberseguridad y bienestar de una cara para el proyecto escolar, con mapa de activos y amenazas, medidas de cuentas, copias, privacidad y bienestar, protocolo de respuesta con ayuda y un cartel de respuesta con licencia, probado en un simulacro y revisado por otro equipo.

Lo que vais a producir

Plan de ciberseguridad y bienestar para un proyecto escolar.

Seguridad. Todas las simulaciones son cerradas y defensivas: mensajes impresos o documentos sin enlaces activos, perfiles y datos inventados, cuentas de prueba.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Hacemos el mapa de activos y amenazas del proyecto.
2. Analizamos mensajes de phishing simulados y respondemos con seguridad.
3. Diseñamos contraseñas, doble factor, actualizaciones y copias 3-2-1.
4. Configuramos la privacidad de perfiles ficticios.
5. Estudiamos bienestar, tiempo y comunicación con datos.
6. Creamos el plan y un cartel de respuesta con licencia.
7. Simulacro de incidente y reflexión individual.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Identificar los activos de un proyecto escolar (cuentas, dispositivos, archivos, datos personales y bienestar) y las amenazas que los afectan, de forma preventiva.
- ✓ Reconocer señales de phishing, suplantación y malware en mensajes simulados y decidir una respuesta segura sin pulsar ni responder.
- ✓ Diseñar medidas de contraseñas largas y únicas, doble factor, actualizaciones y copias 3-2-1, calculando combinaciones y tiempos de copia.
- ✓ Configurar la privacidad y los permisos de perfiles ficticios y decidir qué se puede publicar, con autorización y respetando licencias y derechos de autor.
- ✓ Analizar hábitos de bienestar digital con datos, redactar reglas de comunicación respetuosas y definir un protocolo de reacción y de ayuda.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

Todo lo necesario para construir el plan: los seis incidentes de la Radio Escolar, un mapa de activos, amenazas, medidas y respuestas, un mensaje de phishing explicado y tres más para analizar, una tabla de contraseñas con cálculos, un plan de copias con tiempos, un perfil ficticio con sus ajustes de privacidad, un diario de uso para estudiar el bienestar, un comparador de contraseñas en Python, el protocolo de respuesta con los teléfonos de ayuda y un glosario.

F1 Seis incidentes en la Radio Escolar «Voces del Lago»

ESTUDIO DE CASO

El grupo de 3.º C del IES Laguna Negra (24 personas) graba y publica una radio escolar. Marta, la tutora, ha anotado estos seis incidentes de las últimas semanas:

1. **La contraseña compartida.** Todo el equipo usa una única cuenta de la nube con la clave «radio3c». Alguien borró una carpeta de entrevistas y no se sabe quién.
2. **El aviso urgente.** Llegó un correo de «Soporte Aula Virtual» que decía «Tu cuenta se bloqueará en 24 horas» con un botón para verificarla (mensaje A del dossier).
3. **El audio en abierto.** Un audio con las voces y los nombres completos de tres compañeros, uno de ellos de 13 años, se subió a un perfil público de una red social del proyecto, sin pedir permiso.
4. **El portátil estropeado.** El portátil de grabación dejó de arrancar y tenía seis horas de grabaciones sin ninguna copia.
5. **El grupo de madrugada.** En el grupo de mensajería del equipo hubo 143 mensajes en una noche, hasta la una y media, y un meme se burlaba de la voz de un compañero.
6. **El código por favor.** Un «compañero» escribió: «me han bloqueado la cuenta, te llegará un código, pásamelo rápido» (mensaje D del dossier).

Un dato para situar el problema. Según el INE, en 2025 el 96,9 % de los menores de 10 a 15 años en España usó el ordenador, el 96,5 % usó internet y el 67,9 % dispone de teléfono móvil. La tecnología forma parte de su día a día: la cuestión no es evitarla, sino usarla con criterio y con medidas proporcionadas.

Fuente: Caso didáctico ficticio (centro, equipo y personas creados para este cuaderno). Datos de uso: INE, Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares (TIC-H) 2025, nota de prensa del 20 de noviembre de 2025.

¿Qué incidentes se podrían haber evitado con una medida sencilla? ¿Cuáles se podrían haber resuelto mejor con una respuesta ensayada? ¿Qué diferencia hay entre proteger y vigilar?

F2 Mapa de activos, amenazas, medidas y respuestas

ESQUEMA

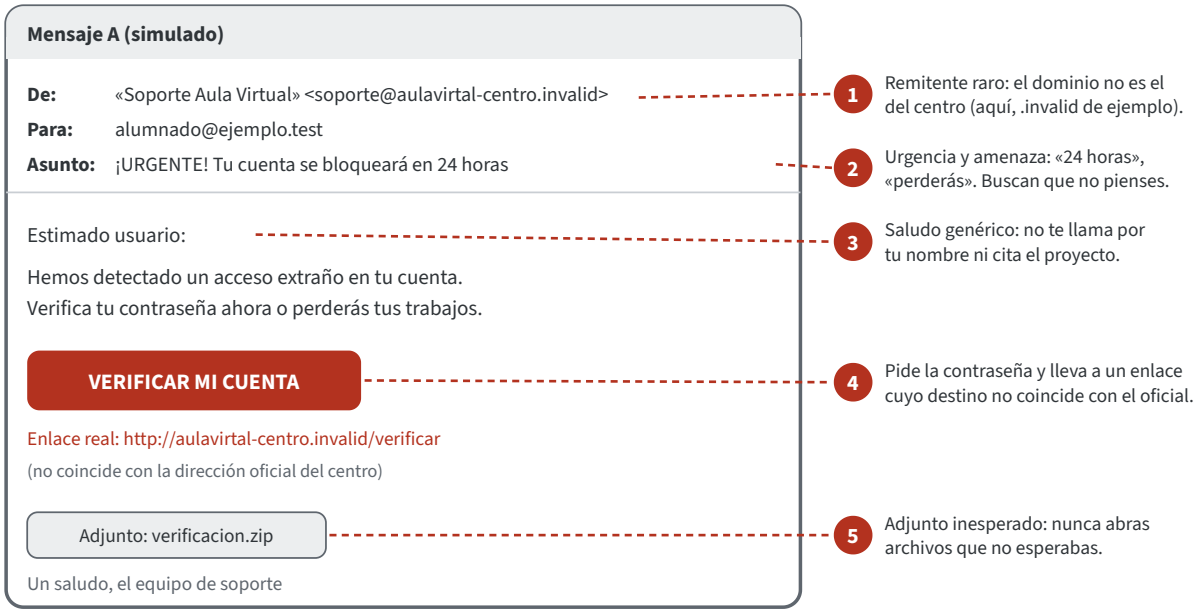
Activo a proteger	Amenaza (ficticia)	Medida preventiva	Si falla: respuesta
Cuentas del proyecto (correo y nube)	Phishing y robo de contraseña (suplantación)	Contraseña larga y distinta en cada cuenta; doble factor	Cambiar la clave, cerrar sesiones y avisar
Dispositivos (portátiles y móviles)	Malware, robo o pérdida del equipo	Actualizar y bloquear la pantalla; apps de la tienda	Desconectar de la red y avisar al docente
Archivos del proyecto (audios y guiones)	Borrado, avería o pérdida de datos	Copia 3-2-1 y comprobar que se puede restaurar	Restaurar la última copia y anotar qué pasó
Datos personales (voces, fotos, nombres)	Difusión sin permiso y exceso de información	Perfiles privados, permisos mínimos y autorización	Pedir la retirada: Canal prioritario, 017
Bienestar (tiempo y comunicación)	Sobreuso, presión del grupo y ciberacoso	Reglas del equipo: horarios, pausas y trato respetuoso	Hablar con una persona adulta; ANAR 900 20 20 10

Un **activo** es algo que tiene valor y hay que proteger: cuentas, dispositivos, archivos, datos personales y también el bienestar de las personas. Una **amenaza** es una causa posible de daño a un activo. La **medida preventiva** actúa antes; la **respuesta** actúa cuando algo ha fallado. Un buen plan tiene las cuatro columnas completas para cada activo importante.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Los números de ayuda se explican en F9.

F3 Anatomía de un mensaje de phishing (simulado) y tres mensajes más

ESQUEMA



Qué hacer: no pulses, no abras el adjunto y no respondas. Comprueba por otro canal (pregunta al docente en persona) y avisa. Si ya has dado la contraseña: cámbiala, cierra sesiones y llama al 017 (INCIBE).

Mensajes para analizar (todos simulados):

B. SMS: «Tu paquete no se pudo entregar. Paga 1,20 € de gastos en http://entrega-rapida.invalid/pago antes de las 18:00 o será devuelto.»

C. Correo en el aula virtual (de la profesora de Tecnología, con su cuenta del centro): «Ensayo de la radio el jueves a las 12:30 en el aula 14. Traed los auriculares. Ya os lo he dicho también en clase.» No tiene enlaces ni adjuntos.

D. Mensajería, de un contacto: «¡Noa, me han bloqueado la cuenta del proyecto! Te va a llegar un código por SMS, pásamelo rápido que me quedo sin las grabaciones.»

Señales de alarma habituales: remitente o dirección que no cuadra; urgencia o amenaza; saludo genérico; petición de contraseñas o códigos; enlaces cuyo destino no coincide; adjuntos inesperados; faltas o un tono raro. **Un solo dato no basta**: hay que mirar el conjunto y, si hay duda, comprobarlo por otro canal (en persona o con una llamada conocida), sin usar los datos del propio mensaje.

Fuente: Mensajes ficticios creados para este cuaderno. Los dominios .invalid y .test están reservados y no existen; ninguna marca real aparece en los ejemplos.

F4 Contraseñas: combinaciones y tiempo de un ataque hipotético

DATOS

Tipo de contraseña	Alfabeto o lista	Longitud	Combinaciones	Tiempo en el ataque hipotético
«123456» (frecuente)	10 cifras	6	$1{,}0 \cdot 10^{6}$	al instante: está en las listas de frecuentes
6 minúsculas	26	6	$3{,}1 \cdot 10^{8}$	menos de 1 s
8 minúsculas	26	8	$2{,}1 \cdot 10^{11}$	21 s
8 minúsculas y números	36	8	$2{,}8 \cdot 10^{12}$	4,7 min
8 de cuatro tipos	94	8	$6{,}1 \cdot 10^{15}$	7,1 días
12 de cuatro tipos	94	12	$4{,}8 \cdot 10^{23}$	≈ 1,5 millones de años
4 palabras al azar	2 000 palabras	4	$1{,}6 \cdot 10^{13}$	26,7 min
6 palabras al azar	2 000 palabras	6	$6{,}4 \cdot 10^{19}$	≈ 203 años

Ejemplo resuelto. Contraseña de 8 caracteres con minúsculas y números (alfabeto de 36 símbolos):

1. Combinaciones = 36^{8} = 2 821 109 907 456 ≈ **$2{,}8 \cdot 10^{12}$**.
2. Tiempo = $2{,}8 \cdot 10^{12}$ / 10^{10} intentos por segundo ≈ 282 s ≈ **4,7 min**.

Qué enseña la tabla: la **longitud** pesa más que los símbolos raros, y una contraseña de uso frecuente cae siempre. Pero los ataques reales rara vez adivinan: lo habitual es el **phishing**, la **reutilización** de la misma clave y las bases de datos filtradas. Por eso, además de contraseñas largas y **únicas** (mejor con un **gestor de contraseñas**), se activa el **doble factor**: aunque roben la clave, hace falta un segundo paso. Un servicio real también limita los intentos, así que el ataque de la tabla es el peor caso.

Fuente: Cálculos de elaboración propia con el programa F8 (Python). Hipótesis solo para comparar: 10 000 millones de intentos por segundo contra una base de datos robada. Recomendaciones: INCIBE, «Contraseñas seguras» (longitud, no reutilizar, gestor de contraseñas y doble factor).

¿Por qué una frase de seis palabras al azar es más fuerte y más fácil de recordar que una clave de 8 caracteres con símbolos? ¿Qué no arregla una contraseña larga?

F5 Plan de copias y actualizaciones del proyecto (ejemplo)

DATOS

Tipo de archivo	Tamaño (GB)	% del total	Copia	A disco USB (100 MB/s)	A la nube por Wi-Fi (5 MB/s)
Grabaciones en bruto	9,6	68,6 %	Semanal	96 s	1 920 s ≈ 32 min
Episodios editados	2,4	17,1 %	Tras cada episodio	24 s	480 s = 8 min
Guiones y documentos	0,2	1,4 %	Diaria (con versiones)	2 s	40 s
Música e imágenes con licencia	1,8	12,9 %	Al añadir archivos	18 s	360 s = 6 min
Total	**14,0**	**100 %**		**140 s ≈ 2,3 min**	**2 800 s ≈ 46,7 min**

Regla 3-2-1. **3** copias (el original y dos más), en **2** tipos de soporte distintos (por ejemplo, disco externo y nube del centro) y **1** copia fuera del equipo. En el proyecto, el original está en el portátil de grabación, una copia en un disco externo y otra en la nube del centro. Así, que se estropee un portátil ya no supone perder seis horas de audio.

Actualizaciones. Se activan las actualizaciones automáticas del sistema, del navegador y de las aplicaciones, y se reinicia cuando el equipo lo pida. Las del router las hace solo el soporte del centro. **Bloqueo de pantalla** siempre activo.

Prueba de restauración. Una vez al mes se recupera un archivo de la copia para comprobar que de verdad se puede restaurar: una copia que nadie ha probado es solo una esperanza.

Fuente: Datos ficticios del proyecto, de elaboración propia. Velocidades orientativas: disco USB 3.0 de 100 MB/s y Wi-Fi saturado de 5 MB/s (1 GB = 1 000 MB). La regla 3-2-1 es una recomendación habitual de copias de seguridad.

F6 Perfil ficticio y privacidad: ajustes arriesgados y recomendados

DATOS

Ajuste o dato	Perfil ficticio @luna_garcia_2010 (arriesgado)	Configuración recomendada	Por qué
Visibilidad del perfil	Público	Privado: solo contactos aprobados	Evita que desconocidos vean fotos y datos
Nombre de usuario	Nombre, apellido y año de nacimiento	Alias sin datos personales	Menos datos para suplantar o localizar
Foto de perfil	Cara y camiseta con el nombre del instituto	Avatar o ilustración	No identifica a la persona ni su centro
Ubicación en las publicaciones	Activada en tiempo real	Desactivada	Revela dónde está y sus rutinas
Quién puede etiquetar y escribir	Cualquier persona	Solo contactos, con aprobación previa	Controla su imagen y reduce contactos no deseados
Permisos de una app de grabación	Micrófono, cámara, contactos, ubicación y almacenamiento	Solo micrófono, mientras se usa	Permisos mínimos: solo lo necesario
Publicar voces o fotos de otras personas	Sin preguntar	Con autorización (menores de 14: de sus familias)	Derecho a la propia imagen y datos personales

Antes de publicar: derechos de autor y licencias. Un contenido sin licencia indicada no se puede reutilizar: pide permiso o busca otro. Las licencias **Creative Commons** indican qué se permite: **CC0** (sin restricciones), **CC BY** (hay que reconocer la autoría), **CC BY-SA** (reconocer autoría y compartir con la misma licencia) y **CC BY-NC** (solo usos no comerciales). Se escribe siempre: título, autoría, licencia y dónde se encontró.

Etiqueta digital. Respetar a las demás personas, no reenviar contenido ajeno sin permiso y no publicar nada que uno no querría que se publicara sobre sí mismo.

Fuente: Perfil y datos ficticios de elaboración propia (no corresponde a ninguna persona ni cuenta real). Protección de datos: Ley Orgánica 3/2018 (LOPDGDD), art. 7: cuando el tratamiento se basa en el consentimiento, el de la persona menor puede fundamentarlo si es mayor de catorce años; por debajo, debe constar el de quien ejerza la patria potestad o tutela. Propia imagen: Ley Orgánica 1/1982. Canal prioritario de la AEPD: retirada urgente de contenido sexual o violento difundido sin consentimiento.

F7 Diario de uso de una semana (ficticio) y reglas de comunicación

DATOS

Día	Estudio y proyecto (h)	Comunicación (h)	Ocio y vídeo (h)	Total (h)	Último uso de la noche
Lunes	1,0	0,8	0,7	2,5	22:10
Martes	1,5	0,7	0,8	3,0	22:30
Miércoles	0,8	0,5	0,7	2,0	21:45
Jueves	1,2	1,0	1,3	3,5	23:15
Viernes	0,5	1,0	1,0	2,5	23:50
Sábado	0,3	1,7	3,0	5,0	00:40
Domingo	0,2	1,3	3,0	4,5	23:20
Semana	**5,5**	**7,0**	**10,5**	**23,0**	

Ejemplo resuelto. Total semanal: 5,5 + 7,0 + 10,5 = 23,0 h. Media diaria: 23,0 / 7 ≈ **3,3 h al día**. Porcentajes: estudio 5,5 / 23,0 = 23,9 %; comunicación 7,0 / 23,0 = 30,4 %; ocio 10,5 / 23,0 = **45,7 %**. Los días laborables suman 13,5 h (media de 2,7 h al día) y el fin de semana, 9,5 h (media de 4,8 h al día).

Cómo leerlo. El diario sirve para **conocerse**, no para juzgar: nadie lo revisa por otra persona. Si la última conexión se retrasa casi cada noche, se puede acordar una regla, como silenciar el grupo por la noche.

Reglas de comunicación del equipo (propuesta de partida): mensajes del proyecto en un horario acordado y silencio nocturno salvo urgencia; no se burla ni se hacen memes de la voz o la imagen de nadie; se pregunta antes de reenviar capturas; se evita escribir en mayúsculas o con insultos; y se hacen descansos de pantalla, por ejemplo con la regla 20-20-20.

Fuente: Datos ficticios de elaboración propia (Noa, 14 años). Datos de contexto: INE, TIC-H 2025. La regla 20-20-20 (cada 20 minutos, mirar durante 20 segundos a unos 6 m) es un consejo habitual para descansar la vista de las pantallas.

¿Qué dato del diario te llama más la atención? ¿Qué regla del equipo propondrías y cómo comprobaríais si funciona sin controlar a nadie?

F8 Comparador de contraseñas ficticias en Python

CÓDIGO

PYTHON

```python
# Comparador didáctico de contraseñas FICTICIAS (no se escribe ninguna contraseña real)
# Hipótesis solo para comparar: 10 000 millones de intentos por segundo contra una base de datos robada
INTENTOS_S = 10_000_000_000
FRECUENTES = {"123456", "qwerty", "contraseña"}

# (descripción, ejemplo ficticio, tamaño del alfabeto o de la lista de palabras, longitud)
casos = [
    ("123456", "123456", 10, 6),
    ("6 minúsculas", "gatito", 26, 6),
    ("8 minúsculas", "montanas", 26, 8),
    ("8 minúsculas y números", "luna2025", 36, 8),
    ("8 de cuatro tipos", "Lu#a7-Zq", 94, 8),
    ("12 de cuatro tipos", "Lu#a7-Zq5!mR", 94, 12),
    ("4 palabras al azar (lista de 2 000)", "faro-nube-tren-pez", 2000, 4),
    ("6 palabras al azar (lista de 2 000)", "faro-nube-tren-pez-sal-gris", 2000, 6),
]

def tiempo(s):
    if s < 1:
        return "menos de 1 s"
    for unidad, valor in (("años", 31_536_000), ("días", 86_400), ("horas", 3_600), ("min", 60)):
        if s ⩾ valor:
            return f"{s / valor:,.1f} {unidad}".replace(",", " ")
    return f"{s:.0f} s"

for nombre, ejemplo, base, largo in casos:
    combinaciones = base ** largo
    if ejemplo in FRECUENTES:
        resultado = "cae al instante: está en las listas de contraseñas frecuentes"
    else:
        resultado = tiempo(combinaciones / INTENTOS_S)
    print(f"{nombre:36} {combinaciones:.2e} combinaciones → {resultado}")
```

Resultado al ejecutarlo (Python escribe el punto decimal y los miles con espacio): «123456» cae al instante; 6 minúsculas, menos de 1 s; 8 minúsculas, 21 s; 8 minúsculas y números, 4,7 min; 8 de cuatro tipos, 7,1 días; 12 de cuatro tipos, unos 1,5 millones de años; 4 palabras al azar, 26,7 min; y 6 palabras al azar, 202,9 años.

Para razonar: la columna de combinaciones se calcula como **base elevada a la longitud** (`base ** largo`); cada carácter o palabra extra multiplica el trabajo del atacante. El programa no comprueba contraseñas reales ni se conecta a nada.

Fuente: Código de elaboración propia, ejecutado con Python 3. No se escribe ninguna contraseña real: los ejemplos son inventados y el programa solo calcula combinaciones y tiempos para comparar.

F9 Protocolo de respuesta ante un incidente y a quién pedir ayuda

PROTOCOLO

Material y herramientas: tarjeta del incidente, cartel de respuesta del equipo, hoja de simulacro y registro de lo ocurrido. **Simulación cerrada:** los mensajes son documentos impresos o en pantalla, sin enlaces activos; no se envía nada ni se llama a ningún teléfono.

Riesgos y equipo de protección: el riesgo no es físico, sino de datos, de imagen y de bienestar. Nadie se queda a solas con un problema: **se pide ayuda**.

Procedimiento de respuesta:

1. **Para:** no pulses, no abras adjuntos, no respondas ni reenvíes.
2. **Guarda pruebas:** haz una captura del mensaje o del perfil (sin difundirla) y anota hora y quién lo envía.
3. **Avisa** a una persona adulta de confianza (docente o tutor) y al equipo, sin culpar a nadie.
4. **Protege las cuentas:** si has dado una clave o un código, cámbiala, cierra sesiones y activa el doble factor.
5. **Recupera:** si hay pérdida de datos, restaura la última copia y anota la fecha.
6. **Pide la retirada** de un contenido publicado sin permiso: primero a quien lo ha publicado y a la plataforma; en contenido sexual o violento sin consentimiento, con una persona adulta, al Canal prioritario de la AEPD.
7. **Cuida a las personas:** habla con quien lo ha sufrido y evita comentarios en el grupo.
8. **Aprende:** anota qué falló y qué medida del plan se cambia.

A quién pedir ayuda: el **017** de INCIBE (ciberseguridad, para cualquier persona, también menores; gratis y confidencial, de 8:00 a 23:00 todos los días); el **900 20 20 10** de ANAR (niños y adolescentes, gratis y confidencial); el **Canal prioritario de la AEPD** (retirada urgente de contenido sexual o violento difundido sin consentimiento; no sirve para mensajería como WhatsApp); y el **112** si hay riesgo inmediato.

Cierre y privacidad: no guardes capturas ni datos personales más tiempo del necesario, no las compartas fuera del equipo y borra los archivos de la simulación.

Resultado esperable: una respuesta ordenada en la que ninguna persona queda sola, se protegen las cuentas y los datos, y el equipo anota una mejora.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Teléfonos y canales: INCIBE (línea 017, gratuita y confidencial, de 8:00 a 23:00 todos los días; WhatsApp 900 116 117 y Telegram @INCIBE017), Fundación ANAR (900 20 20 10, gratuito y confidencial; en algunas comunidades también 116 111) y AEPD (Canal prioritario, por su sede electrónica). Las normas del centro prevalecen.

F10 Glosario de ciberseguridad y bienestar

GLOSARIO

Activo	Algo con valor que hay que proteger: cuentas, dispositivos, archivos, datos personales y bienestar.
Amenaza	Causa posible de daño a un activo (por ejemplo, el phishing o la pérdida de datos).
Phishing	Mensaje engañoso que suplanta a una entidad o persona para conseguir contraseñas, códigos o clics.
Suplantación	Hacerse pasar por otra persona o servicio, o usar su cuenta sin permiso.
Malware	Programa malicioso que daña, espía o bloquea un equipo (virus, troyanos, etc.).
Doble factor	Segundo paso de verificación (por ejemplo, un código) además de la contraseña.
Gestor de contraseñas	Aplicación que guarda y genera contraseñas largas y distintas, protegidas con una clave maestra.
Regla 3-2-1	Tres copias, en dos tipos de soporte, con una copia fuera del equipo.
Permisos mínimos	Conceder a una app solo los permisos que necesita para su función.
Creative Commons	Licencias que indican qué se puede hacer con una obra y qué hay que citar.
Etiqueta digital	Normas de respeto y buena conducta al comunicarse y publicar en entornos digitales.
Bienestar digital	Uso de la tecnología que cuida la salud, el descanso, las relaciones y la atención.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

FICHA 1 Mapa de activos y amenazas

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usa los incidentes de F1 y el mapa de F2.

1 Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.

Un activo digital es…

- ◯ algo con valor que hay que proteger, como cuentas, archivos, datos y también el bienestar
- ◯ solo el ordenador del aula
- ◯ solo las contraseñas

Una amenaza es…

- ◯ una norma del centro
- ◯ una causa posible de daño a un activo, como el phishing
- ◯ un programa antivirus

Prevenir es mejor que solo reaccionar porque…

- ◯ las medidas no cuestan nada
- ◯ se reduce el daño antes de que ocurra
- ◯ así no hace falta copiar nada

Proteger sin vigilancia constante significa…

- ◯ revisar cada día el móvil de todo el equipo
- ◯ acordar medidas sencillas, proporcionadas y comprensibles que se pueden mantener
- ◯ no usar internet nunca

2 Relaciona cada incidente de F1 con el activo afectado y la amenaza.

Incidente	Activo afectado	Amenaza
1. Contraseña compartida «radio3c»		
2. Aviso urgente de «soporte»		
3. Audio con voces y nombres en abierto		
4. Portátil estropeado sin copia		
5. Grupo de madrugada y meme		
6. «Pásame el código»		

3 **Completa el mapa de F2 para tres activos nuevos del proyecto.**

Activo	Amenaza	Medida preventiva	Si falla: respuesta
Grupo de mensajería del equipo			
Autorizaciones de las familias (datos ficticios)			
Micrófonos y grabadoras del aula			

4 **Ordena los activos del proyecto del más grave de perder al menos grave y justifica el primero y el último.**

FICHA 2 Phishing simulado

SESIÓN 2

Trabaja con el mensaje A anotado y con los mensajes B, C y D de F3. Todo es simulado: no se pulsa ni se responde nada.

1 **Escribe cinco señales de alarma del mensaje A y por qué son sospechosas.**

Señal	Dónde está en el mensaje	Por qué es sospechosa

2 **Analiza los mensajes B, C y D.**

Mensaje	¿Phishing? (sí, no o dudoso)	Señales o pruebas	Qué haces
B. SMS del paquete			
C. Ensayo de la radio			
D. «Pásame el código»			

3 **Un mensaje legítimo también puede traer enlaces. Escribe tres comprobaciones seguras que harías antes de pulsar, sin usar los datos del propio mensaje.**

4 **Redacta un aviso breve y respetuoso para el grupo del equipo sobre el mensaje A, sin reenviar el enlace ni culpar a nadie.**

FICHA 3 Autenticación, actualización y copia

SESIÓN 3

Usa los datos de F4, F5 y el comparador de F8. Escribe las unidades en los cálculos.

1 **Contraseña de 8 caracteres con minúsculas y números (36 símbolos). Calcula las combinaciones con la calculadora y el tiempo en el ataque hipotético de F4 (10 000 millones de intentos por segundo).**

2 **Compara tres contraseñas ficticias con los datos de F4.**

Contraseña	Combinaciones	Tiempo hipotético	¿Basta para la nube del proyecto? ¿Por qué?
8 minúsculas y números			
4 palabras al azar			
6 palabras al azar			

3 **Con los datos de F5, calcula cuánto tardaría copiar los 14,0 GB del proyecto a un disco USB de 100 MB/s y a la nube por un Wi-Fi de 5 MB/s, y decide con qué frecuencia haría cada copia.**

4 **Completa el plan de cuentas, actualizaciones y copias del equipo.**

Medida	Cada cuánto o cuándo	Quién	Dónde o cómo
Cuentas individuales en lugar de la contraseña compartida			
Doble factor en las cuentas del proyecto			
Actualizaciones del sistema y del navegador			
Copia 3-2-1			
Prueba de restauración			

FICHA 4

Privacidad en perfiles ficticios

SESIÓN 4

Trabaja con el perfil ficticio y los ajustes de F6. Recuerda: el perfil es inventado y no se publica nada real.

1 **Revisa el perfil ficticio @luna_garcia_2010 y escribe la configuración que recomiendas para cada ajuste.**

Ajuste	Estado arriesgado	Configuración que recomiendas
Visibilidad del perfil	Público	
Nombre de usuario	Nombre, apellido y año de nacimiento	
Foto de perfil	Cara y camiseta con el nombre del instituto	
Ubicación	Activada en tiempo real	
Quién etiqueta y escribe	Cualquier persona	

2 **Una app de grabación pide cinco permisos. Marca cuáles concederías para grabar audio y cuándo.**

Permiso	¿Necesario para grabar audio?	Decisión
Micrófono		
Cámara		
Contactos		
Ubicación		
Almacenamiento		

3 **¿Se puede publicar? Decide y escribe la condición.**

Situación	¿Se puede publicar?	Condición
Foto de grupo con tres alumnos de 13 años en la web del proyecto		
Entrevista en audio a un compañero de 15 años, con su nombre		
Canción de un grupo conocido como sintonía, sin licencia		
Música con licencia CC BY como sintonía		

4 **Escribe una frase del plan sobre perfiles, permisos y publicación de voces e imágenes.**

FICHA 5 Bienestar, tiempo y comunicación

SESIÓN 5

Usa el diario ficticio de Noa de F7. El objetivo es entender hábitos, no juzgar ni vigilar a nadie.

1 **Calcula con el diario: la media diaria de la semana, el porcentaje de cada uso y la media de los días laborables y del fin de semana. Escribe las unidades.**

2 **¿Qué hábito merece una regla del equipo y qué datos del diario la apoyan? Responde sin culpar a Noa.**

3 **Redacta reglas de comunicación para el equipo, con su razón.**

Situación	Regla propuesta	Por qué
Horario de mensajes del grupo		
Memes o bromas sobre la voz o la imagen de alguien		
Reenviar capturas de otras personas		
Mensajes en mayúsculas o con insultos		
Descansos de pantalla		

4 **Ante un meme que ridiculiza a un compañero en el grupo, ordena estas acciones del 1 al 5.**

Orden	Acción
	Avisar a una persona adulta de confianza
	No participar ni reenviar el meme
	Guardar una captura, sin difundirla, con la hora
	Hablar con el compañero afectado para apoyarle
	Pedir en el grupo que se retire y recordar las reglas

FICHA 6 Plan y cartel de respuesta

SESIÓN 6

Vuestro plan debe caber en una cara y el cartel debe entenderse en 10 segundos. Usad los contactos de F9 y las licencias de F6.

1 **Diseña el boceto del cartel de respuesta (A4): título, cinco pasos numerados con verbos, contactos de ayuda y espacio para autoría y licencia.**

2 **Revisa tu cartel con esta lista.**

- [ ] Se entiende en 10 segundos y los pasos empiezan por un verbo.
- [ ] Los contactos de ayuda son los correctos de F9.
- [ ] No contiene datos personales reales ni capturas de nadie.
- [ ] Las imágenes y la música son propias o llevan licencia, con autoría.
- [ ] Tiene buen contraste, letra grande y no depende solo del color.
- [ ] Indica la licencia Creative Commons elegida para el propio cartel.

3 **Elige una licencia Creative Commons para difundir tu cartel y explica qué permite y qué exige a quien lo reutilice.**

4 **Prueba el cartel con otro equipo.**

Pregunta al otro equipo	Su respuesta	Cambio que hago
¿Qué haces si recibes un mensaje urgente con un enlace?		
¿A quién pides ayuda si alguien publica algo tuyo sin permiso?		
¿Qué falta o qué sobra?		

FICHA 7 Evidencia individual: simulacro con un incidente nuevo

SESIÓN 7

Trabajo individual. Hugo (ficticio) recibe un SMS de la nube del centro: «Tu código de verificación es 482 913. No lo compartas». Un minuto después, un contacto le escribe: «Soy Iker, me han bloqueado la cuenta del proyecto. Pásame el código que te ha llegado, rápido, porfa». Hugo usa la clave «radio3c», que conocen 24 personas.

1 **Identifica las señales de alarma y el tipo de amenaza, y explica qué ocurriría si Hugo pasara el código.**

2 **Ordena del 1 al 6 las acciones de Hugo.**

Orden	Acción
	Avisar al docente y al equipo, sin culpar a nadie
	No dar el código ni responder al mensaje
	Cambiar la contraseña y activar el doble factor en sus cuentas
	Comprobar con Iker por otro canal (en persona o llamándole)
	Hacer una captura del mensaje, sin difundirla
	Anotar qué falló y qué medida del plan se cambia

3 **Hugo debe elegir una contraseña nueva: 8 minúsculas y números o 5 palabras al azar de una lista de 2 000. Calcula las combinaciones y el tiempo en el ataque hipotético de F4 y justifica tu elección.**

4 **La pregunta guía es: ¿cómo reducimos riesgos sin convertir la seguridad en miedo o vigilancia constante? Responde con un ejemplo concreto de tu plan.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Plan de ciberseguridad y bienestar de nuestro proyecto escolar. Completadlo a lo largo de las sesiones; es la base del simulacro y de la prueba por otro equipo.

Activos y amenazas principales

Qué protegemos y qué puede fallar (mapa de F2, ordenado por gravedad).

Cuentas y dispositivos

Contraseñas, doble factor, actualizaciones y bloqueo.

Privacidad y publicación

Perfiles, permisos, autorizaciones y licencias.

Copias y almacenamiento seguro

Regla 3-2-1, frecuencia, tiempo y prueba de restauración.

Bienestar y comunicación

Reglas de equipo, horarios y descansos, con datos.

Protocolo de respuesta y ayuda

Pasos numerados y contactos (017, ANAR, AEPD).

Cartel de respuesta (boceto)

Título, pasos, contactos, autoría y licencia.

Simulacro, fallos y mejoras

Qué ocurrió, qué falló y qué cambiamos en el plan.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Plan de ciberseguridad y bienestar para un proyecto escolar**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El plan identifica los activos y las amenazas del proyecto y las relaciona con medidas preventivas y respuestas.
- [ ] Analiza los mensajes simulados con señales concretas y la respuesta es segura: no pulsar, no responder y comprobar por otro canal.
- [ ] Las contraseñas se razonan con cálculos de combinaciones y tiempos (unidades correctas), con cuentas individuales y doble factor.
- [ ] Incluye actualizaciones, copias 3-2-1 con frecuencia y tiempos de copia, y una prueba de restauración.
- [ ] Privacidad: perfiles privados, permisos mínimos, autorización para publicar voces e imágenes (familias en menores de 14) y licencias con autoría.
- [ ] Bienestar y comunicación: reglas razonadas con datos de uso y con etiqueta digital, sin vigilancia ni miedo.
- [ ] El protocolo de respuesta es ordenado y los contactos de ayuda son correctos; el cartel se entiende en 10 segundos y lleva autoría y licencia.
- [ ] Todo es defensivo y con datos ficticios (sin malware, ataques, contraseñas reales ni capturas de personas); las fuentes se citan y se anotan las mejoras tras el simulacro.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Plan de ciberseguridad y bienestar para un proyecto escolar**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	El plan parte de activos y amenazas reales del proyecto, prioriza con criterios, compara alternativas de medidas (por ejemplo, contraseña larga frente a gestor y doble factor) y justifica cada decisión sin recurrir al miedo.	El plan identifica los activos y amenazas principales y elige medidas con una justificación suficiente.	La lista de activos o amenazas es parcial o las medidas no se justifican.	No parte de un problema ni de activos concretos del proyecto.	
Funcionamiento / evidencia	El plan funciona en el simulacro: la respuesta es correcta y ordenada, los cálculos (combinaciones, tiempos de copia, uso) son exactos y otro equipo lo ha podido seguir y valorar.	Responde bien al simulacro y los cálculos son correctos salvo detalles menores.	Responde solo a una parte del incidente o hay cálculos incompletos.	No aporta pruebas de que el plan sirva ni cálculos.	
Documentación técnica	Mapa de activos, tabla de medidas, calendario de copias, protocolo y cartel claros, con unidades correctas, vocabulario preciso, contactos de ayuda correctos y fuentes citadas; reproducible por otra persona.	Documentación suficiente, con algún dato, unidad o fuente sin indicar.	Faltan apartados (restauración, contactos, calendario) o hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para entender el plan.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Todo es defensivo y con datos ficticios, respeta la privacidad y la propia imagen, pide autorización y licencias, cuida el bienestar de las personas y propone medidas proporcionadas, sin vigilancia ni miedo.	Cumple las normas y respeta la privacidad, la autoría y la etiqueta digital.	Incluye alguna medida desproporcionada o un descuido de privacidad o de licencias.	Propone acciones peligrosas (pedir contraseñas, atacar, espiar) o expone datos personales.	
Iteración y cooperación	Mejora el plan con los fallos del simulacro y con la prueba del cartel por otro equipo, anota los cambios y reparte los roles con equidad.	Aplica algunas mejoras tras el simulacro y coopera adecuadamente.	Recoge comentarios pero apenas cambia el plan, o la cooperación es irregular.	No revisa el plan ni colabora con el equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé reconocer las señales de un mensaje de phishing y responder con seguridad, sin pulsar ni responder.	○	○	○	○
Sé explicar por qué una contraseña larga y única con doble factor y una copia 3-2-1 reducen riesgos sin vigilancia.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Amenazas ya clasificadas y un plan con opciones para elegir, con el tema «mi cuenta de la radio».

Amenazas preclasificadas

- **Phishing:** un mensaje engaña para que des tu clave o un código. Se evita no pulsando y comprobando por otro canal.
- **Suplantación:** alguien se hace pasar por otra persona. Se evita con doble factor y no compartiendo códigos.
- **Malware:** un programa dañino llega por un adjunto o una app dudosa. Se evita actualizando y no abriendo archivos inesperados.
- **Pérdida de datos:** un fallo o un borrado elimina archivos. Se evita con copias 3-2-1.
- **Exceso de datos publicados:** se muestra demasiada información personal. Se evita con perfiles privados y permisos mínimos.
- **Presión y ciberacoso:** burlas o exceso de uso del grupo. Se evita con reglas de equipo y pidiendo ayuda a una persona adulta.

Plan con opciones

Para cada punto del plan, elige una opción de cada pareja y justifícala.

1. Contraseña: **a)** «radio3c» para todos **o b)** una frase larga de 5 palabras distinta para cada persona.
2. Cuenta: **a)** solo contraseña **o b)** contraseña y doble factor.
3. Copias: **a)** solo en el portátil **o b)** portátil, disco externo y nube.
4. Perfil: **a)** público con ubicación **o b)** privado y sin ubicación.

1 **Para cada amenaza, elige la medida que mejor la evita (escribe la letra). Medidas: a) perfil privado y permisos mínimos; b) copia 3-2-1; c) no pulsar y comprobar por otro canal; d) doble factor y no compartir códigos.**

Amenaza	Medida (letra)
Phishing	
Pérdida de datos	
Exceso de datos publicados	
Suplantación	

2 **Contesta.**

Si recibes un mensaje urgente con un enlace, lo primero es…

◯ no pulsar, no responder y comprobarlo por otro canal ◯ responder para preguntar quién es

◯ pulsar rápido para no perder la cuenta

Una copia 3-2-1 significa…

◯ tres copias, en dos tipos de soporte y una fuera del equipo ◯ una copia en tres sitios iguales

◯ dos copias en el mismo disco

El doble factor ayuda porque…

◯ evita que el equipo se estropee ◯ aunque roben la clave, hace falta un segundo paso ◯ hace innecesaria la contraseña

Para pedir ayuda por un problema de ciberseguridad puedes llamar al…

◯ 900 20 20 10 solo si es una avería ◯ 112 siempre ◯ 017 de INCIBE, gratuito y confidencial

3 **Elige una opción en cada pareja del plan y justifícala en una frase.**

ANEXO 9

Ampliación

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Matriz de probabilidad e impacto y priorización de controles

No todos los riesgos pesan igual. Una **matriz de probabilidad e impacto** ayuda a decidir qué medida se pone primero. Puntúa cada riesgo de la Radio Escolar y prioriza.

Pasos

1. Escribe al menos seis riesgos del proyecto (por ejemplo, contraseña compartida, phishing, pérdida de datos, perfil público, robo de un portátil, sobreuso nocturno).
2. Puntúa la prob (1 baja, 2 media, 3 alta) y el impa (1 leve, 2 moderado, 3 grave) de cada riesgo y calcula el nivel: nivel = probabilidad × impacto (de 1 a 9).
3. Clasifica: 1 a 2 bajo, 3 a 4 medio y 6 a 9 alto. Dibuja la matriz de 3 × 3 y sitúa cada riesgo.
4. Elige los tres controles más importantes (qué medida, quién y cuándo) y justifica por qué empiezas por ellos.
5. Recalcula el nivel de cada riesgo tras aplicar los controles (nivel residual) y comprueba cuánto baja el riesgo total.

Entrega

Lista de riesgos con probabilidad, impacto y nivel, matriz dibujada, tres controles priorizados y comparación del riesgo antes y después.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 9 · Ciberseguridad y bienestar

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: algo con valor que hay que proteger (cuentas, archivos, datos y bienestar); una causa posible de daño a un activo; se reduce el daño antes de que ocurra; acordar medidas sencillas, proporcionadas y comprensibles.
2. 1: cuenta compartida; suplantación o acceso sin control (no se sabe quién actúa). 2: cuenta o credenciales; phishing. 3: datos personales (voces y nombres de menores); difusión sin permiso. 4: archivos del proyecto (grabaciones); pérdida de datos por avería. 5: bienestar y comunicación; ciberacoso y sobreuso. 6: cuenta; suplantación y robo de código.
3. Ejemplos: grupo de mensajería: amenaza ciberacoso o sobreuso; medida: reglas de equipo y horario; respuesta: hablar con una persona adulta. Autorizaciones: pérdida o difusión de datos; medida: guardarlas con acceso restringido y copia; respuesta: avisar a las familias y a la tutora. Micrófonos: avería o robo; medida: custodia y revisión; respuesta: usar la copia de las grabaciones.
4. Respuesta abierta. Por ejemplo: lo más grave, las grabaciones o los datos personales de menores (irrecuperables o con daño a personas); lo menos grave, la sintonía de reserva. Valorar que se justifique con el daño y la posibilidad de recuperar.

Ficha 2

1. Señales: remitente con dominio que no es del centro (.invalid); urgencia y amenaza («24 horas», «perderás»); saludo genérico («Estimado usuario»); botón que lleva a un enlace cuyo destino no coincide con el oficial y pide la contraseña; adjunto inesperado (verificacion.zip). Basta con cinco.
2. B: phishing (urgencia, pago de 1,20 € en un enlace .invalid, remitente sin identificar); no pulsa, borra y avisa. C: no es phishing (remitente conocido, sin enlaces ni adjuntos, información coherente con lo dicho en clase); se puede responder con normalidad. D: phishing o suplantación (pide un código que llega a tu móvil, con urgencia); no se pasa el código y se comprueba con el compañero por otro canal.
3. Comprobaciones: mirar la dirección completa del remitente; poner el cursor sobre el enlace sin pulsar para ver el destino; preguntar por otro canal (en persona o por una llamada conocida); entrar a la web escribiendo la dirección oficial y no pulsando el enlace; preguntar al docente.
4. Aviso modelo: «Atención: ha llegado un correo que dice que la cuenta se bloquea en 24 horas. Es falso: no pulséis ni respondáis. Si alguien lo ha abierto, que avise a Marta y cambie la clave». Valorar tono respetuoso, sin culpar y sin reenviar el enlace.

Ficha 3

1. $36^8 = 2\,821\,109\,907\,456 \approx 2{,}8 \cdot 10^{12}$. Tiempo = $2{,}8 \cdot 10^{12} / 10^{10} \approx 282$ s ≈ 4,7 min.
2. 8 minúsculas y números: $2{,}8 \cdot 10^{12}$, 4,7 min; insuficiente para la nube del proyecto (unos minutos). 4 palabras: $2\,000^4 = 1{,}6 \cdot 10^{13}$, 1 600 s ≈ 26,7 min; débil. 6 palabras: $2\,000^6 = 6{,}4 \cdot 10^{19}$, $6{,}4 \cdot 10^9$ s ≈ 203 años; suficiente. Aceptar razonamientos que citen la longitud y el doble factor.
3. Disco USB: 14 000 MB / 100 MB/s = 140 s ≈ 2,3 min. Wi-Fi a 5 MB/s: 14 000 / 5 = 2 800 s ≈ 46,7 min. Frecuencias: grabaciones semanales; episodios tras cada uno; guiones a diario con versiones; la nube, de noche o por cable por el tiempo.
4. Plan modelo: cuentas individuales (una por persona), ya, la tutora y el equipo; doble factor en todas las cuentas del proyecto, esta semana; actualizaciones automáticas del sistema y navegador, siempre, cada persona; copia 3-2-1 (portátil, disco externo y nube), semanal y tras cada episodio, la persona de material; prueba de restauración mensual, la persona de pruebas.

Ficha 4

1. Privado (solo contactos aprobados); alias sin datos personales; avatar o ilustración; ubicación desactivada; solo contactos con aprobación.
2. Micrófono: sí, mientras se graba. Cámara: no. Contactos: no. Ubicación: no. Almacenamiento: solo si hace falta guardar el archivo, y mejor limitado a una carpeta. Principio: permisos mínimos.
3. Foto de grupo con alumnos de 13 años: no se publica sin la autorización que resulte aplicable según las normas del centro (en la práctica, la de las familias). Entrevista a un compañero de 15 años: sí con su consentimiento (es mayor de 14, art. 7 de la LOPDGDD), sin datos innecesarios y mejor sin apellidos. Canción sin licencia: no, salvo permiso o buscar otra con licencia. Música CC BY: sí, citando título, autoría y licencia.
4. Frase modelo: «Los perfiles del proyecto serán privados, las apps tendrán solo los permisos necesarios y no se publicará ninguna voz ni imagen sin autorización (y de las familias en menores de 14)».

Ficha 5

1. Media diaria: 23,0 / 7 ≈ 3,3 h. Estudio: 5,5 / 23,0 = 23,9 %; comunicación: 7,0 / 23,0 = 30,4 %; ocio: 10,5 / 23,0 = 45,7 %. Laborables: 13,5 h / 5 = 2,7 h al día; fin de semana: 9,5 / 2 = 4,75 h ≈ 4,8 h al día.
2. Por ejemplo, el último uso nocturno: en cuatro días de siete (jueves, viernes, sábado y domingo) pasa de las 23:00 y el sábado a las 00:40; y el ocio diario del fin de semana (3,0 h) es más de tres veces el de los laborables (0,9 h). Regla del equipo: silenciar el grupo por la noche. Valorar que no se culpe y que se apoye en datos.
3. Ejemplos: mensajes del proyecto de 8:00 a 21:00 y silencio nocturno salvo urgencia; no hacer memes de la voz o la imagen de nadie (respeto y evitar el acoso); preguntar antes de reenviar capturas (privacidad); no escribir en mayúsculas ni insultar (tono respetuoso); descanso con la regla 20-20-20.
4. Orden: 1 No participar ni reenviar el meme; 2 Guardar una captura, sin difundirla, con la hora; 3 Hablar con el compañero afectado para apoyarle; 4 Avisar a una persona adulta de confianza; 5 Pedir en el grupo que se retire y recordar las reglas. Se admite subir el 4 si se justifica.

Ficha 6

1. Cartel modelo: título «Si algo falla»; cinco pasos: 1 Para: no pulses ni respondas. 2 Guarda una captura. 3 Avisa a una persona adulta. 4 Cambia la clave y cierra sesiones. 5 Pide ayuda: 017 (INCIBE) y ANAR 900 20 20 10. Espacio para autoría y licencia.
2. Lista de comprobación: autoevaluación; se espera que corrijan pasos sin verbo, contactos incorrectos, falta de licencia y uso de imágenes sin permiso.
3. Ejemplo: CC BY: permite copiar, adaptar y difundir el cartel, también en otros proyectos, y exige reconocer la autoría. CC BY-SA exige además compartir con la misma licencia; CC0 no exige nada. Se acepta cualquier elección justificada.
4. Ejemplos: si recibo un mensaje urgente, no pulso, no respondo y lo compruebo por otro canal; si alguien publica algo mío, aviso a un adulto y pido la retirada (Canal prioritario si es contenido sexual o violento). La columna «Cambio» debe recoger ajustes concretos.

Ficha 7

1. Señales: el contacto pide un código de verificación que acaba de llegar (los códigos son personales), con urgencia, justo después del SMS; probable suplantación (la cuenta de Iker puede estar tomada o alguien finge ser Iker). Si pasa el código, el atacante entraría en la cuenta del proyecto, y con la clave compartida «radio3c» podría acceder a todo.
2. Orden: 1 No dar el código ni responder; 2 Comprobar con Iker por otro canal; 3 Hacer una captura, sin difundirla; 4 Avisar al docente y al equipo; 5 Cambiar la contraseña y activar el doble factor; 6 Anotar qué falló y qué medida se cambia.
3. 8 minúsculas y números: $36^8 \approx 2{,}8 \cdot 10^{12}$ combinaciones, 282 s ≈ 4,7 min. 5 palabras al azar: $2\,000^5 = 3{,}2 \cdot 10^{16}$ combinaciones; $3{,}2 \cdot 10^{16} / 10^{10} = 3{,}2 \cdot 10^6$ s ≈ 37,0 días. Elección razonable: 5 palabras (más fuerte y más fácil de recordar), distinta de «radio3c», con doble factor; mejor aún, 6 palabras.
4. Ejemplo: en mi plan, la contraseña larga y el doble factor protegen la cuenta sin que nadie tenga que mirar los móviles de otros, y las reglas de comunicación se acuerdan entre todos y nadie controla a nadie. El miedo se evita ensayando qué hacer con el cartel y el simulacro. Valorar proporcionalidad y respeto.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Phishing: c; pérdida de datos: b; exceso de datos publicados: a; suplantación: d.
2. Test: no pulsar, no responder y comprobarlo por otro canal; tres copias, dos tipos de soporte y una fuera del equipo; aunque roben la clave, hace falta un segundo paso; 017 de INCIBE, gratuito y confidencial.
3. Plan: 1 b; 2 b; 3 b; 4 b. Justificaciones: una frase larga y distinta para cada persona evita que una filtración afecte a todos; el doble factor añade un segundo paso; con tres copias un fallo no pierde nada; un perfil privado sin ubicación expone menos.

Ampliación (Anexo 9)

1. Ejemplo de riesgos (probabilidad × impacto = nivel): contraseña compartida 3 × 3 = 9 (alto); phishing 3 × 2 = 6 (alto); pérdida de datos 2 × 3 = 6 (alto); perfil público 2 × 2 = 4 (medio); robo de un portátil 1 × 3 = 3 (medio); sobreuso nocturno 3 × 1 = 3 (medio). Suma = 31.
2. Matriz: eje horizontal impacto, eje vertical probabilidad; los riesgos de 6 a 9 en la zona superior derecha.
3. Controles prioritarios: 1 cuentas individuales y contraseñas largas con doble factor (reduce los niveles 9 y 6); 2 copia 3-2-1 (pérdida de datos); 3 reglas de equipo y formación en phishing.
4. Nivel residual de ejemplo: contraseña compartida 1 × 3 = 3; phishing 2 × 2 = 4; pérdida de datos 1 × 3 = 3; perfil público 1 × 2 = 2; robo 1 × 3 = 3; sobreuso 2 × 1 = 2. Suma = 17: el riesgo total baja de 31 a 17 (≈ 45 %). Valorar que los números sean coherentes con las medidas.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (mapa de activos), sesión 2 (phishing), sesión 3 (contraseñas, copias y plan), sesión 4 (privacidad), sesión 5 (bienestar y comunicación), sesión 6 (plan y cartel con prueba cruzada; reservar 10 minutos) y sesión 7 (simulacro en equipo y ficha individual de 20 minutos).
- Preparación: imprimir los mensajes B, C y D y las tarjetas de incidente, y comprobar que F8 se ejecuta. El simulacro se hace con documentos impresos: no se envían mensajes ni se llama a ningún teléfono.
- Seguridad y tono: ninguna contraseña real, ningún ataque ni malware, ninguna captura de personas. El enfoque es preventivo: se evita el alarmismo y se deja claro que pedir ayuda no tiene culpa. Si alguien comenta una situación personal, atenderla fuera del aula con la tutora.
- Diferenciación: el Anexo 8 aporta amenazas preclasificadas y un plan con opciones; el Anexo 9, una matriz de probabilidad e impacto. Roles rotatorios: coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación.

Errores frecuentes

- Creer que una contraseña con símbolos raros pero corta es mejor que una frase larga, o reutilizar la misma clave en todo.
- Dar por seguro un mensaje solo porque parece conocido, o dar por falso uno legítimo; hay que valorar el conjunto de señales y comprobar por otro canal.
- Pasar códigos de verificación a otra persona, aunque parezca un compañero.
- Pensar que una copia en el mismo portátil o disco ya es una copia 3-2-1, o no probar nunca la restauración.
- Confundir proteger con vigilar: proponer revisar móviles ajenos o prohibir sin acordar reglas.
- Publicar voces o fotos de menores sin autorización, o usar música e imágenes sin licencia ni autoría.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar el razonamiento (activos, amenazas, medidas y respuesta) y que el plan sea proporcionado y aplicable; no exigir un único plan correcto.
- En los cálculos, exigir unidades y admitir pequeñas diferencias de redondeo (por ejemplo, 4,7 min o 282 s).
- En el cartel, valorar la claridad en 10 segundos, los contactos correctos, la autoría y la licencia, y que no contenga datos personales.
- En los productos abiertos (plan, cartel, reglas), aceptar soluciones distintas si cumplen las medidas, son defensivas y respetan la privacidad y el bienestar.

10

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Tecnología, sociedad y ODS

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo diseñamos una solución tecnológica que aporte valor sin trasladar el problema a otra parte?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE4, CE7	PRODUCTO FINAL Proyecto final de tecnología sostenible	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 2.1, 2.2, 4.1, 7.1, 7.2

Contexto, reto y producto

El IES Sierra Alta (centro ficticio) organiza su primera Feria de Tecnología Sostenible. Los equipos de 3.º ESO eligen uno de cuatro retos reales del instituto (energía, residuos, movilidad o accesibilidad), diseñan una solución y la presentan en la feria con un dossier y un prototipo, un modelo o un servicio simulado. Los visitantes (familias, profesorado y una concejala ficticia de medio ambiente) harán tres preguntas incómodas a cada equipo: «¿cómo sabéis que funciona?», «¿qué problema traslada a otro sitio?» y «¿qué pasaría si lo hiciera todo el mundo?». Lucía, la jefa de estudios, lo resume así: «No queremos soluciones bonitas, sino soluciones que se puedan medir y que no lo estropeen todo por otro lado».

En esta situación el alumnado integra **necesidad, evidencia, diseño e impacto**. Define el problema con datos y fuentes contrastadas, escribe **requisitos medibles y un indicador de éxito**, elige entre ideas con una **matriz de decisión**, construye y prueba un **prototipo o modelo**, y **evalúa beneficios, costes y efectos secundarios**, incluido el **efecto rebote**. Relaciona su proyecto con los **ODS** y con la historia de la tecnología, incorpora la **accesibilidad y la sostenibilidad desde los requisitos** y reflexiona sobre el uso ético de las **tecnologías emergentes**. El producto final es un **proyecto de tecnología sostenible** con dossier, prototipo y defensa pública, que comunica con transparencia sus límites.

Reto

Crear y defender en una feria un proyecto final de tecnología sostenible de una cara, con necesidad definida con datos, requisitos e indicador de éxito, solución elegida con matriz, prototipo o modelo probado, evaluación de impacto (beneficio, coste, efecto secundario y rebote) y relación con los ODS, revisado por otro equipo.

Producto final

Proyecto final de tecnología sostenible.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

- **CE1** Buscar y seleccionar información de forma crítica y segura, analizar productos y experimentar con simulaciones para definir problemas tecnológicos.
- **CE2** Abordar problemas con autonomía, creatividad y cooperación para diseñar y planificar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles.
- **CE4** Describir, representar e intercambiar ideas y soluciones con la simbología, el vocabulario y las herramientas digitales adecuadas.
- **CE7** Hacer un uso responsable y ético de la tecnología, valorar su impacto y contribuir a un desarrollo sostenible.

Criterios de evaluación seleccionados (redacción oficial del RD 217/2022)

- **1.1** Definir problemas o necesidades planteadas, buscando y contrastando información procedente de diferentes fuentes de manera crítica, evaluando su fiabilidad y pertinencia.
- **2.1** Idear y diseñar soluciones eficaces, innovadoras y sostenibles a problemas definidos, aplicando conceptos, técnicas y procedimientos interdisciplinares, así como criterios de sostenibilidad, con actitud emprendedora, perseverante y creativa.
- **2.2** Seleccionar, planificar y organizar los materiales y herramientas, así como las tareas necesarias para la construcción de una solución a un problema planteado, trabajando individualmente o en grupo de manera cooperativa y colaborativa.
- **4.1** Representar y comunicar el proceso de creación de un producto desde su diseño hasta su difusión, elaborando documentación técnica y gráfica con la ayuda de herramientas digitales, empleando los formatos y el vocabulario técnico adecuados, de manera colaborativa, tanto presencialmente como en remoto.
- **7.1** Reconocer la influencia de la actividad tecnológica en la sociedad y en la sostenibilidad ambiental a lo largo de su historia, identificando sus aportaciones y repercusiones y valorando su importancia para el desarrollo sostenible.
- **7.2** Identificar las aportaciones de las tecnologías emergentes al bienestar, a la igualdad social y a la disminución del impacto ambiental, haciendo un uso responsable y ético de las mismas.

Saberes básicos oficiales seleccionados (transcripción del RD 217/2022)

Código	Saber básico
E1	Desarrollo tecnológico: creatividad, innovación, investigación, obsolescencia e impacto social y ambiental. Ética y aplicaciones de las tecnologías emergentes.
E2	Tecnología sostenible. Valoración crítica de la contribución a la consecución de los Objetivos de Desarrollo Sostenible.
A1	Estrategias, técnicas y marcos de resolución de problemas en diferentes contextos y sus fases.
A2	Estrategias de búsqueda crítica de información durante la investigación y definición de problemas planteados.
B4	Herramientas digitales para la elaboración, publicación y difusión de documentación técnica e información multimedia relativa a proyectos.

Concreción didáctica en esta situación

- Desarrollo tecnológico y sociedad: aportaciones y repercusiones de la tecnología a lo largo de la historia (energía, transporte, materiales, comunicación), obsolescencia e impacto social y ambiental.
- Tecnología sostenible: valoración crítica de la contribución a los Objetivos de Desarrollo Sostenible; ahorro de energía, residuos, movilidad y accesibilidad; ciclo de vida y efecto rebote.
- Resolución de problemas: definición de la necesidad, partes interesadas, requisitos medibles, indicadores de éxito, matriz de decisión, prototipo, pruebas e iteración.
- Búsqueda crítica de información: fuentes oficiales, fecha, fiabilidad, contraste de datos y cita; uso crítico y citado de la inteligencia artificial.
- Documentación y difusión: dossier técnico de una cara, esquemas acotados, tablas y gráficos con unidades, y defensa oral en una feria.

Objetivos didácticos

- Definir un problema real del centro con datos y fuentes contrastadas, evaluando su fiabilidad y su pertinencia.
- Escribir requisitos medibles y un indicador de éxito (con unidad, valor de partida y valor objetivo) que incorporen accesibilidad y sostenibilidad.
- Idear alternativas, elegir con una matriz de decisión y planificar materiales, herramientas y tareas del equipo.
- Construir y probar un prototipo, modelo o servicio simulado, y evaluar beneficios, costes y efectos secundarios (incluido el efecto rebote) con cálculos correctos.
- Relacionar el proyecto con los ODS y con la historia de la tecnología, valorar de forma ética las tecnologías emergentes y comunicar con transparencia los límites y las decisiones.

Metodología

Aprendizaje basado en retos

La tarea parte de una necesidad, problema, sistema o decisión técnica con un producto verificable.

Iteración

Se planifica, construye/configura/simula, prueba, registra el fallo y se mejora.

Pensamiento técnico

Las decisiones se justifican mediante requisitos, esquemas, datos, pruebas, criterios de seguridad y limitaciones.

Trabajo cooperativo

Roles rotatorios: coordinación, documentación, material/seguridad, pruebas y comunicación.

Competencia digital

Las herramientas digitales se usan cuando aportan diseño, simulación, programación, documentación o colaboración, no como mero adorno.

Secuencia de sesiones y actividades

Cada sesión genera una **evidencia** que se recoge en la ficha correspondiente del Anexo 3. Los datos, esquemas, especificaciones y ejemplos de trabajo están en el dossier técnico del Anexo 2.

1

SESIÓN 1

Elegimos reto entre energía, residuos, movilidad o accesibilidad

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, elección razonada del reto con datos de F1 y F4, redacción de la necesidad y cálculo del dato de partida.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Investigamos fuentes y partes interesadas

Evidencia: Ficha 2: valoración de la fiabilidad de tres fuentes, partes interesadas, aportaciones y repercusiones de dos tecnologías de la cronología (F3) y contraste de un dato.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Definimos requisitos e indicadores

Evidencia: Ficha 3: requisitos medibles (incluidos accesibilidad y sostenibilidad), indicador de éxito con valor objetivo y evaluación de riesgos del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Ideamos y seleccionamos la solución

Evidencia: Ficha 4: tres ideas bocetadas, matriz de decisión con pesos y totales calculados (F7) y justificación de la elección.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Desarrollamos el prototipo, el modelo o el servicio

Evidencia: Ficha 5: plan de tareas y materiales, esquema acotado, registro de pruebas con medidas y cálculo con la calculadora de impacto (F8).

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Evaluamos el impacto y revisamos

Evidencia: Ficha 6: tabla de beneficio, coste y efecto secundario, cálculo del efecto rebote (F5 y F6), relación con los ODS (F1) y mejora tras la revisión de otro equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Feria final con dossier y preguntas del público

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: caso nuevo de sensores y tecnologías emergentes con ahorro neto, ética y respuesta a la pregunta guía.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

La evaluación combina evidencia del proceso, producto o configuración final, documentación técnica, pruebas/validación, trabajo seguro y una tarea individual de transferencia. El acabado visual no sustituye la funcionalidad, el razonamiento ni la trazabilidad de las decisiones.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Definición de la necesidad con datos y fuentes contrastadas, con valoración de su fiabilidad y pertinencia, y partes interesadas identificadas.	Fichas 1 y 2 / observación y rúbrica
2.1	Requisitos medibles, indicador de éxito, ideas alternativas y elección con matriz de decisión que incorpora criterios de sostenibilidad y accesibilidad.	Fichas 3 y 4 / rúbrica
2.2	Planificación y organización de materiales, herramientas y tareas del equipo, con roles, evaluación de riesgos y registro de pruebas del prototipo.	Ficha 5 y plantilla (Anexo 4) / lista de cotejo
4.1	Dossier y cartel de la feria: documentación técnica y gráfica clara, esquemas acotados, unidades, vocabulario técnico, fuentes citadas y defensa oral del proceso.	Ficha 6, plantilla (Anexo 4) y feria / rúbrica
7.1	Influencia de la tecnología en la sociedad y en la sostenibilidad a lo largo de la historia, con aportaciones y repercusiones, y evaluación del impacto del proyecto (efecto rebote y efectos secundarios).	Fichas 2 y 6 / observación y rúbrica
7.2	Aportaciones de las tecnologías emergentes al bienestar, a la igualdad y a la reducción del impacto ambiental, con uso responsable y ético, y relación del proyecto con los ODS.	Fichas 6 y 7 / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	El proyecto parte de una necesidad real con datos y fuentes contrastadas, fija requisitos medibles e indicador de éxito, compara al menos tres ideas con una matriz bien calculada y justifica la decisión con criterios de sostenibilidad y accesibilidad.	Define la necesidad y los requisitos principales y elige una idea con la matriz, con justificación suficiente.	La necesidad o los requisitos son vagos, o la elección no se apoya en criterios.	No relaciona la solución con una necesidad definida ni con datos.
Funcionamiento / evidencia	El prototipo, modelo o servicio se prueba con medidas y se compara con el indicador de éxito; los cálculos de ahorro, coste y retorno son exactos, se interpretan los límites y otro equipo ha podido reproducir las pruebas.	Cumple la función principal y aporta pruebas y cálculos suficientes, con algún error menor.	Funciona solo en parte o las pruebas y los cálculos son incompletos.	No demuestra funcionamiento ni aporta evidencia suficiente.
Documentación técnica	Dossier de una cara con esquemas acotados, tablas y gráficos con unidades, vocabulario técnico preciso, fuentes citadas con licencia y proceso reproducible por otra persona.	Documentación suficiente y generalmente correcta, con algún dato o unidad sin indicar.	Faltan elementos (unidades, fuentes, esquemas) o hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para comprender el proyecto.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Integra desde el diseño la seguridad (evaluación de riesgos, sin intervenir en instalaciones), la accesibilidad, la privacidad y la sostenibilidad, evalúa efectos secundarios y rebote y comunica con transparencia los límites, sin trasladar el problema.	Cumple las normas de seguridad y considera los impactos principales, con alguna mención al rebote o a los efectos secundarios.	Necesita recordatorios de seguridad o trata los impactos de forma superficial.	Incumple normas de seguridad o ignora los riesgos y los impactos.
Iteración y cooperación	Mejora el proyecto con los fallos de las pruebas y con la revisión de otro equipo, anota los cambios, reparte los roles con equidad y responde a las preguntas de la feria con argumentos.	Aplica algunas mejoras tras las pruebas y la revisión y coopera adecuadamente.	Recoge comentarios pero apenas cambia el proyecto, o la cooperación es irregular.	No revisa el proyecto ni colabora con el equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo: dossier técnico (F1 a F10), hoja de cálculo o calculadora, ordenador con Python 3 para la calculadora de impacto (F8) y plantillas de los Anexos 3 y 4.
- Para el prototipo, según el reto: cartulina, cartón, madera blanda, impresión 3D o cortadora láser del centro (con docente), bridas y cinta; para un modelo electrónico, pilas o fuente de baja tensión (no más de 12 V de corriente continua) y LED con su resistencia.
- Fuentes y datos preparados en el dossier; opcionalmente, un medidor de consumo, una cinta métrica y un nivel para medir en el aula con permiso.
- Papel, rotuladores y cartulina para el cartel de la feria; un banco de imágenes con licencia Creative Commons o dibujos propios.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Cada equipo realiza una evaluación de riesgos específica (Ficha 3) antes de construir. No se interviene directamente en instalaciones eléctricas, de agua o de calefacción del centro ni en vehículos: se estudia, se mide con permiso y se simula en un modelo. Si el prototipo es eléctrico, solo con pilas o fuente de baja tensión (no más de 12 V de corriente continua), nunca con la red de 230 V, y los LED llevan su resistencia. Las herramientas y máquinas solo se usan con el docente, con gafas y ropa adecuada. Las encuestas son anónimas o ficticias, sin nombres, fotos ni datos personales. La inteligencia artificial se usa de forma crítica: se contrasta con fuentes y se cita. Las pilas, los cables y los componentes usados se llevan a un punto de recogida y no a la basura.

Interdisciplinariedad: Geografía (territorio, movilidad y recursos), Economía (coste, ahorro y retorno de la inversión) y Biología (impacto en los ecosistemas y la salud).

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Modelos, esquemas, fotografías, simulaciones, tutoriales breves, ejemplos resueltos y vocabulario técnico visual.

Acción y expresión

Memoria, maqueta, prototipo, simulación, código, plano o presentación cuando sea compatible con el criterio evaluado.

Implicación

Retos cercanos, elección acotada, roles de equipo y pruebas con propósito realista.

Apoyo / refuerzo

Anexo 8

Retos cerrados y matriz de decisión.

Ampliación

Anexo 9

Añadir análisis de ciclo de vida o escenario de rebote tecnológico.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

«Soluciones bonitas, no: soluciones que se puedan medir y que no estropeen todo por otro lado.» Lucía, la jefa de estudios, os lanza el reto: en la Feria de Tecnología Sostenible del instituto, cada equipo elegirá un problema real (energía, residuos, movilidad o accesibilidad), lo medirá, diseñará una solución, la probará y la defenderá ante familias y una concejala. Os harán tres preguntas incómodas: cómo sabéis que funciona, qué problema traslada a otro sitio y qué pasaría si lo hiciera todo el mundo. Para responder con datos, tendréis que pensar en el impacto desde el primer día.

> *¿Cómo diseñamos una solución tecnológica que aporte valor sin trasladar el problema a otra parte?*

Vuestro reto

Crear y defender en una feria un proyecto final de tecnología sostenible de una cara, con necesidad definida con datos, requisitos e indicador de éxito, solución elegida con matriz, prototipo o modelo probado, evaluación de impacto (beneficio, coste, efecto secundario y rebote) y relación con los ODS, revisado por otro equipo.

Lo que vais a producir

Proyecto final de tecnología sostenible.

Seguridad. Cada equipo realiza una evaluación de riesgos específica (Ficha 3) antes de construir.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Elegimos reto: energía, residuos, movilidad o accesibilidad.
2. Investigamos fuentes y partes interesadas.
3. Definimos requisitos e indicadores de éxito.
4. Ideamos y elegimos la solución con una matriz.
5. Desarrollamos y probamos el prototipo o el modelo.
6. Evaluamos el impacto, el rebote y los ODS.
7. Feria final con dossier y preguntas del público.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Definir un problema real del centro con datos y fuentes contrastadas, evaluando su fiabilidad y su pertinencia.
- ✓ Escribir requisitos medibles y un indicador de éxito (con unidad, valor de partida y valor objetivo) que incorporen accesibilidad y sostenibilidad.
- ✓ Idear alternativas, elegir con una matriz de decisión y planificar materiales, herramientas y tareas del equipo.
- ✓ Construir y probar un prototipo, modelo o servicio simulado, y evaluar beneficios, costes y efectos secundarios (incluido el efecto rebote) con cálculos correctos.
- ✓ Relacionar el proyecto con los ODS y con la historia de la tecnología, valorar de forma ética las tecnologías emergentes y comunicar con transparencia los límites y las decisiones.

¿Cómo me evaluarán?

Con la rúbrica del producto final (Anexo 6), la lista de cotejo (Anexo 5) y una reflexión personal (Anexo 7). ¡Revisadlas antes de empezar!

ANEXO 2

Dossier técnico

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

Todo lo necesario para llevar el proyecto de principio a fin: los cuatro retos del instituto con sus datos, el marco de resolución, una cronología de la tecnología y el medio ambiente, una tabla de datos y factores verificados, un ejemplo resuelto de evaluación de impacto con efecto rebote (y su gráfico), una matriz de decisión resuelta, una calculadora de impacto en Python, el protocolo de prueba y de feria, y un glosario.

F1 Cuatro retos del IES Sierra Alta

ESTUDIO DE CASO

Lucía, la jefa de estudios del IES Sierra Alta, propone cuatro retos. Cada equipo elige uno y lo trabaja durante siete sesiones.

A. Energía: la iluminación de pasillos y biblioteca. Hay 16 tubos fluorescentes de 36 W encendidos 8 h al día durante los 180 días lectivos. *Indicador posible:* kWh al año. *ODS 7 («Energía asequible y no contaminante») y 13 («Acción por el clima»).*

B. Residuos: pilas, cargadores y cables. En el instituto se tiran a la basura general, cada mes, unos 30 cargadores y cables rotos y 45 pilas (datos ficticios), y no existe ningún punto de recogida. *Indicador posible:* unidades entregadas a un punto autorizado al mes y porcentaje sobre las desechadas. *ODS 12 («Producción y consumo responsables»).*

C. Movilidad: llegar al centro. Encuesta anónima y ficticia a 360 alumnas y alumnos: 118 llegan en coche (32,8 %), 142 a pie (39,4 %), 62 en autobús (17,2 %) y 38 en bicicleta (10,6 %). El trayecto medio en coche es de 3,0 km (ida). *Indicador posible:* kg de CO2 al año o porcentaje de personas que llegan a pie o en bici. *ODS 11 («Ciudades y comunidades sostenibles») y 13.*

D. Accesibilidad: rampa y web. Se proyecta una rampa nueva para el acceso al patio con un desnivel de 0,45 m y una longitud inicial de 4,0 m. Además, la web del centro usa texto gris #999999 sobre fondo blanco. *Indicador posible:* pendiente de la rampa (%) y contraste del texto (:1). *ODS 10 («Reducción de las desigualdades») y 11.*

Qué se presenta en la feria: un dossier de una cara, un prototipo, modelo o servicio simulado, un indicador de éxito medido, la evaluación del impacto (beneficio, coste, efecto secundario y rebote) y la relación con los ODS. **Preguntas del público:** «¿Cómo sabéis que funciona?», «¿Qué problema traslada a otro sitio?» y «¿Qué pasaría si lo hiciera todo el mundo?».

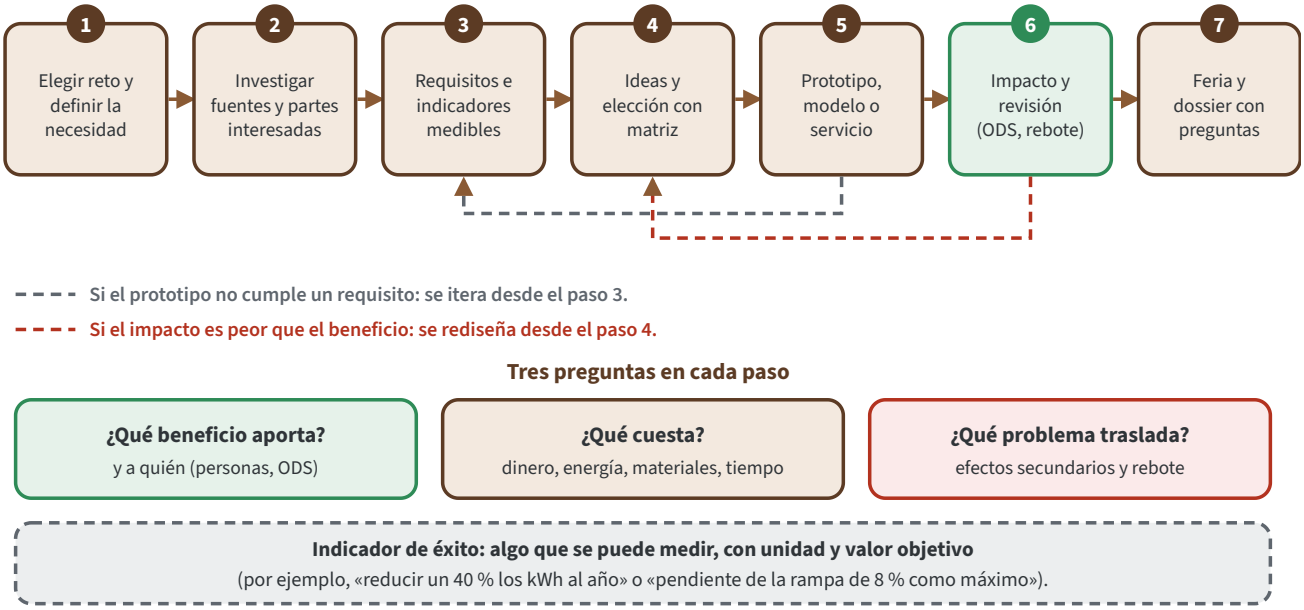
Un dato para situar el problema. Según la ONU, el mundo generó en 2022 unos 62 millones de toneladas de residuos electrónicos y solo el 22,3 % se documentó como recogido y reciclado de forma adecuada.

Fuente: Caso didáctico ficticio (centro, personas, encuestas y datos del centro creados para este cuaderno). Metas de los ODS: Naciones Unidas, Agenda 2030. Residuos electrónicos: ONU, Global E-waste Monitor 2024.

¿Qué reto te parece más urgente en tu instituto y por qué? ¿Qué dato necesitarías medir antes de empezar? ¿Qué efecto secundario podría tener cada solución?

F2 Marco de resolución: del problema al impacto

ESQUEMA



El proyecto sigue siete pasos y **se puede volver atrás**: si el prototipo no cumple un requisito, se itera; si el impacto es peor que el beneficio, se rediseña. En cada paso hay tres preguntas: **qué beneficio aporta**, **qué cuesta** y **qué problema traslada a otro sitio**. El **indicador de éxito** es la medida que permite saber si el proyecto ha funcionado.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F3 La tecnología, la sociedad y el medio ambiente a lo largo de la historia

CRONOLOGÍA

Siglo XVIII	La máquina de vapor mejorada por Watt (1769) impulsa fábricas, minas y ferrocarril. Aporta producción y transporte; aumenta el uso de carbón y la contaminación de las ciudades.
Finales del siglo XIX	La electrificación lleva luz y motores a hogares e industrias. Mejora la vida cotidiana y el trabajo; la demanda de energía crece sin parar.
Siglo XX	El automóvil y el petróleo ofrecen movilidad personal y comercio rápido; generan emisiones, ruido y dependencia de los combustibles fósiles.
Mediados del siglo XX	Los plásticos permiten objetos baratos, ligeros e higiénicos. Aparecen los residuos persistentes y la cultura de «usar y tirar».
1990-2010	Internet y los teléfonos móviles universalizan la comunicación y la información. Crecen los residuos electrónicos y la extracción de minerales; la obsolescencia acorta la vida de los aparatos.
Desde 2000	La energía eólica y solar producen electricidad con muchas menos emisiones. Necesitan materiales, espacio y reciclaje al final de su vida útil.
2015	La ONU aprueba la Agenda 2030 con 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), un marco común para evaluar si una tecnología ayuda o perjudica.
2022	La Ley 7/2022 de residuos y suelos contaminados para una economía circular refuerza la prevención, la reutilización y el reciclado en España.
Hoy: tecnologías emergentes	Los sensores conectados, la inteligencia artificial y el análisis de datos pueden ahorrar energía y mejorar la accesibilidad, pero consumen energía y materiales, generan datos personales y plantean cuestiones éticas (privacidad, sesgos, acceso desigual).

Fuente: Cronología de elaboración propia, con fechas aproximadas de hechos históricos conocidos. La Ley 7/2022 es la ley española de residuos y suelos contaminados para una economía circular.

Para cada tecnología: ¿qué aportó a la sociedad? ¿Qué repercusión ambiental tuvo? ¿Qué lección sacas para tu proyecto?

F4 Datos y factores para vuestros cálculos

DATOS

Dato	Valor	Fuente u observación	Reto
Precio de la electricidad (hogares)	≈ 0,27 €/kWh	Orden de magnitud en España (Eurostat, 2025); depende del contrato	A
Generación renovable en 2025	≈ 56 % del total	Red Eléctrica, previsión de cierre de 2025 (16-12-2025)	A
Demanda eléctrica en 2025	≈ 256 TWh	Red Eléctrica, previsión de cierre de 2025	A
Emisiones del sector eléctrico en 2025	≈ 30 Mt de CO2 eq	Energías Renovables (8-1-2026), con datos oficiales	A
Factor de emisión estimado en el aula	0,12 kg CO2/kWh	30 000 000 t / 256 000 000 MWh ≈ 0,117 t/MWh; estimación de clase, no un factor oficial	A
Gasolina	≈ 2,37 kg CO2/litro	MITECO: 74,83 t CO2/TJ y 0,00003167 TJ/litro	C
Consumo de un coche (hipótesis)	7,0 l/100 km	Hipótesis del aula	C
Residuos electrónicos en 2022	62 Mt; 22,3 % reciclado	ONU, Global E-waste Monitor 2024	B
Contraste mínimo del texto	4,5:1 (normal); 3:1 (grande)	W3C, WCAG 2.2, criterio 1.4.3 (nivel AA)	D
Rampa accesible nueva: pendiente máxima	10 % (L < 3 m); 8 % (3 ≤ L < 6 m); 6 % (L ≥ 6 m)	CTE DB SUA, según la guía de accesibilidad de Discapnet	D
Rampa accesible nueva: ancho libre; puerta	≥ 1,20 m; puerta ≥ 0,80 m	CTE DB SUA, según la guía de accesibilidad de Discapnet	D
Hipótesis del aula	180 días lectivos; 7,50 € por tubo LED	Valores ficticios para los ejemplos	A

Cómo usarlos. Escribe siempre el dato, la unidad y la fuente; si un dato es una hipótesis, dilo. La **pendiente** de una rampa es desnivel / longitud · 100. Para el **contraste** del texto se compara la luminosidad del texto y del fondo; el programa F8 lo calcula.

Fuente: Fuentes indicadas en la tabla; consultadas para este cuaderno. Los valores aproximados son órdenes de magnitud y deben contrastarse con fuentes actualizadas antes de usarse en el proyecto. Las hipótesis del aula son ficticias.

F5 Ejemplo resuelto: ¿compensa cambiar 16 fluorescentes por LED?

DATOS

Paso	Cálculo	Resultado
1. Energía antes	16 · 36 W · 8 h · 180 días / 1 000	829,44 kWh al año
2. Energía con LED	16 · 18 W · 8 h · 180 días / 1 000	414,72 kWh al año
3. Ahorro esperado	829,44 − 414,72	414,72 kWh al año (50 %)
4. Dinero	414,72 kWh · 0,27 €/kWh	111,97 € al año
5. CO2	414,72 kWh · 0,12 kg/kWh	49,8 kg de CO2 al año
6. Coste de la inversión	16 · 7,50 €	120 €
7. Retorno	120 € / 111,97 € al año	1,07 años ≈ 12,9 meses
8. Con rebote del 20 % (9,6 h al día)	16 · 18 W · 9,6 h · 180 / 1 000 = 497,66 kWh	ahorro real 331,78 kWh (40 %), 89,58 €, 39,8 kg de CO2, retorno 16,1 meses

Interpretación. Si las luces LED se dejan encendidas más tiempo «porque gastan poco», el ahorro real baja de 414,72 a 331,78 kWh: el **efecto rebote** consume el 20 % del ahorro esperado (82,94 kWh). Además, hay un **efecto secundario**: los 16 tubos fluorescentes viejos son un residuo que debe gestionarse bien.

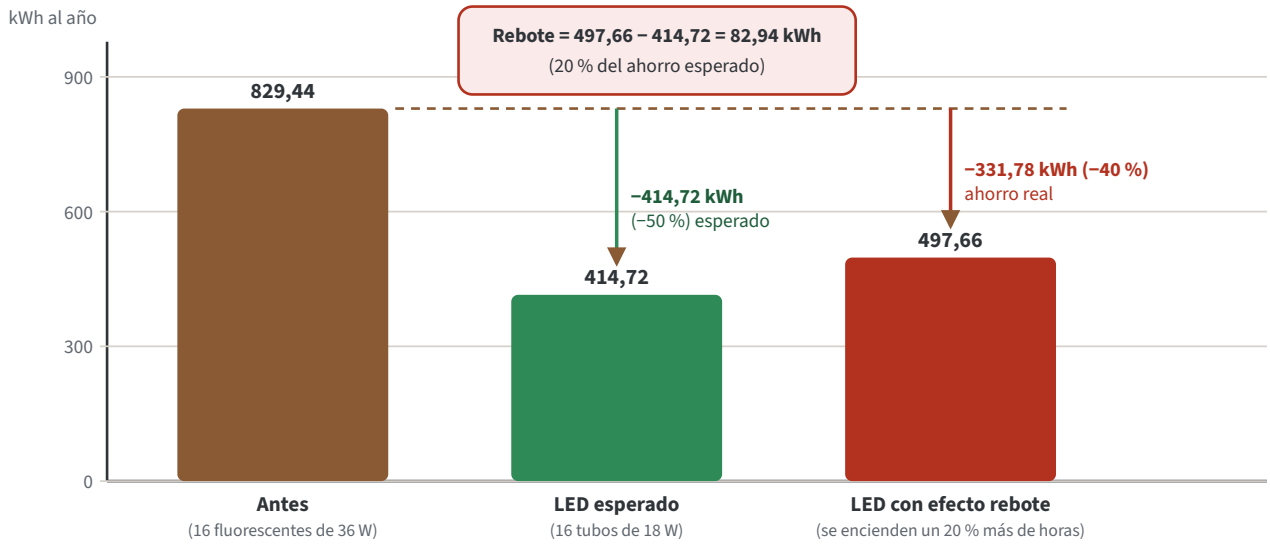
Cómo se calcula el rebote. Rebote (kWh) = ahorro esperado − ahorro real = 414,72 − 331,78 = 82,94 kWh; en porcentaje, 82,94 / 414,72 = **20 %**.

Fuente: Cálculos de elaboración propia con los datos de F1 (reto A) y F4. El precio del tubo LED (7,50 €) es una hipótesis ficticia. Los tubos fluorescentes contienen una pequeña cantidad de mercurio y deben entregarse en un punto de recogida de residuos eléctricos.

¿Qué otras medidas evitarían el rebote? ¿Es una buena inversión aunque haya rebote? ¿Qué pasaría si el rebote fuera del 100 %?

F6 El efecto rebote en el ejemplo del alumbrado

ESQUEMA



El gráfico compara el consumo **antes** (829,44 kWh al año), el consumo **esperado** con LED (414,72 kWh) y el consumo **real** si se dejan encendidas un 20 % más de horas (497,66 kWh). El ahorro real es del 40 %, no del 50 %. Cuando una mejora de eficiencia hace que se use más, parte del ahorro desaparece.

Fuente: Gráfico de elaboración propia con los resultados de F5.

F7 Ejemplo resuelto: matriz de decisión del reto B (residuos)

DATOS

Criterio	Peso	A. Contenedor fijo en conserjería	B. Campaña mensual con delegados	C. App que premia con puntos
Eficacia	3	3	4	5
Coste	2	5	4	2
Facilidad de uso	2	4	3	3
Impacto ambiental	2	4	5	2
Accesibilidad	1	3	4	2
Total (peso · puntos)	**10**	**38**	**40**	**31**
% del máximo (50)		**76 %**	**80 %**	**62 %**

Cómo se calcula. Total de A = 3 · 3 + 2 · 5 + 2 · 4 + 2 · 4 + 1 · 3 = 9 + 10 + 8 + 8 + 3 = **38**. Total de B = 12 + 8 + 6 + 10 + 4 = **40**. Total de C = 15 + 4 + 6 + 4 + 2 = **31**. El máximo posible es 5 · 10 = 50.

Decisión. Gana la opción B (80 %), pero hay que mirar el **efecto secundario** de cada una: el contenedor necesita vaciarse y llevar los residuos a un punto autorizado; la app consume datos y móviles, y puede dejar fuera a quien no tiene teléfono (accesibilidad). La matriz **ayuda a decidir, no decide sola**: si dos opciones empatan o hay un riesgo grave, se revisan los pesos y se discuten.

Fuente: Ejemplo ficticio de elaboración propia. Pesos de 1 a 3 (suman 10); puntuaciones de 1 (peor) a 5 (mejor).

F8 Calculadora de impacto en Python

CÓDIGO

PYTHON

```python
# Calculadora de impacto de una mejora (datos ficticios de ejemplo del instituto)
PRECIO_KWH = 0.27    # €/kWh (orden de magnitud para hogares en España)
FACTOR_CO2 = 0.12    # kg de CO2 por kWh (estimación del aula: 30 Mt / 256 TWh)
DIAS = 180           # días lectivos al año (hipótesis)

def energia_kwh(n, watios, horas):
    return n * watios * horas * DIAS / 1000

def impacto(antes, despues, coste):
    ahorro = antes - despues
    euros = ahorro * PRECIO_KWH
    return ahorro, euros, ahorro * FACTOR_CO2, 12 * coste / euros

def co2_coche(km_ida, litros_100km=7.0, kg_por_litro=2.37):
    return 2 * km_ida * litros_100km / 100 * kg_por_litro   # kg al día (ida y vuelta)

def luminancia(hexa):
    canales = [int(hexa[i:i + 2], 16) / 255 for i in (1, 3, 5)]
    r, g, b = [c / 12.92 if c ⩽ 0.03928 else ((c + 0.055) / 1.055) ** 2.4 for c in canales]
    return 0.2126 * r + 0.7152 * g + 0.0722 * b

def contraste(color, fondo="#ffffff"):
    a, b = sorted((luminancia(color), luminancia(fondo)), reverse=True)
    return (a + 0.05) / (b + 0.05)

antes = energia_kwh(16, 36, 8)
casos = {"LED esperado": energia_kwh(16, 18, 8),
         "LED con rebote del 20 %": energia_kwh(16, 18, 8 * 1.2)}
print(f"Antes: {antes:.2f} kWh al año")
for nombre, despues in casos.items():
    kwh, euros, co2, meses = impacto(antes, despues, 16 * 7.5)
    print(f"{nombre}: ahorro {kwh:.2f} kWh, {euros:.2f} €, {co2:.1f} kg CO2, retorno {meses:.1f} meses")

dia = co2_coche(3.0)
print(f"Un coche de 3,0 km: {dia:.2f} kg CO2 al día; 30 coches menos: {30 * dia * DIAS:.0f} kg al año")
for color in ("#767676", "#999999"):
    print(f"Contraste de {color} sobre blanco: {contraste(color):.2f}:1")
```

Resultado al ejecutarlo (Python escribe el punto decimal): antes, 829,44 kWh al año; con LED esperado, ahorro de 414,72 kWh, 111,97 €, 49,8 kg de CO2 y retorno de 12,9 meses; con rebote del 20 %, ahorro de 331,78 kWh, 89,58 €, 39,8 kg de CO2 y retorno de 16,1 meses; un coche de 3,0 km emite 1,00 kg de CO2 al día, y 30 coches menos suponen 5 375 kg al año; el contraste de #767676 sobre blanco es de 4,54:1 y el de #999999, de 2,85:1.

Para razonar: el contraste de 4,54:1 cumple el mínimo de 4,5:1 y el de 2,85:1 no. Cambia los parámetros (`energia_kwh(24, 36, 6)`, los kilómetros, el color) para tu reto.

Fuente: Código de elaboración propia, ejecutado con Python 3. Los datos son los ficticios del dossier; el programa solo calcula y no usa la red. La fórmula de la luminancia relativa y del contraste es la de WCAG 2.2.

F9 Protocolo de prueba del prototipo y de la feria

PROTOCOLO

Material y herramientas: el material de tu prototipo o modelo, la hoja de registro de pruebas (Ficha 5), la calculadora de impacto (F8) y, si el prototipo es eléctrico, pilas o una fuente de baja tensión (**no más de 12 V de corriente continua**) y LED con su resistencia.

Equipo de protección y riesgos: gafas y ropa adecuada si se corta o se lija; herramientas y máquinas solo con el docente. **Nunca** red de 230 V. **Sin intervenir** en instalaciones del centro ni en vehículos: se mide con permiso y se simula en un modelo. Las encuestas son anónimas o ficticias.

Procedimiento:

1. **Fija el indicador y el valor objetivo** (con unidad), por ejemplo, «bajar de 829,44 a 414,72 kWh al año».
2. **Mide la situación de partida** con los datos del dossier o con medidas del aula (con permiso), y anota la unidad y el método.
3. **Construye el prototipo, el modelo o el servicio simulado** a escala, con un esquema acotado.
4. **Prueba** en, al menos, tres situaciones o repeticiones y anota los resultados con su unidad.
5. **Compara con el indicador:** ¿se cumple el requisito? Si no, itera.
6. **Evalúa el impacto:** beneficio, coste, efecto secundario, efecto rebote y ODS relacionados.
7. **Pide una revisión** a otro equipo: el fallo más útil se anota y se corrige.
8. **Prepara la feria:** dossier de una cara, cartel y demostración de tres minutos; ensaya las tres preguntas del público y di los **límites** de tu solución con transparencia.

Fuentes e inteligencia artificial: cita siempre la fuente y la fecha de los datos y la licencia de las imágenes. Si usas un asistente de inteligencia artificial para buscar ideas, **contrasta** lo que dice con fuentes fiables, indica que lo has usado y no copies sin comprobar.

Cierre y limpieza: guarda los materiales reutilizables, lleva las pilas, los cables y los componentes a un punto de recogida y deja el aula limpia.

Resultado esperable: un proyecto con indicador medido, pruebas registradas, cálculos correctos, evaluación de impacto y una defensa en la que el equipo explica qué funciona, qué no y qué problema podría trasladar.

Fuente: Protocolo de elaboración propia. Las normas del taller y del centro prevalecen.

F10 Glosario de tecnología sostenible

GLOSARIO

ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible de la ONU (Agenda 2030): 17 objetivos para el bienestar de las personas y del planeta.
Indicador de éxito	Medida con unidad, valor de partida y valor objetivo que permite saber si un proyecto ha funcionado.
Requisito medible	Condición que debe cumplir la solución y que se puede comprobar con un número y una unidad.
Parte interesada	Persona o grupo que se ve afectado por el proyecto o puede influir en él.
Matriz de decisión	Tabla que puntúa ideas según criterios con pesos y calcula un total para ayudar a elegir.
Efecto secundario	Consecuencia no buscada de una solución, a veces negativa (por ejemplo, un residuo nuevo).
Efecto rebote	Parte del ahorro esperado que se pierde porque, al ser más eficiente, se usa más.
Ciclo de vida	Todas las etapas de un producto: materias primas, fabricación, transporte, uso y fin de vida.
Obsolescencia	Pérdida de utilidad de un producto antes de tiempo por fallos, falta de reparación o modas.
Economía circular	Modelo que reduce residuos reutilizando, reparando y reciclando para alargar la vida de los productos.
Accesibilidad	Condición de un entorno, producto o servicio para que pueda usarlo cualquier persona, con independencia de sus capacidades.
Tecnología emergente	Tecnología reciente con gran potencial de cambio, como la inteligencia artificial o los sensores conectados.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

FICHA 1 Elegimos reto

SESIÓN 1

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usa los retos de F1 y los datos de F4.

1 **Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.**

Un indicador de éxito es…

◯ el nombre del proyecto ◯ una opinión sobre si el proyecto es bonito

◯ una medida con unidad y valor objetivo que permite saber si el proyecto funciona

Un efecto secundario es…

◯ una consecuencia no buscada de una solución, a veces negativa ◯ un material barato ◯ un ahorro esperado

El efecto rebote ocurre cuando…

◯ se compra un aparato más caro ◯ la mejora no funciona

◯ una mejora de eficiencia lleva a usar más y parte del ahorro se pierde

Los ODS son…

◯ una asignatura del instituto ◯ una ley española de residuos ◯ los objetivos de la ONU para un desarrollo sostenible

2 **Compara los cuatro retos de F1 y elige el vuestro.**

Reto	Necesidad real	Datos de F1 y F4 disponibles	ODS	Interés (1 a 3)
A. Energía				
B. Residuos				
C. Movilidad				
D. Accesibilidad				

3 **Redacta la necesidad de vuestro reto con la fórmula: «(Quién) necesita (qué) porque (dato)».**

_____

_____

_____

4 **Calcula con los datos de F1 el dato de partida de vuestro reto (kWh y € al año, unidades y % de la encuesta, pendiente de la rampa, etc.), con unidades.**

FICHA 2 Fuentes y partes interesadas

SESIÓN 2

Valora la fiabilidad y piensa en las personas afectadas. Recuerda citar siempre la fuente y la fecha.

1 **Valora tres fuentes ficticias sobre el consumo eléctrico del instituto.**

Fuente	¿Quién la publica y cuándo?	¿Aporta datos y método?	¿Fiable? (sí, no o con dudas)	¿Pertinente para el reto?
Informe de Red Eléctrica de 2025 con cifras del sistema eléctrico				
Blog de una marca de bombillas que afirma «ahorra el 90 %» sin datos				
Mensaje reenviado sin firma ni fecha que dice «la luz es ya 100 % renovable»				

2 **Identifica cuatro partes interesadas de vuestro reto.**

Parte interesada	Qué puede ganar	Qué puede temer o perder

3 **Elige dos tecnologías de la cronología de F3 y explica una aportación y una repercusión ambiental de cada una.**

Tecnología (F3)	Aportación a la sociedad	Repercusión ambiental o social

4 **Un compañero afirma que ya toda la electricidad de España es renovable. Contrasta el dato con F4 y escribe una frase correcta con su fuente.**

FICHA 3 Requisitos e indicadores

SESIÓN 3

Tus requisitos deben poder medirse y comprobarse. Incluye accesibilidad y sostenibilidad desde el principio.

1 **Escribe cinco requisitos medibles (función, coste, seguridad, accesibilidad y sostenibilidad).**

Requisito	Medida y unidad	Cómo lo comprobamos
Función		
Coste		
Seguridad		
Accesibilidad		
Sostenibilidad		

2 **Define el indicador de éxito: qué mides, valor de partida, valor objetivo y unidad.**

3 **Si el objetivo es reducir un 40 % el valor de partida de vuestro reto, calcula el valor objetivo y la variación absoluta.**

4 **Evaluación de riesgos específica del equipo.**

Riesgo	Probabilidad (baja, media o alta)	Medida preventiva

FICHA 4 Ideas y selección

SESIÓN 4

Idea al menos tres soluciones y elige con la matriz de F7. Recuerda: la matriz ayuda a decidir, pero no decide sola.

1 **Comprueba la matriz de F7: calcula el total y el porcentaje del máximo de la opción C.**

2 **Describe o dibuja brevemente tres ideas para vuestro reto.**

3 **Completa vuestra matriz de decisión (pesos de 1 a 3; puntuaciones de 1 a 5).**

Criterio	Peso	Idea 1	Idea 2	Idea 3
Eficacia				
Coste				
Facilidad de uso				
Impacto ambiental				
Accesibilidad				
Total				

4 **Justifica la elección y señala un posible efecto secundario de la idea elegida.**

FICHA 5

Prototipo y pruebas

SESIÓN 5

Construye o simula, prueba y registra. Anota siempre las unidades.

1 **Planifica las tareas, los materiales y los roles del equipo.**

Tarea	Responsable (rol)	Material o herramienta	Sesión o fecha

2 **Dibuja el esquema acotado de vuestro prototipo o modelo (con medidas y unidades).**

3 **Registra las pruebas.**

Prueba	Resultado medido (con unidad)	¿Cumple el requisito?	Mejora

4 **Con la calculadora de F8, calcula el ahorro (kWh, € y kg de CO_2) y el retorno si se cambiaran 24 tubos fluorescentes de 36 W por tubos LED de 18 W que están encendidos 6 h al día (7,50 € por tubo). Usa los demás datos de F4.**

FICHA 6 Impacto y revisión

SESIÓN 6

Evalúa lo bueno, lo que cuesta y lo que traslada a otro sitio. Después, mejora con la revisión de otro equipo.

1 **Evalúa el impacto de vuestra solución.**

Ámbito	Beneficio	Coste	Efecto secundario
Personas			
Medio ambiente			
Economía			

2 **En el ejemplo del alumbrado (F5 y F6), calcula el ahorro real y el rebote en kWh y en % del ahorro esperado si las luces LED se dejaran 12 h al día (rebote del 50 % en las horas).**

3 **Relaciona vuestro proyecto con dos ODS: indica el ODS, la meta con tus palabras y un indicador.**

ODS	Meta con mis palabras	Indicador de nuestro proyecto

4 **Revisión por otro equipo: anota el fallo más útil que han encontrado y el cambio que haréis.**

FICHA 7 Evidencia individual: sensores y tecnologías emergentes

SESIÓN 7

Trabajo individual. El IES Sierra Alta (centro ficticio) estudia instalar sensores de presencia (sin cámaras) en 40 luminarias LED de 18 W. Hoy están encendidas 8 h al día; con sensores estarían 5 h al día. Cada sensor consume 0,5 W las 24 h del día, 365 días al año, y cuesta 6 € (dato ficticio). Datos: 180 días lectivos, 0,27 €/kWh y 0,12 kg de CO2/kWh.

1 **Calcula el ahorro bruto de las luminarias (kWh al año), el consumo propio de los sensores y el ahorro neto.**

2 **Calcula el ahorro neto en € y en kg de CO2 al año, y el retorno de la inversión en años.**

3 **Indica dos aportaciones de esta tecnología al ahorro, al bienestar o a la accesibilidad y dos riesgos o límites éticos y ambientales.**

Aportaciones	Riesgos o límites

4 **La pregunta guía es: ¿cómo diseñamos una solución que aporte valor sin trasladar el problema a otra parte? Responde con un ejemplo de tu proyecto o de este caso.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

Nombre: **Curso/grupo:** **Fecha:**

Dossier de nuestro proyecto de tecnología sostenible. Completadlo a lo largo de las sesiones; es la base de la feria y de la revisión por otro equipo.

Necesidad, datos y fuentes

Reto elegido, dato de partida con unidad y fuentes citadas.

Requisitos e indicador de éxito

Requisitos medibles (accesibilidad y sostenibilidad) y valor objetivo.

Solución elegida y matriz

Idea elegida, totales de la matriz y por qué.

Prototipo o modelo (esquema acotado)

Dibujo con medidas y unidades.

Pruebas y resultados

Qué se ha medido, resultado con unidad y límites.

Impacto: beneficio, coste, efecto y rebote

Cálculos con unidades y efectos secundarios.

ODS y accesibilidad

ODS, meta e indicador; personas que pueden usarlo.

Mejoras, límites y fuentes

Qué cambiamos tras la revisión y qué no resuelve el proyecto.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Antes de entregar **Proyecto final de tecnología sostenible**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La necesidad se define con datos y fuentes contrastadas y citadas (con fecha y valoración de su fiabilidad), y se identifican las partes interesadas.
- [ ] Hay requisitos medibles, con accesibilidad y sostenibilidad, y un indicador de éxito con valor de partida, valor objetivo y unidad.
- [ ] La solución se elige con una matriz de decisión con pesos, totales bien calculados y justificación.
- [ ] El prototipo, modelo o servicio tiene un esquema acotado y se prueba con resultados medidos y comparados con el indicador.
- [ ] Los cálculos (kWh, €, kg de CO2, %, m, retorno) son correctos y llevan unidades.
- [ ] La evaluación de impacto recoge beneficio, coste, efecto secundario y efecto rebote, y relaciona el proyecto con los ODS.
- [ ] Se aplican las normas de seguridad: evaluación de riesgos, sin intervenir en instalaciones ni vehículos, baja tensión (no más de 12 V de corriente continua) y datos anonimizados o ficticios.
- [ ] Las fuentes y las imágenes llevan autoría y licencia, y el uso de la inteligencia artificial, si lo hay, está contrastado y citado.
- [ ] El dossier y la defensa explican con transparencia los límites y responden a las tres preguntas del público.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario técnico, la simbología normalizada y las unidades correctas.
- [ ] He justificado las decisiones con requisitos, pruebas, datos o esquemas, y he indicado sus límites.
- [ ] He respetado las normas de seguridad, privacidad y uso responsable de la situación.
- [ ] He citado las fuentes y respetado las licencias de imágenes, código o modelos utilizados.
- [ ] He revisado la presentación y he incorporado las mejoras de la coevaluación o de las pruebas.

Lo que más me ha costado

_____

_____

Firma del equipo / fecha de entrega

_____

_____

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Proyecto final de tecnología sostenible**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Necesidad y diseño	El proyecto parte de una necesidad real con datos y fuentes contrastadas, fija requisitos medibles e indicador de éxito, compara al menos tres ideas con una matriz bien calculada y justifica la decisión con criterios de sostenibilidad y accesibilidad.	Define la necesidad y los requisitos principales y elige una idea con la matriz, con justificación suficiente.	La necesidad o los requisitos son vagos, o la elección no se apoya en criterios.	No relaciona la solución con una necesidad definida ni con datos.	
Funcionamiento / evidencia	El prototipo, modelo o servicio se prueba con medidas y se compara con el indicador de éxito; los cálculos de ahorro, coste y retorno son exactos, se interpretan los límites y otro equipo ha podido reproducir las pruebas.	Cumple la función principal y aporta pruebas y cálculos suficientes, con algún error menor.	Funciona solo en parte o las pruebas y los cálculos son incompletos.	No demuestra funcionamiento ni aporta evidencia suficiente.	
Documentación técnica	Dossier de una cara con esquemas acotados, tablas y gráficos con unidades, vocabulario técnico preciso, fuentes citadas con licencia y proceso reproducible por otra persona.	Documentación suficiente y generalmente correcta, con algún dato o unidad sin indicar.	Faltan elementos (unidades, fuentes, esquemas) o hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para comprender el proyecto.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Integra desde el diseño la seguridad (evaluación de riesgos, sin intervenir en instalaciones), la accesibilidad, la privacidad y la sostenibilidad, evalúa efectos secundarios y rebote y comunica con transparencia los límites, sin trasladar el problema.	Cumple las normas de seguridad y considera los impactos principales, con alguna mención al rebote o a los efectos secundarios.	Necesita recordatorios de seguridad o trata los impactos de forma superficial.	Incumple normas de seguridad o ignora los riesgos y los impactos.	
Iteración y cooperación	Mejora el proyecto con los fallos de las pruebas y con la revisión de otro equipo, anota los cambios, reparte los roles con equidad y responde a las preguntas de la feria con argumentos.	Aplica algunas mejoras tras las pruebas y la revisión y coopera adecuadamente.	Recoge comentarios pero apenas cambia el proyecto, o la cooperación es irregular.	No revisa el proyecto ni colabora con el equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé definir un indicador de éxito medible, con unidad, valor de partida y valor objetivo.	○	○	○	○
Sé evaluar el impacto de una solución e identificar efectos secundarios y efecto rebote.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado datos, pruebas o evidencias para justificar mis decisiones.	○	○	○	○
He revisado y mejorado mi trabajo a partir de la retroalimentación.	○	○	○	○

Dos aprendizajes que he logrado

_____

_____

_____

Una dificultad que he tenido

_____

_____

_____

Una mejora que haré la próxima vez

_____

_____

Parte 2 · Coevaluación de otro equipo

Equipo evaluado: _____

Fortaleza 1

_____

_____

Fortaleza 2

_____

_____

Propuesta de mejora

_____

_____

ANEXO 8

Refuerzo

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

Nombre: _____ **Curso/grupo:** _____ **Fecha:** _____

Retos cerrados con la información ya preparada y una matriz de decisión para completar, con el reto de movilidad.

Retos cerrados

- **Cerrado 1 (energía):** cambiar 24 tubos fluorescentes de 36 W por tubos LED de 18 W, encendidos 6 h al día durante 180 días. *Indicador:* kWh al año.
- **Cerrado 2 (residuos):** instalar un punto de recogida de pilas y cables en conserjería. *Indicador:* unidades entregadas al mes.
- **Cerrado 3 (movilidad):** reducir los coches del acceso al centro. *Indicador:* % de alumnado que llega a pie o en bici (hoy, 50,0 %).
- **Cerrado 4 (accesibilidad):** rampa de 0,45 m de desnivel. *Indicador:* pendiente máxima del 8 % (L entre 3 m y 6 m).

Cómo completar la matriz

1. Multiplica cada peso por la puntuación de cada opción.
2. Suma por columnas para obtener el total de cada opción (el máximo posible es 5 · 10 = 50).
3. La opción con mayor total es la favorita; escribe un efecto secundario de esa opción.

1 **Reto cerrado 3 (movilidad). Completa la matriz de decisión: pesos de 1 a 3 y puntuaciones de 1 a 5.**

Criterio	Peso	A. Aparcabicis cubierto	B. Camino escolar a pie con monitores	C. App de coche compartido
Eficacia	3	4	3	4
Coste	2	3	5	3
Seguridad	3	4	4	2
Accesibilidad	2	3	4	2
Total (peso · puntos)	10			

2 **¿Qué opción gana? Calcula su porcentaje del máximo (50) y escribe un efecto secundario posible.**

3 **Contesta.**

Un indicador de éxito del reto cerrado 4 sería…

◯ que la rampa quede bonita ◯ pendiente de la rampa no superior al 8 % ◯ que a todo el mundo le guste

El efecto rebote es…

◯ la pérdida de parte del ahorro porque se usa más ◯ una norma de seguridad ◯ un material reciclable

Un efecto secundario del cambio de tubos fluorescentes es…

◯ el aumento del precio de la luz ◯ los tubos viejos son un residuo que hay que llevar a un punto de recogida

◯ no hay ninguno

Para elegir entre ideas, conviene…

◯ elegir la más rápida de hacer ◯ elegir la que prefiera una persona

◯ puntuar con criterios y pesos, y discutir el resultado

4 **Completa: «El indicador de nuestro reto cerrado es ___ y queremos pasar de ___ (valor de partida) a ___ (valor objetivo)».**

Indicador: _____

Valor de partida: _____

Valor objetivo: _____

ANEXO 9

Ampliación

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Análisis de ciclo de vida y escenarios de rebote

Una buena evaluación mira todas las etapas del producto y prueba varios escenarios. Añade a tu proyecto un **análisis de ciclo de vida** cualitativo y un **análisis del efecto rebote**.

Pasos

1. Dibuja el ciclo de vida de tu solución (materias primas, fabricación, transporte, uso y fin de vida) y puntúa cada etapa con impacto bajo, medio o alto; indica en qué etapa se concentra el mayor impacto.
2. Propón dos mejoras de diseño que reduzcan el impacto de esa etapa (menos material, más reparable, reutilizable, reciclable).
3. Con el ejemplo del alumbrado (F5), calcula el ahorro real (kWh) y el % de ahorro respecto al consumo inicial para rebotes del 0 %, 20 %, 50 % y 100 % en las horas de uso.
4. Calcula a partir de qué rebote el ahorro desaparece e interpreta el resultado.
5. Aplica el mismo análisis a tu proyecto: ¿qué rebote es posible y cómo lo evitarías con una norma, un diseño o un hábito?

Entrega

Ciclo de vida con puntuación, dos mejoras, tabla de escenarios de rebote con los cálculos, interpretación y medidas para evitar el rebote en tu proyecto.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 10 · Tecnología, sociedad y ODS

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: una medida con unidad y valor objetivo que permite saber si el proyecto funciona; una consecuencia no buscada de una solución, a veces negativa; una mejora de eficiencia lleva a usar más y parte del ahorro se pierde; los objetivos de la ONU para un desarrollo sostenible.
2. Respuesta abierta, valorando que se use al menos un dato de F1 o F4 y se justifique la elección con la necesidad real y los ODS (A: 7 y 13; B: 12; C: 11 y 13; D: 10 y 11).
3. Ejemplos: A: «El instituto necesita reducir el consumo de la iluminación porque 16 tubos de 36 W gastan 829,44 kWh al año». B: «El instituto necesita un punto de recogida porque se tiran unas 75 unidades al mes (30 cargadores y cables y 45 pilas)». C: «El instituto necesita fomentar el acceso sostenible porque 118 de 360 alumnos (32,8 %) llegan en coche». D: «El instituto necesita una rampa accesible porque el proyecto inicial tiene una pendiente del 11,25 %».
4. A: 16 · 36 · 8 · 180 / 1 000 = 829,44 kWh al año; 829,44 · 0,27 = 223,95 € al año; 829,44 · 0,12 = 99,5 kg de CO_2 al año. B: 30 + 45 = 75 unidades al mes; en 9 meses, 675 unidades. C: 118 / 360 = 32,8 % en coche; 142 + 38 = 180 a pie o en bici, es decir, 50,0 %; un coche de 3,0 km emite 2 · 3,0 · 7,0 / 100 · 2,37 = 0,995 ≈ 1,00 kg de CO_2 al día y los 118 coches, 117,5 kg al día (21,1 t al año). D: pendiente = 0,45 / 4,0 · 100 = 11,25 % (supera el 8 % de los tramos de 3 a 6 m); longitud mínima para el 8 %: 0,45 / 0,08 = 5,625 m ≈ 5,63 m (< 6 m, correcto); contraste de #999999: 2,85:1 < 4,5:1.

Ficha 2

1. Informe de Red Eléctrica: fuente oficial con fecha y datos; fiable y pertinente. Blog de una marca: con intereses comerciales, sin datos ni método; poco fiable («ahorra el 90 %» no se puede comprobar). Mensaje sin firma ni fecha: no se puede comprobar y es falso (≈ 56 % renovable en 2025); no fiable. Se valora el razonamiento (quién publica, fecha, datos, método, interés).
2. Ejemplos (reto A): alumnado y profesorado (confort y luz suficiente; temen perder luz); personal de mantenimiento (menos cambios de tubos; carga de trabajo); equipo directivo (ahorro; coste inicial); entorno y concejalía (menos emisiones; acciones coherentes).
3. Ejemplos: máquina de vapor: aportó fábricas y ferrocarril; repercusión: carbón y contaminación. Plásticos: objetos baratos e higiénicos; residuos persistentes. Internet y móviles: comunicación universal; residuos electrónicos y minerales. Renovables: electricidad con menos emisiones; materiales y reciclaje.
4. Frase modelo: «En 2025, alrededor del 56 % de la generación eléctrica en España fue renovable (Red Eléctrica, previsión de cierre del 16-12-2025)». No es el 100 %.

Ficha 3

1. Ejemplos (reto A): función: reducir el consumo un 40 % (kWh al año, con contador o cálculo); coste: no más de 150 € de inversión (factura); seguridad: sin intervenir en la instalación (evaluación de riesgos); accesibilidad: suficiente luz para leer (nivel de iluminación con permiso y aplicación); sostenibilidad: tubos viejos a punto de recogida (albarán). Valorar que cada requisito tenga número y unidad.
2. Ejemplo: «Consumo anual de la iluminación: de 829,44 kWh a 497,66 kWh al año (−40 %)».
3. Objetivo = 829,44 · (1 − 0,40) = 497,66 kWh; variación absoluta = 829,44 − 497,66 = 331,78 kWh. Con otros datos de partida, aceptar el cálculo correcto con unidades.
4. Ejemplos: usar una escalera o herramienta sin permiso (media; solo con docente); cortes con cúter (media; usar regla metálica y tapete); electricidad en el prototipo (baja; solo pilas o fuente de baja tensión, no más de 12 V, nunca 230 V); publicar datos personales de una encuesta (baja; anónima o ficticia).

Ficha 4

1. Total de C = 3 · 5 + 2 · 2 + 2 · 3 + 2 · 2 + 1 · 2 = 15 + 4 + 6 + 4 + 2 = 31; 31 / 50 = 62 %.
2. Tres ideas distintas y viables para el reto elegido, con un boceto o una descripción clara.
3. Matriz propia; comprobar que los pesos suman 10 (o están justificados), que las puntuaciones están entre 1 y 5 y que los totales se calculan bien (peso por puntuación, sumados).
4. Justificación: la idea con mayor total y su razón; efecto secundario posible (por ejemplo, un residuo, un coste de mantenimiento o el rebote).

Ficha 5

1. Plan de tareas con reparto de roles (coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación), materiales y sesiones.
2. Esquema con medidas y unidades coherentes con el prototipo.
3. Registro de al menos cuatro pruebas, cada una con resultado y unidad, cumplimiento del requisito y una mejora.
4. Antes = 24 · 36 · 6 · 180 / 1 000 = 933,12 kWh al año. Con LED = 24 · 18 · 6 · 180 / 1 000 = 466,56 kWh al año. Ahorro = 466,56 kWh (50 %); dinero = 466,56 · 0,27 = 125,97 € al año; CO_2 = 466,56 · 0,12 = 56,0 kg al año; inversión = 24 · 7,50 = 180 €; retorno = 180 / 125,97 = 1,43 años ≈ 17,1 meses.

Ficha 6

1. Tabla de beneficio, coste y efecto secundario para personas, medio ambiente y economía, coherente con el proyecto (por ejemplo, reto A: beneficio: ahorro de 111,97 €; coste: 120 €; efecto secundario: residuo de tubos viejos y rebote).
2. Con 12 h al día: energía LED = 16 · 18 · 12 · 180 / 1 000 = 622,08 kWh; ahorro real = 829,44 − 622,08 = 207,36 kWh (25 % del consumo inicial); rebote = 414,72 − 207,36 = 207,36 kWh, es decir, el 50 % del ahorro esperado.
3. ODS: por ejemplo, 7: duplicar la mejora de la eficiencia energética (indicador: kWh al año); 12: reducir los residuos con prevención, reutilización y reciclado (indicador: unidades entregadas a un punto de recogida); 11: transporte seguro, asequible, accesible y sostenible (indicador: % a pie o en bici); 10: inclusión de todas las personas (indicador: contraste y pendiente de la rampa). Se acepta cualquier relación razonada.
4. Fallo y cambio concretos (por ejemplo, un indicador sin unidad que se corrige).

Ficha 7

1. Ahorro bruto = 40 · 18 · (8 − 5) · 180 / 1 000 = 388,8 kWh al año. Consumo de los sensores = 40 · 0,5 · 24 · 365 / 1 000 = 175,2 kWh al año. Ahorro neto = 388,8 − 175,2 = 213,6 kWh al año (55 % del ahorro bruto).
2. Dinero = 213,6 · 0,27 = 57,67 € al año; CO_2 = 213,6 · 0,12 = 25,6 kg al año; inversión = 40 · 6 = 240 €; retorno = 240 / 57,67 = 4,16 años ≈ 4,2 años (50 meses).
3. Aportaciones: ahorro energético; mejor iluminación bajo demanda; comodidad. Riesgos o límites: consumo propio de los sensores y residuos electrónicos; datos de presencia (privacidad, aunque no haya cámaras); acceso desigual o fallos que dejen a oscuras a personas con movilidad lenta (accesibilidad). Se acepta cualquier combinación razonada.
4. Ejemplo: no basta con mirar el ahorro bruto: hay que restar el consumo de los sensores (175,2 kWh) y valorar la privacidad y los residuos; así no se traslada el problema a otra parte. Se valora que se cite un dato y un efecto secundario concretos.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Totales: A = 3 · 4 + 2 · 3 + 3 · 4 + 2 · 3 = 12 + 6 + 12 + 6 = 36; B = 3 · 3 + 2 · 5 + 3 · 4 + 2 · 4 = 9 + 10 + 12 + 8 = 39; C = 3 · 4 + 2 · 3 + 3 · 2 + 2 · 2 = 12 + 6 + 6 + 4 = 28.
2. Gana B (39 / 50 = 78 %). Efecto secundario posible: necesita monitores y coordinación de familias; si faltan voluntarios, no funciona; no sirve a quien vive lejos.
3. Test: pendiente de la rampa no superior al 8 %; la pérdida de parte del ahorro porque se usa más; los tubos viejos son un residuo que hay que llevar a un punto de recogida; puntuar con criterios y pesos y discutir el resultado.
4. Ejemplo: «Indicador: % de alumnado que llega a pie o en bici; valor de partida: 50,0 %; valor objetivo: 60,0 %».

Ampliación (Anexo 9)

1. Ciclo de vida del tubo LED, por ejemplo: materias primas (medio), fabricación (alto), transporte (bajo), uso (bajo, si se evita el rebote), fin de vida (medio: residuo electrónico). Mayor impacto en la fabricación.
2. Mejoras: más vida útil y reparabilidad; reciclado en un punto de recogida; menos embalaje.
3. Energía LED = 414,72 · (1 + r). Rebote 0 %: 414,72 kWh, ahorro 414,72 kWh (50 %). 20 %: 497,66 kWh, ahorro 331,78 kWh (40 %). 50 %: 622,08 kWh, ahorro 207,36 kWh (25 %). 100 %: 829,44 kWh, ahorro 0 kWh (0 %).
4. El ahorro desaparece cuando 414,72 · (1 + r) = 829,44, es decir, con un rebote del 100 % (se usan el doble de horas). Interpretación: una mejora de eficiencia no sirve si no se controla el uso.
5. Respuesta abierta: valorar que el rebote sea plausible y que la medida para evitarlo (detectores de presencia, horarios, concienciación) sea concreta.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (reto y necesidad), sesión 2 (fuentes y partes interesadas), sesión 3 (requisitos e indicadores), sesión 4 (ideas y matriz), sesión 5 (prototipo y pruebas; es la sesión más larga: puede ocupar parte de la sesión 6), sesión 6 (impacto y revisión cruzada) y sesión 7 (feria con tres minutos por equipo y ficha individual de 20 minutos).
- Preparación: comprobar que F8 se ejecuta, reunir materiales de prototipo y puntos de recogida de pilas y cables. Si no hay tiempo para construir, el prototipo puede ser un modelo de cartulina, una hoja de cálculo o un servicio simulado.
- Seguridad: ninguna intervención en instalaciones del centro ni en vehículos; electricidad solo con pilas o fuente de baja tensión (no más de 12 V de corriente continua) y LED con resistencia; herramientas con el docente; encuestas anónimas o ficticias. La inteligencia artificial se usa de forma crítica y se cita.
- Diferenciación: el Anexo 8 aporta retos cerrados y una matriz de decisión para completar; el Anexo 9 añade ciclo de vida y escenarios de rebote. Roles rotatorios: coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación.

Errores frecuentes

- Dar los datos sin unidad o sin fuente, o usar un dato desactualizado o sin contrastar (por ejemplo, «el 100 % de la electricidad es renovable»).
- Escribir indicadores que no se pueden medir («que quede bien») en lugar de requisitos con número y unidad.
- Confundir kW con kWh (potencia con energía), o no multiplicar por las horas y los días.
- Elegir con la matriz sin revisar los pesos ni discutir los efectos secundarios, o fiarse de ella cuando hay un riesgo grave.
- Ignorar el efecto rebote, los residuos del cambio y el consumo propio de la tecnología (sensores, apps).
- Proponer intervenir en instalaciones del centro o usar datos personales reales en las encuestas.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Valorar el razonamiento (necesidad con datos, requisitos medibles, decisión, pruebas e impacto) por encima de que el prototipo sea vistoso.
- En los cálculos, exigir unidades y admitir pequeñas diferencias de redondeo (por ejemplo, 111,97 € o 112 €).
- En los productos abiertos (proyecto, dossier, feria), aceptar soluciones distintas si el indicador se mide, se evalúa el impacto y se explican los límites.
- Valorar la transparencia: un equipo que reconoce que su prototipo no cumple un requisito y explica por qué debe puntuar mejor que uno que lo oculta.

Créditos, fuentes y condiciones de uso

Edición revisada: octubre de 2026

Situaciones de aprendizaje · Tecnología y Digitalización · 3.º ESO. Material elaborado y editado por **recursoseso.com**.

Normativa de referencia

- Ley Orgánica 2/2006, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE).
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la ESO.
- Currículos autonómicos correspondientes, a los que debe adaptarse esta propuesta.

Seguridad

Las prácticas usan herramientas escolares autorizadas, baja tensión (pilas o fuentes de alimentación escolares), simuladores y materiales seguros. Las máquinas, herramientas eléctricas e instalaciones del centro solo se usan con formación y supervisión. Las **normas del aula-taller**, los manuales y las fichas de seguridad prevalecen siempre sobre este cuaderno.

Fuentes de referencia

Normas UNE e ISO de dibujo técnico (vistas, acotación, escalas, formatos); simbología eléctrica y electrónica normalizada (IEC 60617); Instituto para la Diversificación y Ahorro de la Energía (IDAE); Red Eléctrica (REE); Código Técnico de la Edificación (CTE); Agencia Española de Protección de Datos (AEPD) e INCIBE; documentación oficial de los entornos de programación citados (Scratch, MakeCode, Arduino, Python); y las fuentes citadas en cada dossier. Los casos, personajes, empresas, productos y conjuntos de datos señalados como ficticios o ilustrativos han sido creados para el aula. Los nombres de programas y plataformas se citan solo como referencia; sus marcas pertenecen a sus titulares.

Diseño

Esquemas, planos, circuitos, programas de ejemplo, gráficas y plantillas de elaboración propia. Iconografía: Lucide (licencia ISC).

Condiciones de uso

© 2026 recursoseso.com. Todos los derechos reservados. Se autoriza la reproducción de las páginas de este cuaderno para su uso en el aula por parte del docente o del centro educativo que lo ha adquirido u obtenido legítimamente. No está permitida su redistribución, venta, publicación en otras webs o plataformas ni su modificación para uso comercial sin autorización expresa de recursoseso.com.

Si detectas algún error o quieres proponer una mejora, puedes comunicarlo a través de **recursoseso.com**. Este material se revisa y actualiza periódicamente.