

SITUACIONES DE APRENDIZAJE

Tecnología y Digitalización

2.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 **Diseño que resuelve** 6

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

SdA 02 **Materiales bajo la lupa** 38

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 44

SdA 03 **Mecanismos en acción** 69

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 75

SdA 04 **Circuitos con propósito** 99

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 105

SdA 05 **Del papel al CAD** 129

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 135

SdA 06 **Programa una solución** 158

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 164

SdA 07 **Robot con sentidos** 189

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 195

SdA 08 **Conectados** 221

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 226

SdA 09 **Tu entorno digital de aprendizaje** 252

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 258

SdA 10 **Tecnología sostenible en el centro** 285

Anexos 1-10 · dossier técnico, fichas, plantillas, evaluación y guía docente 291

Créditos, fuentes y condiciones de uso 318

PRESENTACIÓN

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

Este cuaderno reúne **10 situaciones de aprendizaje** completas de Tecnología y Digitalización para 2.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 2.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 Diseño que resuelve
7 sesiones · Criterios 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 4.1
Prototipo para una necesidad del centro

2 Materiales bajo la lupa
7 sesiones · Criterios 1.2, 2.1, 3.1, 7.1
Catálogo razonado de selección de materiales

3 Mecanismos en acción
7 sesiones · Criterios 1.2, 2.1, 3.1, 4.1
Máquina mecánica de sobremesa

4 Circuitos con propósito
7 sesiones · Criterios 1.2, 2.1, 3.1, 4.1, 6.1
Circuito funcional documentado

5 Del papel al CAD
7 sesiones · Criterios 2.1, 4.1, 6.2
Modelo CAD 3D y plano acotado

6 Programa una solución
7 sesiones · Criterios 5.1, 5.2 (parcial), 4.1
Miniaplicación o prototipo programado

7 Robot con sentidos
7 sesiones · Criterios 5.1, 5.3, 3.1, 4.1
Robot o simulación con sensor y actuador

8 Conectados
7 sesiones · Criterios 1.2, 6.1, 4.1
Plano de red doméstica/escolar simulada

9 Tu entorno digital de aprendizaje
7 sesiones · Criterios 6.2, 6.3, 1.3
PLE de proyecto y protocolo de colaboración

10 Tecnología sostenible en el centro
7 sesiones · Criterios 1.1, 2.1, 4.1, 7.1, 7.2
Auditoría y propuesta tecnológica sostenible

01

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Diseño que resuelve

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo gestionamos un proyecto tecnológico para que una buena idea llegue a convertirse en una solución útil?

CURSO
2.º ESO

SESIONES
7 sesiones

BLOQUES DE SABERES
A · B

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE1, CE2, CE3, CE4

PRODUCTO FINAL
Prototipo para una necesidad del centro

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 4.1

Contexto, reto y producto

En el IES Sierra del Pinar (centro ficticio), el consejo de delegados ha pasado una consulta a 180 estudiantes de 1.º y 2.º de ESO para detectar pequeñas mejoras que se puedan hacer «con las manos». Han salido balones sin sitio en el patio, mochilas amontonadas en los pasillos, papeleras sin separar, cables enredados en el carro de portátiles, un tablón de avisos que nadie lee y bicicletas apoyadas en la valla. La dirección ofrece a cada equipo de 2.º un presupuesto máximo de 6 € y dos sesiones de taller para fabricar un prototipo, con una condición: tiene que llegar con su documentación completa.

Esta situación de aprendizaje trata de **gestionar un proyecto tecnológico** y no solo de fabricar un objeto. El alumnado convierte una necesidad en un **brief** con criterios de éxito medibles, investiga soluciones existentes comprobando la fiabilidad de las fuentes, genera alternativas y decide con una **matriz ponderada**, y después planifica: reparte **tareas y roles**, calcula duraciones y **ruta crítica** en un cronograma, estima un **presupuesto** y prioriza **riesgos**. Con un tablero **Kanban** controla el avance durante la fabricación, prueba con usuarios y realiza una **segunda iteración**. El producto final es un prototipo para una necesidad del centro, acompañado de una memoria que otro equipo podría seguir.

Reto

Gestionar un proyecto de principio a fin para diseñar, construir y probar un prototipo que resuelva una necesidad del IES Sierra del Pinar con un máximo de 6 € y 100 minutos de taller, dejando documentadas las decisiones, el plan, las pruebas y la mejora.

Producto final

Prototipo para una necesidad del centro.

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)

1.1 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.

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
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.
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.
A9	Emprendimiento, resiliencia, perseverancia y creatividad para abordar problemas desde una perspectiva interdisciplinar.
B1	Habilidades básicas de comunicación interpersonal: vocabulario técnico apropiado y pautas de conducta propias del entorno virtual (etiqueta digital).
B4	Herramientas digitales para la elaboración, publicación y difusión de documentación técnica e información multimedia relativa a proyectos.

Concreción didáctica en esta situación

- Estrategias y marcos de resolución de problemas (A1): brief, descomposición en tareas, modelo lineal frente a modelo iterativo, iteración y puertas de decisión.
- Búsqueda crítica de información (A2): diferenciar dato y opinión, contrastar al menos dos fuentes y valorar su fiabilidad y pertinencia para la necesidad del centro.
- Herramientas y técnicas de manipulación de materiales (A8): trazado, corte y unión de cartón y materiales reutilizados, con normas de seguridad e higiene del aula-taller.
- Emprendimiento, resiliencia y creatividad (A9): proponer varias ideas, gestionar el presupuesto y la presión del tiempo y aprender de la prueba que falla.
- Comunicación técnica (B1) y documentación digital (B4): vocabulario de gestión de proyectos, croquis acotado, cronograma, tablero Kanban y memoria compartida en la plataforma del centro.

Objetivos didácticos

- Definir usuarios, necesidad y criterios de éxito medibles a partir de datos de una consulta.
- Contrastar fuentes sobre soluciones existentes y elegir una alternativa con una matriz de decisión ponderada.
- Planificar un proyecto: descomponer tareas, calcular duraciones y ruta crítica, repartir roles, estimar presupuesto y priorizar riesgos.
- Fabricar un prototipo funcional con materiales seguros y reutilizados, controlando el avance con un tablero Kanban.
- Recoger evidencias de prueba con usuarios, realizar una segunda iteración justificada y comunicar el proceso con documentación técnica.

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

Observamos el centro, analizamos la consulta del consejo de delegados y elegimos el reto

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico del proceso de proyecto, porcentajes de la consulta (F1), brief con criterio de éxito y reto formulado como «¿Cómo podríamos…?».

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Investigamos soluciones existentes, contrastamos fuentes y escribimos requisitos medibles

Evidencia: Ficha 2: fiabilidad de fuentes, análisis de soluciones (F4) y cinco requisitos medibles con su forma de comprobación.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Generamos ideas con bocetos y elegimos una con la matriz de selección ponderada

Evidencia: Ficha 3: matriz de práctica calculada, tres bocetos rotulados y matriz propia con la idea elegida justificada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Planificamos el proyecto: tareas, ruta crítica, recursos, presupuesto, riesgos y seguridad

Evidencia: Ficha 4: ruta crítica de un ejemplo, plan propio con responsables, presupuesto, riesgos priorizados y lista de seguridad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Fabricamos el prototipo con el tablero Kanban y registramos tiempos e incidencias

Evidencia: Ficha 5: tablero Kanban, tiempos previstos y reales, incidencias y prototipo versión 1 con fotografías.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Probamos con usuarios y hacemos una segunda iteración

Evidencia: Ficha 6: tabla de pruebas por requisito, dos estrellas y un deseo, registro de versiones y cálculo de la mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación técnica del prototipo y retrospectiva del equipo; evidencia individual con un reto nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: brief, plan con ruta crítica y retrospectiva para el organizador de mochilas del pasillo.

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 de la consulta (F1), criterio de éxito medible y análisis crítico de fuentes y soluciones existentes distinguiendo datos, opiniones y fiabilidad.	Fichas 1 y 2 / lista de cotejo
2.1	Tres alternativas con bocetos rotulados y elección mediante una matriz ponderada que incluye criterios de tiempo, seguridad y sostenibilidad, con una segunda iteración justificada por las pruebas.	Ficha 3, Ficha 6 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
2.2	Plan de proyecto con tareas, duraciones, ruta crítica, roles, presupuesto dentro del límite de 6 € y riesgos priorizados, y seguimiento del plan con el tablero Kanban.	Fichas 4 y 5 / observación sistemática
3.1	Construcción del prototipo con técnicas de trazado, corte y unión adecuadas al material, respetando las normas de seguridad e higiene y registrando incidencias y tiempos reales.	Ficha 5 y prototipo / rúbrica y observación
4.1	Memoria técnica con brief, croquis acotado, cronograma, presupuesto, resultados de prueba y retrospectiva, presentada con vocabulario técnico y una herramienta digital compartida.	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	Define la necesidad con datos de la consulta, formula un criterio de éxito y requisitos medibles, contrasta fuentes y elige entre tres alternativas con una matriz bien calculada y ponderada.	Define la necesidad y los requisitos principales y elige una idea con la matriz, con una justificación breve.	La necesidad es vaga o los requisitos no se pueden comprobar; la matriz tiene errores o no justifica la elección.	No relaciona el prototipo con una necesidad del centro ni con requisitos.
Funcionamiento / evidencia	El prototipo cumple los requisitos en una prueba con usuarios externos, con mediciones de tiempo o de uso registradas, y se explican los límites que quedan.	El prototipo cumple su función principal y se aportan pruebas de los requisitos más importantes.	Funciona solo en parte o las pruebas son incompletas o sin medidas.	El prototipo no funciona o no hay pruebas.
Documentación técnica	Memoria completa: brief, croquis con todas las cotas, cronograma con ruta crítica, presupuesto, versiones y resultados; otro equipo podría reproducir el prototipo.	Documentación suficiente, con alguna cota, tarea o coste sin indicar.	Faltan elementos clave (plan, presupuesto o resultados) y cuesta seguir el proceso.	Documentación insuficiente para comprender el proyecto.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja con seguridad sin recordatorios, reutiliza material, separa residuos, respeta el presupuesto y cuida la privacidad en la memoria y el acceso de cualquier compañero al producto.	Cumple las normas de seguridad, reutiliza algún material y respeta el presupuesto.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material o presupuesto.	Incumple normas de seguridad o ignora el impacto de los materiales.
Iteración y cooperación	Usa las pruebas y la retrospectiva para una mejora medida (por ejemplo, un tiempo menor); roles rotados, tablero Kanban al día y decisiones tomadas en equipo.	Hace una mejora a partir de las pruebas, usa el tablero y coopera adecuadamente.	La mejora es superficial o el tablero y los roles se descuidan.	No revisa el prototipo o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (4-5 personas): 4 planchas de cartón ondulado reutilizado (aprox. 50 × 35 cm), 2 tubos de cartón, cartulina, encuadernadores, cinta de papel y etiquetas adhesivas (presupuesto máximo 6 €).
- Herramientas: regla metálica de 30 cm, escuadra, lápiz, tijeras de punta redonda, base de corte, cúter de seguridad con hoja retráctil (solo con supervisión directa) y cinta métrica.
- Tablero Kanban en cartulina (3 columnas) con tarjetas adhesivas, cronómetro y plantillas de los Anexos 3 y 4; equipo del centro con procesador de textos o presentación para la memoria final.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Solo se usan herramientas escolares aprobadas. El cúter de seguridad se maneja sobre base de corte, con regla metálica y la mano fuera de la trayectoria de la hoja, siempre con el docente delante; los cortes largos de cartón grueso los hace el docente. Mesa despejada, mochilas fuera del paso, una tarea por persona en cada puesto y recogida de recortes en el contenedor azul de papel y cartón. En la memoria digital no se usan nombres completos ni fotos reconocibles de compañeros sin permiso.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (porcentajes, medias, escalas, áreas y cálculo de tiempos y costes) y Economía y emprendimiento (presupuesto, coste y toma de decisiones con recursos limitados).

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

Brief único, cronograma semicompleto y roles definidos.

Ampliación

Anexo 9

Comparar un enfoque lineal con uno iterativo y justificar cambios tras feedback.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 1 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

El consejo de delegados lo ha dicho claro: 74 de 180 estudiantes están hartos de que los balones acaben rodando por el patio y 61 de los pasillos llenos de mochilas. Las ideas no faltan; lo que falta es alguien que las convierta en algo que funcione. Os toca ser un equipo de proyecto de verdad: tendréis un presupuesto de 6 €, solo 100 minutos de taller, un tablero Kanban y la obligación de decidir con datos. Planificaréis, repartiréis roles, calcularéis qué tarea no se puede retrasar, probaréis con usuarios y mejoraréis. ¿Seréis capaces de llegar a tiempo, sin pasaros del presupuesto y con un prototipo que de verdad cambie algo en vuestro centro?

> *¿Cómo gestionamos un proyecto tecnológico para que una buena idea llegue a convertirse en una solución útil?*

Vuestro reto

Gestionar un proyecto de principio a fin para diseñar, construir y probar un prototipo que resuelva una necesidad del IES Sierra del Pinar con un máximo de 6 € y 100 minutos de taller, dejando documentadas las decisiones, el plan, las pruebas y la mejora.

Lo que vais a producir

Prototipo para una necesidad del centro.

Seguridad. Solo se usan herramientas escolares aprobadas.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos la consulta del consejo de delegados y escribimos el brief del reto.
2. Contrastamos fuentes, estudiamos soluciones existentes y fijamos los requisitos.
3. Dibujamos tres alternativas y elegimos una con la matriz ponderada.
4. Planificamos tareas, ruta crítica, presupuesto, riesgos y seguridad.
5. Fabricamos la versión 1 con el tablero Kanban al día.
6. Probamos con usuarios y mejoramos en una segunda iteración.
7. Presentamos el proyecto, hacemos la retrospectiva y resolvemos un reto nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Definir usuarios, necesidad y criterios de éxito medibles a partir de datos de una consulta.
- Contrastar fuentes sobre soluciones existentes y elegir una alternativa con una matriz de decisión ponderada.
- Planificar un proyecto: descomponer tareas, calcular duraciones y ruta crítica, repartir roles, estimar presupuesto y priorizar riesgos.
- Fabricar un prototipo funcional con materiales seguros y reutilizados, controlando el avance con un tablero Kanban.
- Recoger evidencias de prueba con usuarios, realizar una segunda iteración justificada y comunicar el proceso con documentación técnica.

¿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

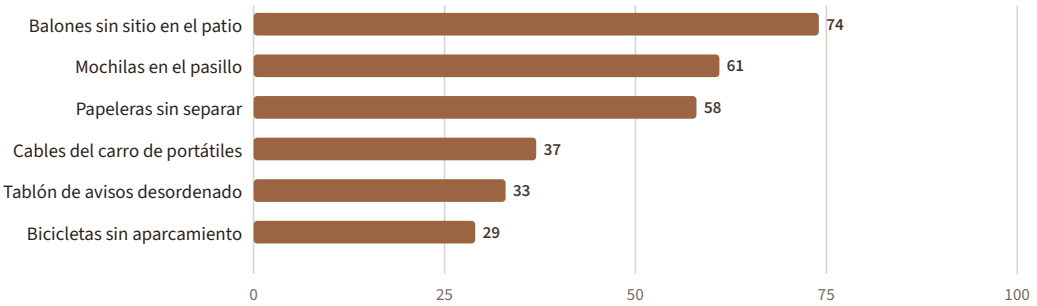
SdA 1 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

Todo lo que necesitáis para gestionar el proyecto sin búsquedas improvisadas: la consulta del consejo de delegados, los modelos lineal e iterativo, un caso resuelto completo, soluciones existentes, la matriz de decisión del caso, la tabla de tareas con su cronograma y su tablero Kanban, el protocolo de taller y un glosario.

F1 Consulta del consejo de delegados: ¿qué mejorarías en el centro?

GRÁFICO



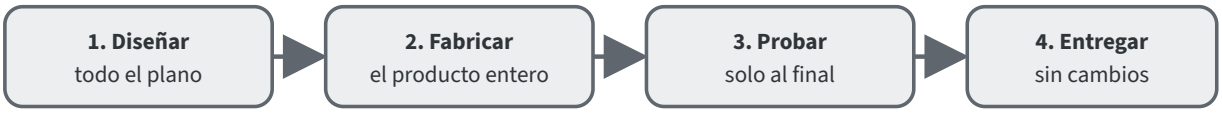
Fuente: Consulta realizada en el IES Sierra del Pinar (centro y datos ficticios, creados para este cuaderno). Respondieron 180 estudiantes de 1.º y 2.º de ESO y cada persona podía votar hasta dos necesidades.

¿Qué necesidad recibe más votos? ¿Por qué la suma de votos (292) es mayor que el número de estudiantes (180)? ¿Cuántos votos de media ha emitido cada persona?

F2 Dos formas de gestionar un proyecto: lineal e iterativa

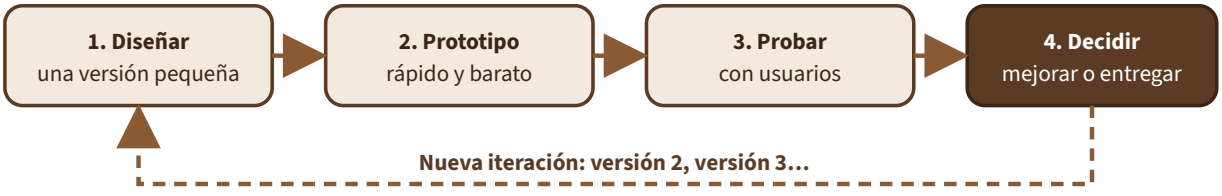
ESQUEMA

A. Modelo lineal: cada fase se hace una sola vez



Si la prueba falla al final, se descubre tarde el error y rehacer todo cuesta mucho tiempo y material.

B. Modelo iterativo: ciclos cortos de diseñar, construir y probar



Cada prueba corta descubre errores pronto y el proyecto avanza con datos reales en cada vuelta.

En la práctica, los proyectos reales mezclan ambos modelos: un **plan** claro y ciclos cortos de **prueba y mejora**. Una **puerta de decisión** es el momento en que el equipo decide con datos si sigue, cambia o termina.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F3 Caso resuelto: el organizador de pizarras de 1.º A

ESTUDIO DE CASO

En 1.º A cada estudiante usa una pizarra blanca individual A4 (21 cm × 29,7 cm × 0,5 cm) y la profesora tardaba de media **240 segundos (4 minutos)** en repartir las 30 pizarras porque estaban en una pila desordenada. Un equipo de 2.º recibió el encargo de resolverlo con un máximo de **6 €** y **100 minutos** de taller. Así gestionaron el proyecto:

1. **Brief.** Usuarios: la profesora y 30 estudiantes de 1.º A. Necesidad: repartir y recoger las pizarras con rapidez. **Criterio de éxito:** repartir las 30 pizarras en menos de 90 segundos.
2. **Requisitos medibles.** Guarda 30 pizarras de 0,5 cm de grosor (15 cm de pila más 1 cm de holgura: **16 cm** de ancho interior); profundidad interior de 22 cm; cada pizarra se saca con una mano; cabe en una estantería de 40 cm de profundidad; coste de material comprado ≤ 6 €; se fabrica en menos de 100 minutos.
3. **Investigación.** Contrastaron tres fuentes (F4) y se quedaron con la caja con ranuras, el archivador vertical y las fundas colgantes.
4. **Alternativas y decisión.** Con la matriz de F5, ganó la idea A (caja de cartón con guías) con 53 de 60 puntos.
5. **Medidas.** Caja de 22 cm × 16 cm de base y 10 cm de alto, de modo que las pizarras sobresalen casi 20 cm y se agarran bien. Cartón necesario: base 22 × 16 = 352 cm^2; paredes largas 2 × (22 × 10) = 440 cm^2; paredes cortas 2 × (16 × 10) = 320 cm^2. **Total: 1112 cm^2.** Una plancha de 50 × 35 = 1750 cm^2 da para una caja, con un sobrante de 638 cm^2 (36 %).
6. **Plan.** Seis tareas con duración y dependencias (F6), cronograma con ruta crítica de **85 minutos** (F7) y tablero Kanban (F8). Margen: 100 − 85 = 15 minutos.
7. **Presupuesto.** Cartón y tubos reutilizados (0 €); cinta de papel 1,80 €; 2 pliegos de cartulina 0,90 €; encuadernadores 1,60 €; etiquetas 0,90 €. **Total: 5,20 €**, dentro del límite.
8. **Riesgos.** Prioridad = probabilidad × impacto (de 1 a 3). «Falta de cartón doble»: 2 × 3 = 6, alta; se piden planchas a las familias en la primera semana. «Una persona falta ese día»: 3 × 2 = 6, alta; cada tarea tiene un suplente. «La cinta no sujeta»: 1 × 3 = 3, media; se usan encuadernadores.
9. **Prueba y mejora.** La versión 1 cumplía medidas, pero las pizarras se inclinaban al sacar la última. Añadieron una guía central de cartón y la versión 2 repartió las 30 pizarras en **75 segundos**: 240 − 75 = 165 s menos, es decir, una reducción del **68,75 %**.
10. **Retrospectiva.** Parar: empezar a cortar sin comprobar medidas. Seguir: reuniones de 3 minutos con el tablero. Empezar: probar antes con un usuario externo.

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno. Datos de tiempos y costes inventados con valores plausibles.

Señala en el caso un criterio de éxito medible, una decisión basada en una matriz, una tarea de la ruta crítica y una mejora provocada por una prueba.

F4 Soluciones existentes para las necesidades del centro

DATOS

Necesidad	Solución existente	Ventajas	Limitaciones en el centro	Precio orientativo
Balones en el patio	Red colgante de pared	Sujeta varios balones y ocupa poco suelo	Necesita taladrar la pared; se llena y se desordena	10-25 €
Balones en el patio	Carro con ruedas y barras	Móvil y ordenado	Caro y pesado para el alumnado	60-150 €
Mochilas en el pasillo	Perchero de pared con varios ganchos	Aprovecha la pared; cada mochila tiene su sitio	Obra en la pared; límite de peso del gancho	15-40 €
Papeleras sin separar	Papelera con cubos de colores (amarillo, azul, verde)	Facilita la separación de residuos	Ocupa espacio; hay que vaciarla y señalizarla bien	30-90 €
Cables del carro	Organizador de cables con ranuras	Cada cable en su sitio; fácil de montar	Solo sirve para el tamaño de cable previsto	5-15 €
Tablón de avisos	Tablón de corcho con marco	Permite cambiar avisos y es barato	Se llena de papeles y se desordena sin normas	10-30 €
Bicicletas	Aparcabicis de rueda (U invertida)	Muy estable; admite cualquier bici	Necesita anclaje al suelo; obra del centro	40-120 €

Fiabilidad de una fuente. Antes de usar un dato, comprueba: **quién** lo dice (autoría), **cuándo** (fecha), **con qué datos** (medidas, pruebas) y si lo confirman **otras fuentes** independientes. Una opinión sin datos («es lo mejor») no es suficiente para decidir.

Fuente: Tabla de elaboración propia con productos genéricos de uso común (sin marcas). Los rangos de precio son ilustrativos y orientativos, no corresponden a ninguna tienda concreta.

F5 Matriz de decisión del caso del organizador de pizarras

DATOS

Criterio	Peso	A: caja con guías de cartón	B: archivador vertical de contrachapado	C: fundas colgantes
Cumple la función	3	4 × 3 = 12	5 × 3 = 15	3 × 3 = 9
Seguridad	2	5 × 2 = 10	4 × 2 = 8	5 × 2 = 10
Se fabrica en el tiempo disponible	3	4 × 3 = 12	2 × 3 = 6	4 × 3 = 12
Material reutilizado o sostenible	2	5 × 2 = 10	3 × 2 = 6	3 × 2 = 6
Coste bajo	1	5 × 1 = 5	3 × 1 = 3	3 × 1 = 3
Accesible para todo el alumnado	1	4 × 1 = 4	4 × 1 = 4	5 × 1 = 5
Total (máximo 60)		**53**	**42**	**45**

Cómo se usa: 1) los criterios salen de los requisitos; 2) se da un **peso** a cada criterio (3 = imprescindible, 1 = deseable); 3) se puntúa cada alternativa de 1 a 5 en cada criterio; 4) se multiplica por el peso y se suma. Gana la alternativa con más puntos.

Máximo posible: 5 × (3 + 2 + 3 + 2 + 1 + 1) = 5 × 12 = 60 puntos. Si la diferencia es de menos de 3 puntos, conviene probar un prototipo rápido de ambas.

Fuente: Cálculo de elaboración propia a partir del caso F3.

F6 Tareas del caso: duración, dependencias y holgura

DATOS

Tarea	Duración (min)	Necesita antes	Inicio	Fin	Holgura (min)
T1. Trazar y comprobar medidas	10	—	0	10	0
T2. Cortar las piezas	20	T1	10	30	0
T3. Montar con encuadernadores y cinta	25	T2	30	55	0
T4. Rotular y numerar las ranuras	15	T1	10	25	30
T5. Probar con dos usuarios	15	T3 y T4	55	70	0
T6. Mejorar y repetir la prueba	15	T5	70	85	0

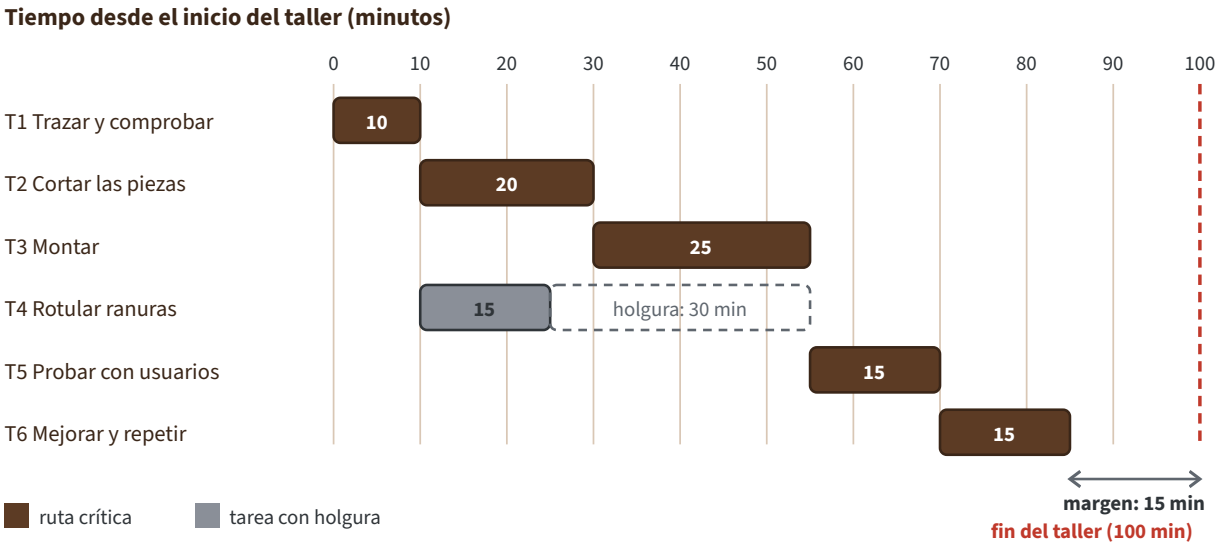
Cómo se calcula: el **inicio** de una tarea es el mayor de los **fines** de las tareas que necesita antes (T5 empieza en el 55 porque T3 acaba en el 55 y T4 en el 25). El **fin** es inicio + duración. La **holgura** es el tiempo que puede retrasarse una tarea sin retrasar el proyecto: T4 podría acabar en el minuto 55 en lugar del 25, así que tiene 30 minutos de holgura.

Ruta crítica: T1, T2, T3, T5 y T6 (10 + 20 + 25 + 15 + 15 = **85 minutos**). Cualquier retraso en estas tareas retrasa todo el proyecto. Con 100 minutos disponibles queda un **margen de 15 minutos**.

Fuente: Tabla de elaboración propia; los tiempos del caso F3 son plausibles pero ficticios. Tiempos en minutos desde el inicio del taller (minuto 0).

F7 Cronograma (diagrama de Gantt) del caso con la ruta crítica

ESQUEMA

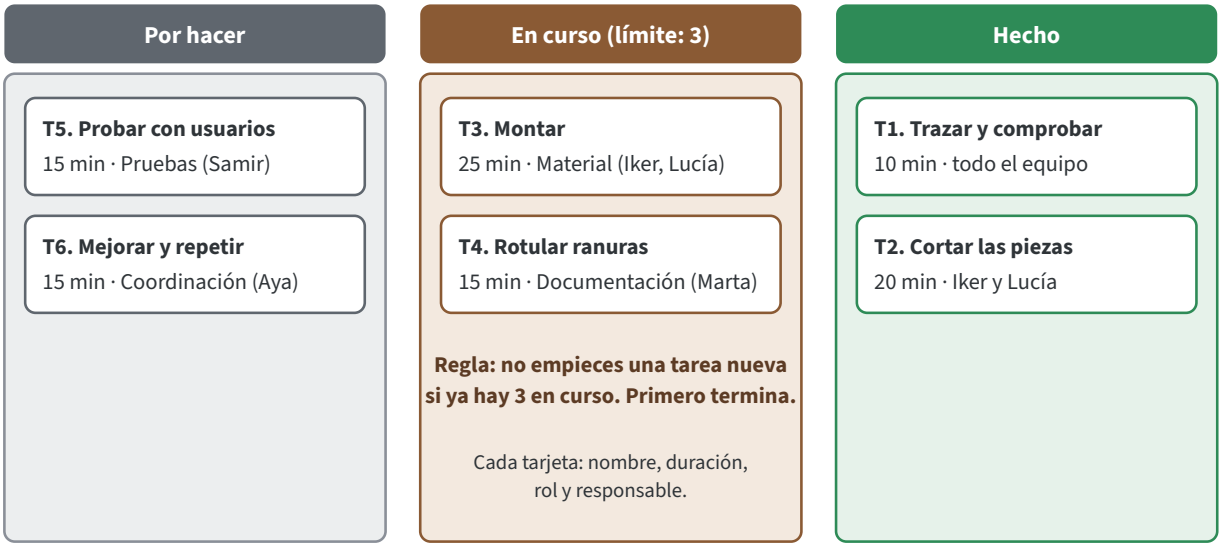


Los números dentro de las barras son minutos de duración. La **ruta crítica** (barras oscuras) suma 85 minutos; la barra gris T4 tiene holgura y puede hacerse mientras otra persona monta.

Fuente: Esquema de elaboración propia a partir de los datos de F6.

F8 Tablero Kanban del caso en el minuto 40

ESQUEMA



El **límite de trabajo en curso** (WIP, por sus siglas en inglés) evita empezar muchas cosas y no acabar ninguna. Si una tarea está bloqueada, se marca con una tarjeta roja y se avisa a coordinación.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Nombres de personas ficticios.

F9 Protocolo de taller y de trabajo en equipo

PROTOCOLO

Material y herramientas: planchas de cartón, regla metálica, escuadra, lápiz, base de corte, tijeras de punta redonda, cúter de seguridad (supervisado), encuadernadores, cinta de papel, tablero Kanban y cronómetro.

Equipo de protección y riesgos: riesgo de cortes con el cúter y de tropiezos con mochilas o planchas en el suelo. Pelo largo recogido, mangas sin colgar, mesa despejada y mochilas fuera del paso. Si te cortas, avisa al docente de inmediato.

Procedimiento:

1. Al empezar, 3 minutos de reunión de pie: cada persona dice qué hizo, qué hará y qué le bloquea. Se actualiza el tablero.
2. Reparte los roles: coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas, comunicación. Rotan cada sesión.
3. Traza con lápiz y regla. Comprueba las medidas dos veces antes de cortar.
4. Las piezas pequeñas se cortan con tijeras. Los cortes rectos largos con cúter de seguridad se hacen solo con supervisión, sobre la base de corte y en varias pasadas suaves.
5. Une con encuadernadores o cinta de papel; marca los pliegues con la punta de la regla sin cortar el cartón.
6. Cada tarea terminada se mueve a «Hecho» y se anota el tiempo real. Si el plan se retrasa, avisa antes de que pase el margen.
7. Antes de la prueba, revisa que no haya bordes cortantes ni puntas.

Limpieza y residuos: recortes grandes a la caja de reutilización; recortes pequeños al contenedor azul de papel y cartón; herramientas en su panel; mesa despejada.

Resultado esperable: piezas con un error de medida menor de 2 mm y un prototipo estable que se puede probar sin ayuda.

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

F10 Glosario de gestión de proyectos

GLOSARIO

Brief	Documento breve que describe la necesidad, los usuarios, los límites (tiempo, coste) y el criterio de éxito del proyecto.
Requisito medible	Condición que debe cumplir la solución y que se puede comprobar con un número o una prueba (medida, tiempo, coste).
Prototipo	Primer modelo funcional que sirve para probar una idea antes de fabricarla definitivamente.
Iteración	Cada ciclo de diseñar, construir, probar y mejorar. Cada iteración produce una versión nueva.
Matriz ponderada	Tabla que puntúa alternativas según criterios con pesos distintos para elegir de forma justificada.
Ruta crítica	Conjunto de tareas encadenadas sin holgura que determina la duración mínima del proyecto.
Holgura	Tiempo que puede retrasarse una tarea sin retrasar el fin del proyecto.
Diagrama de Gantt	Gráfico de barras en el que cada tarea ocupa su intervalo de tiempo; se usa para planificar y seguir el proyecto.
Kanban	Tablero visual con columnas (por hacer, en curso, hecho) y tarjetas que muestra el estado de cada tarea.
Riesgo	Algo que puede ocurrir y perjudicar al proyecto. Su prioridad es probabilidad × impacto.
Retrospectiva	Reunión final del equipo para decidir qué parar, qué seguir y qué empezar a hacer en el siguiente proyecto.

Fuente: Glosario de elaboración propia. «Kanban» procede de una palabra japonesa que significa «rótulo» o «cartel»; el método se desarrolló en la industria del automóvil japonesa a mediados del siglo XX.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 1 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

FICHA 1 Observamos el centro y elegimos el reto

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, analizad la consulta del consejo de delegados (F1) y los dos modelos de proyecto (F2).

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

Un requisito medible es…

◯ «que sea cómodo» ◯ «que quede bonito» ◯ «que repartir 30 pizarras lleve menos de 90 segundos»

En un modelo iterativo, una prueba que falla sirve para…

◯ terminar el proyecto cuanto antes ◯ decidir quién tiene la culpa ◯ volver a diseñar y construir una versión mejor

Un tablero Kanban tiene columnas como…

◯ Mañana, tarde y noche ◯ Boceto, plano y maqueta ◯ Por hacer, en curso y hecho

El presupuesto de un proyecto sirve para…

◯ decidir el color del prototipo ◯ comprar todo lo que se nos ocurra ◯ controlar que el coste no supere el límite

2 **Con los datos de F1 (180 estudiantes), calcula el porcentaje de estudiantes que votó cada necesidad (votos ÷ 180 × 100, con un decimal).**

Necesidad	Votos	% de 180
Balones sin sitio en el patio	74	
Mochilas en el pasillo	61	
Papeleras sin separar	58	
Cables del carro de portátiles	37	
Tablón de avisos desordenado	33	
Bicicletas sin aparcamiento	29	

3 **Los porcentajes suman más de 100 %. ¿Por qué? Calcula cuántos votos ha emitido de media cada persona (292 votos ÷ 180 personas).**

_____

_____

_____

4 **Elegid una necesidad y escribid el brief de vuestro proyecto. El criterio de éxito debe llevar una cifra.**

Apartado	Nuestra respuesta
Necesidad elegida y dato de F1	
Usuarios (quién lo usará)	
Dónde se usará	
Criterio de éxito (con cifra)	
Límites: coste máx. 6 € y tiempo de taller 100 min	

5 **Formulad el reto como una pregunta: «¿Cómo podríamos… para que…?».**

FICHA 2 Investigamos y escribimos requisitos

SESIÓN 2

Usa las soluciones existentes (F4), el caso resuelto (F3) y las pautas de fiabilidad de F4. El objetivo es terminar con cinco requisitos que se puedan medir.

1 **Fiabilidad. Marca cada fuente como fiable (F) o dudosa (D) y escribe el motivo.**

Fuente	F o D	Motivo
Ficha técnica con medidas, fecha y nombre del fabricante		
Comentario sin nombre: «es lo mejor del mundo, comprad ya»		
Página de un centro de tecnología con autoría, fecha y fotos del ensayo		
Vídeo sin autoría ni fecha que promete «la solución definitiva»		

2 **Elige dos soluciones de F4 relacionadas con vuestra necesidad y analízalas.**

Solución existente	Qué aprovechamos	Qué evitamos	¿Cabe en 6 €? (sí/no)

3 **Convierte cada requisito vago en uno medible. Relaciona.**

1	Que sea resistente	a	Aguanta una carga de 3 kg durante 1 minuto sin deformarse
2	Que sea barato	b	Se monta en menos de 20 minutos entre dos personas
3	Que sea rápido de montar	c	El material comprado cuesta menos de 6 €
4	Que sea seguro	d	Sin bordes cortantes ni puntas: se comprueba pasando la mano por todos los bordes

4 **Escribid cinco requisitos medibles para vuestro prototipo (función, medidas, coste, tiempo, seguridad o accesibilidad).**

N.º	Requisito	¿Cómo lo comprobaremos?
1		
2		
3		
4		
5		

FICHA 3 Ideas y matriz de selección

SESIÓN 3

Cada persona propone al menos una idea. Usa la matriz del caso (F5) como modelo.

1 **Practica. Un equipo puntuó tres ideas para ordenar los cables del carro de portátiles. Calcula los totales con los pesos: función 3, seguridad 2, fabricar a tiempo 3, material reutilizado 2, coste 1, accesibilidad 1 (máximo 60).**

Idea	Función	Seguridad	A tiempo	Reutilizado	Coste	Accesible	Total
1. Peine de cartón con ranuras	4	5	4	5	5	3	
2. Canaleta de madera (la corta el docente)	5	4	2	3	2	4	
3. Bolsa de tela con bolsillos	3	5	4	4	3	4	

2 **¿Qué idea gana y por cuántos puntos? Si el peso de «fabricar a tiempo» bajara de 3 a 1, ¿cambiaría el ganador? Calcúlalo.**

3 **Dibujad tres bocetos de vuestras ideas con rótulos que expliquen cómo funcionan y qué medidas aproximadas tienen.**

4 **Completad vuestra matriz (criterios sacados de los requisitos, pesos, puntuaciones y totales) y escribid la idea elegida con su justificación.**

Criterio	Peso	Idea 1	Idea 2	Idea 3

FICHA 4

Planificamos el proyecto

SESIÓN 4

Usa las tareas y el cronograma del caso (F6 y F7), el tablero (F8), el caso con presupuesto y riesgos (F3) y las normas de F9.

1 **Ruta crítica de un ejemplo. El proyecto «punto de reciclaje» tiene estas tareas: A. Trazar (10 min, sin requisitos previos); B. Cortar (20 min, tras A); C. Rotular (15 min, tras A); D. Montar (25 min, tras B y C); E. Probar (10 min, tras D); F. Preparar el cartel de normas (15 min, tras C). Calcula inicio y fin de cada tarea.**

Tarea	Duración (min)	Inicio	Fin
A. Trazar	10		
B. Cortar	20		
C. Rotular	15		
D. Montar	25		
E. Probar	10		
F. Cartel de normas	15		

2 **¿Cuánto dura el proyecto? ¿Qué tareas forman la ruta crítica? ¿Cuánta holgura tiene la tarea C?**

3 **Plan de vuestro proyecto. Completad las tareas con duración, dependencias y responsable. Comprobad que la ruta crítica cabe en 100 minutos con un margen de al menos el 10 %.**

Tarea	Duración (min)	Necesita antes	Responsable (rol)

4 **Presupuesto (límite 6 €) y riesgos. Rellenad ambas tablas. Prioridad = probabilidad (1-3) × impacto (1-3).**

Material	Cantidad	Precio por unidad (€)	Subtotal (€)

Riesgo	Probabilidad	Impacto	Prioridad	Medida preventiva

5 **Lista de seguridad. Leed F9 y marcad cada norma cuando todo el equipo la haya entendido.**

- [ ] Sé qué herramientas puedo usar y cuáles solo con supervisión.
- [ ] Comprobamos las medidas dos veces antes de cortar.
- [ ] Cortamos sobre la base de corte, con la mano lejos de la hoja.
- [ ] Mantenemos la mesa despejada y las mochilas fuera del paso.
- [ ] Separamos los residuos de cartón para reutilizar o reciclar.
- [ ] Hemos repartido los roles y acordado quién suple a quién.

FICHA 5 Fabricamos y seguimos el plan

SESIÓN 5

Construid la versión 1 con el procedimiento de F9. Empezad con la reunión de 3 minutos y mantened el tablero Kanban (F8) al día.

1 **Copiad vuestro tablero Kanban al final de la sesión: escribid cada tarea en su columna.**

Por hacer	En curso (máx. 3)	Hecho

2 **Comparad los tiempos previstos con los reales de cada tarea.**

Tarea	Previsto (min)	Real (min)	Desviación (min)	Causa

3 **¿Sigue cabiendo la ruta crítica en los 100 minutos? Calcula el tiempo que os queda y decide qué haréis (quitar una tarea, repartir mejor, pedir ayuda…).**

4 **Registro de incidencias: anotad cada problema y cómo lo habéis resuelto.**

Hora	Incidencia	Causa probable	Solución aplicada

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

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Hemos seguido el plan y el tablero.	◯	◯	◯	◯
Hemos respetado las normas de seguridad.	◯	◯	◯	◯
Hemos respetado el presupuesto.	◯	◯	◯	◯

FICHA 6 Probamos con usuarios e iteramos

SESIÓN 6

Pasad la prueba con dos usuarios que no sean del equipo y registrad datos reales. Usad el caso (F3) para comparar vuestros resultados.

1 **Comprobad cada requisito de la ficha 2 con una prueba y anotad el resultado.**

Requisito	Prueba realizada	Resultado (medida, tiempo, nº de intentos)	¿Cumple? (sí/no)

2 **Dos estrellas y un deseo: anotad lo que dicen los dos usuarios.**

Usuario	Estrella 1	Estrella 2	Deseo
1			
2			

3 **Decidid una mejora y registrad las dos versiones del prototipo.**

Versión	Qué cambia	Prueba o dato que lo justifica	Resultado
v1			
v2			

4 **Comparación con el caso. En el organizador de pizarras de F3, el reparto pasó de 240 s a 75 s. Calcula cuántos segundos se redujo y qué porcentaje supone sobre 240 s. Calcula después la mejora de vuestro prototipo (versión 1 frente a versión 2) si habéis medido tiempos.**

FICHA 7 Evidencia individual: el organizador de mochilas

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica la gestión de proyectos a un reto nuevo.

1 **En el pasillo de 2.º, seis mochilas se amontonan en el suelo en cada recreo. Escribe un criterio de éxito con cifra y tres requisitos medibles para un organizador de mochilas.**

2 **Plan del proyecto. Tareas: T1 medir el hueco del pasillo (10 min); T2 cortar el cartón doble (25 min, tras T1); T3 montar los ganchos (20 min, tras T2); T4 rotular los puestos (10 min, tras T1); T5 probar con tres mochilas (15 min, tras T3 y T4). Calcula inicio y fin de cada tarea.**

Tarea	Duración (min)	Inicio	Fin
T1	10		
T2	25		
T3	20		
T4	10		
T5	15		

3 **¿Cuál es la ruta crítica y cuánto dura? Si solo hay 90 minutos de taller, ¿cuál es el margen y cuánta holgura tiene T4?**

4 **En la primera prueba, 2 de las 3 mochilas se caen del gancho. ¿A qué fase del modelo iterativo vuelves y qué mejora propones? ¿Cómo comprobarías que funciona?**

5 **Retrospectiva personal: escribe una cosa que pararías, una que seguirías y una que empezarías a hacer en tu próximo proyecto.**

Parar	Seguir	Empezar

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 1 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

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

Memoria técnica del proyecto. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la presentación técnica final.

Brief: necesidad, usuarios y criterio de éxito

Dato de F1 que justifica la necesidad, quién lo usará y criterio con cifra.

Requisitos medibles y fuentes

Cinco requisitos, cómo se comprueban y fuentes consultadas.

Alternativas, matriz de decisión e idea elegida

Dibujad las tres ideas con rótulos, anotad los totales de la matriz y marcad la elegida.

Plan: tareas y ruta crítica

Tareas, duraciones, responsables y ruta crítica en minutos.

Presupuesto y riesgos

Coste total (máx. 6 €) y riesgos con su prioridad.

Croquis acotado del prototipo y fotos del proceso

Medidas en cm; versión 1 y versión 2.

Pruebas con usuarios

Resultado por requisito y opiniones.

Mejora, versiones y retrospectiva

Qué cambia en la versión 2 y qué dato lo justifica; qué paramos, seguimos y empezamos.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 1 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Prototipo para una necesidad del centro**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La necesidad se apoya en un dato de la consulta (F1) y el brief incluye un criterio de éxito con cifra.
- [ ] Hay cinco requisitos medibles y cada uno tiene su forma de comprobación.
- [ ] Hay tres alternativas dibujadas y la matriz ponderada está bien calculada y justificada.
- [ ] El plan incluye tareas con duración y dependencias, responsables y la ruta crítica, que cabe en el tiempo disponible.
- [ ] El presupuesto total no supera los 6 € y está desglosado por materiales.
- [ ] El croquis tiene todas las medidas en centímetros y el prototipo coincide con él.
- [ ] Se han probado todos los requisitos con dos usuarios externos y se han anotado los resultados.
- [ ] Hay una segunda versión justificada por una prueba y una retrospectiva con acciones concretas.
- [ ] Se ha reutilizado material, los residuos se han separado y la memoria no contiene datos personales.

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 · Diseño que resuelve

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Prototipo para una necesidad del centro**. 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 de la consulta, formula un criterio de éxito y requisitos medibles, contrasta fuentes y elige entre tres alternativas con una matriz bien calculada y ponderada.	Define la necesidad y los requisitos principales y elige una idea con la matriz, con una justificación breve.	La necesidad es vaga o los requisitos no se pueden comprobar; la matriz tiene errores o no justifica la elección.	No relaciona el prototipo con una necesidad del centro ni con requisitos.	
Funcionamiento / evidencia	El prototipo cumple los requisitos en una prueba con usuarios externos, con mediciones de tiempo o de uso registradas, y se explican los límites que quedan.	El prototipo cumple su función principal y se aportan pruebas de los requisitos más importantes.	Funciona solo en parte o las pruebas son incompletas o sin medidas.	El prototipo no funciona o no hay pruebas.	
Documentación técnica	Memoria completa: brief, croquis con todas las cotas, cronograma con ruta crítica, presupuesto, versiones y resultados; otro equipo podría reproducir el prototipo.	Documentación suficiente, con alguna cota, tarea o coste sin indicar.	Faltan elementos clave (plan, presupuesto o resultados) y cuesta seguir el proceso.	Documentación insuficiente para comprender el proyecto.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja con seguridad sin recordatorios, reutiliza material, separa residuos, respeta el presupuesto y cuida la privacidad en la memoria y el acceso de cualquier compañero al producto.	Cumple las normas de seguridad, reutiliza algún material y respeta el presupuesto.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material o presupuesto.	Incumple normas de seguridad o ignora el impacto de los materiales.	
Iteración y cooperación	Usa las pruebas y la retrospectiva para una mejora medida (por ejemplo, un tiempo menor); roles rotados, tablero Kanban al día y decisiones tomadas en equipo.	Hace una mejora a partir de las pruebas, usa el tablero y coopera adecuadamente.	La mejora es superficial o el tablero y los roles se descuidan.	No revisa el prototipo o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 1 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular la ruta crítica de un proyecto y qué tareas pueden retrasarse sin problema.	○	○	○	○
Sé decidir entre alternativas con una matriz ponderada y justificar la elección con datos.	○	○	○	○
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 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Aquí tienes un brief ya acotado, un cronograma a medio completar y los roles ya definidos para fabricar un portarrotuladores para la pizarra del aula.

Brief único

Necesidad: los rotuladores y el borrador de la pizarra se pierden o ruedan por el suelo.

Criterio de éxito: el profesor encuentra los 6 rotuladores y el borrador en menos de 10 segundos.

Requisitos ya escritos:

- Guarda 6 rotuladores de 1,6 cm de diámetro (agujeros de 2 cm) y 1 borrador de 11 cm × 6 cm.
- Se apoya en la repisa de la pizarra sin pegamento.
- Coste de material comprado: 3 € como máximo.
- Se fabrica en menos de 60 minutos.

Cronograma semicompleto y roles

Tareas: T1 Trazar (10 min); T2 Cortar la base y los tubos (15 min, tras T1); T3 Montar (20 min, tras T2); T4 Rotular (10 min, tras T1); T5 Probar (10 min, tras T3 y T4).

Materiales: 1 plancha de cartón de 20 × 10 cm, 6 tubos de cartón de 8 cm, 1 tira de cartón para el hueco del borrador, cinta de papel y encuadernadores.

Roles: Coordinación (controla el tiempo); Documentación (rellena la memoria); Material y seguridad (herramientas y orden); Pruebas (mide los resultados); Comunicación (prepara la presentación).

1 **Completa el cronograma: escribe inicio y fin de cada tarea y la duración total del proyecto.**

Tarea	Duración (min)	Inicio	Fin
T1 Trazar	10	0	10
T2 Cortar	15		
T3 Montar	20		
T4 Rotular	10		
T5 Probar	10		

2 **Dibuja el portarrotuladores visto desde arriba: la base, los 6 agujeros, el hueco del borrador y las medidas.**

3 **Escribe el nombre de la persona que tendrá cada rol en la sesión 5 y prueba los requisitos con tu prototipo.**

Rol o requisito	Persona o resultado	¿Cumple? (sí/no)
Coordinación		
Guarda 6 rotuladores y el borrador		
Se fabrica en menos de 60 min		

ANEXO 9

Ampliación

SdA 1 · Diseño que resuelve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lineal frente a iterativo

Compara con números dos formas de gestionar el mismo proyecto. Un equipo tiene 120 minutos para fabricar un organizador. **Plan lineal:** diseña 20 min, fabrica 40 min y prueba 15 min; la prueba final falla y hay que rehacer la fabricación (40 min) y volver a probar (15 min). **Plan iterativo:** tres ciclos de 10 min de diseño, 15 de prototipo rápido y 5 de prueba.

Pasos

1. Calcula el tiempo total de cada plan y dibuja un cronograma sencillo de cada uno.
2. Calcula cuántas pruebas con usuarios hace cada plan y cuántos errores se descubren pronto.
3. Elige un enfoque para vuestro proyecto real y justifica un cambio que hicisteis tras recibir feedback.
4. Escribe una norma de equipo que combine un plan claro con ciclos cortos de mejora.

1 **Tabla comparativa de los dos planes.**

Aspecto	Plan lineal	Plan iterativo
Tiempo total (min)		
Nº de pruebas con usuarios		
Cuándo se descubre el primer error		
Riesgo principal		

Entrega

Ficha de comparación con cálculos, cronogramas y conclusión sobre el enfoque elegido.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 1 · Diseño que resuelve

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: «que repartir 30 pizarras lleve menos de 90 segundos»; volver a diseñar y construir una versión mejor; Por hacer, en curso y hecho; controlar que el coste no supere el límite.
2. Porcentajes: 74 ÷ 180 = 41,1 %; 61 ÷ 180 = 33,9 %; 58 ÷ 180 = 32,2 %; 37 ÷ 180 = 20,6 %; 33 ÷ 180 = 18,3 %; 29 ÷ 180 = 16,1 %.
3. Suman 162,2 % porque cada estudiante podía votar hasta dos necesidades. Votos por persona: 292 ÷ 180 = 1,62, es decir, algo más de 1,6 votos de media.
4. Respuesta abierta. Modelo: necesidad: los balones ruedan por el patio (74 votos, 41,1 %); usuarios: alumnado de 1.º y 2.º y profesorado de Educación Física; lugar: caseta del patio; criterio de éxito: guardar 8 balones y sacar uno en menos de 5 segundos; límites: 6 € y 100 minutos. Valorar que el criterio tenga cifra.
5. Modelo: «¿Cómo podríamos guardar 8 balones en la caseta del patio para que cualquiera saque uno en menos de 5 segundos?».

Ficha 2

1. F, D, F, D. Motivos: la primera y la tercera dicen quién, cuándo y con qué datos; la segunda y la cuarta no tienen autoría ni datos y solo opinan o prometen.
2. Respuesta abierta. Ejemplo: del cubo de colores aprovechamos la señalización por colores; evitamos el precio (30-90 €, no cabe en 6 €). De la red colgante tomamos la idea de colgar; evitamos taladrar la pared.
3. Que sea resistente → aguanta una carga de 3 kg durante 1 minuto sin deformarse; que sea barato → el material comprado cuesta menos de 6 €; que sea rápido de montar → se monta en menos de 20 minutos entre dos personas; que sea seguro → sin bordes cortantes ni puntas. (El orden de las columnas puede cambiar: corregir por el contenido.)
4. Ejemplo para un soporte de balones: 1) guarda 8 balones de 22 cm de diámetro; 2) se saca un balón con una mano en menos de 5 s; 3) soporta 4 kg durante 1 minuto; 4) coste comprado ≤ 6 €; 5) sin bordes cortantes (se pasa la mano). Cada uno con su prueba.

Ficha 3

1. Idea 1: 4·3 + 5·2 + 4·3 + 5·2 + 5·1 + 3·1 = 12 + 10 + 12 + 10 + 5 + 3 = 52. Idea 2: 5·3 + 4·2 + 2·3 + 3·2 + 2·1 + 4·1 = 15 + 8 + 6 + 6 + 2 + 4 = 41. Idea 3: 3·3 + 5·2 + 4·3 + 4·2 + 3·1 + 4·1 = 9 + 10 + 12 + 8 + 3 + 4 = 46.
2. Gana la idea 1 con 52 puntos, 6 más que la idea 3 (46). Con el peso de «a tiempo» en 1: idea 1 = 52 − 8 = 44; idea 2 = 41 − 4 = 37; idea 3 = 46 − 8 = 38. El ganador no cambia: la decisión es robusta.
3. Bocetos: valorar tres ideas distintas, rótulos de funcionamiento y medidas aproximadas.
4. Matriz: criterios coherentes con los requisitos del equipo, pesos justificados, productos y sumas correctas y justificación que se apoye en puntuaciones, no en gustos.

Ficha 4

1. A: 0-10; B: 10-30; C: 10-25; D: 30-55 (empieza tras B, que acaba en 30, y C, que acaba en 25); E: 55-65; F: 25-40.
2. El proyecto dura 65 minutos. Ruta crítica: A, B, D y E (10 + 20 + 25 + 10 = 65). La tarea C tiene 5 minutos de holgura (acaba en 25 y D no empieza hasta 30); F tiene 25 minutos de holgura (podría acabar en 65).
3. Plan propio: tareas coherentes con el prototipo, dependencias bien indicadas y ruta crítica inferior a 90 minutos (100 menos el 10 % de margen). Comprobar que cada tarea tiene responsable y que roles y suplentes están repartidos.
4. Presupuesto: cantidad × precio = subtotal, y suma total ≤ 6 €. Riesgos: prioridad = probabilidad × impacto (valores posibles 1, 2, 3, 4, 6, 9); medidas concretas y no vagas («tener cuidado»).
5. Lista de seguridad: todas las casillas marcadas antes de empezar a construir.

Ficha 5

1. Tablero: cada tarea en una sola columna; no más de tres tareas en curso.
2. Desviación = real − previsto. Valorar que las causas sean concretas (corte más lento por cartón grueso, falta de medidas…).
3. Cálculo: sumar los tiempos reales de la ruta crítica y restarlos de 100 min. Decisiones posibles: pasar una tarea con holgura a otra persona, simplificar un acabado o pedir al docente un corte largo.
4. Incidencias habituales: el cartón se dobla (doble capa), el encuadernador no sujeta (cinta de refuerzo), la medida no encaja (volver a medir). Valorar la relación causa-solución.
5. Autoevaluación del equipo: abierta.

Ficha 6

1. Cada requisito con una prueba objetiva (medir, cronometrar, contar intentos) y un resultado numérico o comprobable.
2. Opiniones recogidas tal como las dicen los usuarios, sin interpretarlas.
3. Registro de versiones: la v2 debe estar justificada por un dato o una opinión de la prueba y tener un resultado comparado con la v1.
4. Reducción: 240 − 75 = 165 s; 165 ÷ 240 = 0,6875 → 68,75 %. Para su prototipo: reducción = (v1 − v2) ÷ v1 × 100; se acepta cualquier medida coherente.

Ficha 7

1. Modelo: criterio de éxito: las seis mochilas quedan colgadas en menos de 30 segundos y ninguna toca el suelo. Requisitos: soporta 6 kg por gancho durante 1 minuto; separación de 25 cm entre ganchos; sobresale menos de 15 cm de la pared.
2. T1: 0-10; T2: 10-35; T3: 35-55; T4: 10-20; T5: 55-70.
3. Ruta crítica: T1, T2, T3 y T5 = 10 + 25 + 20 + 15 = 70 min. Margen con 90 min: 90 − 70 = 20 min. Holgura de T4: debe acabar a más tardar en 55 y acaba en 20: 35 minutos.
4. Se vuelve a la fase de diseño o prototipo (iteración): por ejemplo, añadir un tope curvo en el gancho o una pestaña de cartón doble. Prueba: colgar 3 mochilas con peso y abrir y cerrar la puerta 10 veces sin que caigan.
5. Retrospectiva: respuesta personal; valorar acciones concretas («probar antes con un usuario externo») y no frases genéricas.

Refuerzo (Anexo 8)

1. T1: 0-10; T2: 10-25; T3: 25-45; T4: 10-20; T5: 45-55. Duración total: 55 min (ruta crítica T1-T2-T3-T5 = 10 + 15 + 20 + 10 = 55), con 5 min de margen sobre 60.
2. Boceto: base de 20 × 10 cm, seis agujeros de 2 cm con tubos de 8 cm y un hueco de 11 × 6 cm para el borrador, todo acotado.
3. Tabla: roles con nombres y resultados de la prueba (cumple si el profesor localiza los 6 rotuladores y el borrador en menos de 10 s).

Ampliación (Anexo 9)

1. Plan lineal: 20 + 40 + 15 + 40 + 15 = 130 min (no cabe en 120). Plan iterativo: 3 × (10 + 15 + 5) = 90 min, con 30 min de margen. Pruebas: 2 en el lineal frente a 3 en el iterativo, y la primera aparece al minuto 75 frente al minuto 30. Riesgo del lineal: descubrir el error al final; del iterativo: dispersarse y no cerrar el diseño. Conclusión modelo: plan claro y ciclos cortos, con una puerta de decisión tras cada prueba.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (consulta y brief); sesiones 2-3 (fuentes, requisitos y matriz); sesión 4 (planificación y seguridad, imprescindible antes de construir); sesiones 5-6 (100 minutos de taller con tablero Kanban); sesión 7 (presentaciones de 3 minutos y ficha individual de 15 minutos).
- Seguridad: el cúter solo se usa con supervisión directa y los cortes largos de cartón grueso los realiza el docente. Revisar la lista de seguridad de la ficha 4 antes de entregar herramientas. Recordar que en la memoria digital no deben aparecer datos personales ni fotos reconocibles sin permiso.
- Preparación: pedir con antelación cartón y tubos limpios a las familias; tener cartulinas para los tableros, cronómetros y un cuadro de roles rotatorios. Los datos de F1, los tiempos y los precios son ficticios: pueden sustituirse por los reales del centro.
- Diferenciación: el Anexo 8 acota el brief y el cronograma; el Anexo 9 compara modelos de gestión. Cada equipo puede ajustar el límite de 6 € y los 100 minutos según el centro.

Errores frecuentes

- Escribir criterios de éxito sin cifra («que funcione bien»).
- Calcular el inicio de una tarea con la duración en lugar del fin de la anterior, o sumar todas las duraciones sin mirar las dependencias.
- Confundir holgura con tiempo libre: una tarea con holgura puede retrasarse hasta cierto límite, pero no más.
- Elegir la idea antes de la matriz y ajustar las puntuaciones después.
- Tener más de tres tareas en curso en el Kanban y no terminar ninguna.
- No apuntar los tiempos reales, de modo que la retrospectiva no tiene datos.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar cualquier necesidad real del centro si está apoyada en datos de F1 u observación y el criterio de éxito es medible.
- En la matriz, admitir criterios y pesos distintos si son coherentes con los requisitos y el cálculo es correcto.
- Valorar más el plan, las pruebas y la mejora medida que el acabado estético.
- En la ficha 7, aceptar planes diferentes si respetan las dependencias indicadas y la ruta crítica está bien calculada.

02

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Materiales bajo la lupa

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo elegimos un material por sus propiedades y no solo por su apariencia o precio?

CURSO 2.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE7	**PRODUCTO FINAL** Catálogo razonado de selección de materiales	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.2, 2.1, 3.1, 7.1

Contexto, reto y producto

En el aula-taller del IES Cañada Real (centro ficticio) hay un armario con «muestras de materiales» que nadie sabe usar: trozos sueltos de listón, láminas, tapones y chapas sin etiquetar. Cada curso, los proyectos se hacen «con lo que haya» y casi siempre se elige por el aspecto o por el precio: el asa de cartón que se dobla, la bandeja de macetas de madera que se hincha con el riego o la maqueta de puente que se rompe al cargarla. El departamento de Tecnología pide al alumnado de 2.º un **catálogo razonado** que permita a los próximos cursos decidir mejor, con tres encargos reales del centro: una bandeja para las macetas del huerto, una estructura de maqueta de puente para la feria de ciencias y la tapa de la caja de sensores del huerto, que estará al aire libre.

Esta situación de aprendizaje enseña a **elegir un material por sus propiedades y no solo por su apariencia o su precio**. El alumnado relaciona propiedades con función (densidad, rigidez, absorción de agua, conformado), diseña **pruebas justas y seguras** con cargas pequeñas, registra resultados comparables con unidades y repeticiones, calcula **densidades y porcentajes**, y añade el **impacto ambiental, la reparabilidad y el fin de vida** (reciclaje y contenedor adecuado). El producto final es un catálogo con la cadena propiedad, prueba, resultado, uso, impacto y recomendación, que se defiende ante la clase resolviendo un encargo de selección.

Reto

Crear un catálogo razonado de al menos seis materiales del aula-taller, basado en pruebas escolares seguras y comparables, y usarlo para recomendar y defender el material más adecuado para un encargo del IES Cañada Real.

Producto final

Catálogo razonado de selección de materiales.

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.
- **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)

1.2 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.

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
A3	Análisis de productos y de sistemas tecnológicos: construcción de conocimiento desde distintos enfoques y ámbitos.
A7	Materiales tecnológicos y su impacto ambiental.
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.
E1	Desarrollo tecnológico: creatividad, innovación, investigación, obsolescencia e impacto social y ambiental. Ética y aplicaciones de las tecnologías emergentes.

Concreción didáctica en esta situación

- Análisis de objetos y materiales (A3): función, material, propiedad que lo hace adecuado y alternativas peores, con la secuencia observar, medir, comparar y concluir.
- Materiales tecnológicos y su impacto ambiental (A7): origen, obtención, reparabilidad, reutilización, reciclaje y contenedor adecuado según la normativa de residuos.
- Técnicas de manipulación y conformado (A8): corte, unión, doblado y acabado según el material, con las herramientas autorizadas y las normas de seguridad e higiene del taller.
- Desarrollo tecnológico y obsolescencia (E1): cómo cambian los materiales elegidos según el uso, el coste ambiental y la posibilidad de repararlos o reutilizarlos.
- Cálculo y datos: densidad $\rho = m \div V$, absorción (%) = (m húmeda − m seca) ÷ m seca × 100, flecha media, comparación de resultados y representación en gráficos de barras.

Objetivos didácticos

- Relacionar propiedades de los materiales (densidad, rigidez, absorción de agua, dureza, conductividad) con la función de objetos cotidianos.
- Diseñar y realizar pruebas escolares justas y seguras de densidad aparente, rigidez por flexión y absorción de agua, controlando las variables.
- Registrar y tratar datos comparables: calcular densidades, porcentajes de absorción y medias de repeticiones, con unidades correctas.
- Relacionar propiedades con procesos de conformado (corte, unión, doblado) y con herramientas seguras del aula.
- Valorar el impacto ambiental y el fin de vida de cada material y recomendar uno con una matriz de criterios múltiples y justificación.

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 productos y materiales cotidianos y los tres encargos del centro

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, análisis de tres objetos (material, propiedad y alternativa peor), propiedades definidas (F10) y requisitos con cifra para un encargo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Diseñamos pruebas simples y justas de densidad aparente, rigidez y absorción de agua

Evidencia: Ficha 2: variables de una prueba justa, plan de ensayo, cálculo de una densidad y lista de seguridad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Realizamos las pruebas y registramos resultados comparables

Evidencia: Ficha 3: absorción calculada, media de repeticiones, gráfico de barras y tabla propia de resultados de cuatro materiales.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Relacionamos las propiedades con los procesos de conformado y unión

Evidencia: Ficha 4: relación material y proceso (F2), cálculo de masa de piezas, plan de corte y unión y croquis de una unión.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Añadimos impacto ambiental, reparabilidad y reciclaje al catálogo

Evidencia: Ficha 5: clasificación de residuos por contenedor, ahorro energético del aluminio reciclado (F9), tabla de impacto y reparabilidad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Resolvemos encargos de selección y revisamos las decisiones de otros equipos

Evidencia: Ficha 6: filtro de requisitos con datos (F6), matriz ponderada de la maqueta de puente, sensibilidad y detección de un error de recomendación.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Creamos el catálogo y defendemos una decisión; evidencia individual con un caso nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: recomendación del material de la base de una lámpara con cálculo de masa e impacto.

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 objetos y de las muestras del aula con método experimental: pregunta, variable que cambia, variable medida, repetición de medidas y conclusión apoyada en datos.	Fichas 1, 2 y 3 / lista de cotejo y observación
2.1	Elección razonada de un material para un encargo mediante filtro de requisitos con cifras y matriz ponderada que incluye impacto ambiental y coste, con revisión de la sensibilidad del resultado.	Ficha 6 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Realización segura de las pruebas y de las operaciones de corte y unión previstas, con herramientas autorizadas, orden y registro de incidencias, y plan de conformado coherente con el material.	Fichas 3 y 4 / observación sistemática
7.1	Valoración del impacto ambiental, la reparabilidad y el fin de vida de los materiales, con ahorro energético calculado y uso correcto de los contenedores, y sus consecuencias para el desarrollo sostenible.	Ficha 5 y Ficha 7 / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Convierte el encargo en requisitos con cifras, filtra los materiales con los datos y decide entre finalistas con una matriz bien ponderada y revisada con sensibilidad.	Escribe requisitos con cifras y elige un material con la matriz, con una justificación suficiente.	Los requisitos son vagos o la elección se apoya solo en el aspecto o el precio.	No relaciona el material elegido con el encargo.
Funcionamiento / evidencia	Las pruebas son justas y repetidas, los datos tienen unidades y cálculos correctos, los gráficos son claros y se explican los límites de las pruebas.	Realiza las pruebas con datos y cálculos casi siempre correctos y los compara.	Las pruebas son poco justas o incompletas, o los cálculos tienen errores.	No aporta datos de pruebas o no se pueden comparar.
Documentación técnica	El catálogo reúne seis o más materiales con la cadena propiedad, prueba, resultado, uso, impacto y recomendación, con vocabulario y unidades correctos; otro equipo podría repetir las pruebas.	El catálogo está completo con algún dato o unidad sin indicar.	Faltan columnas, materiales o unidades y cuesta interpretar los resultados.	El catálogo es insuficiente para entender las decisiones.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre las normas de seguridad de las pruebas, clasifica los residuos correctamente, valora impacto, reparabilidad y reciclaje y cita las fuentes de los datos.	Cumple las normas de seguridad y valora los impactos principales y el contenedor adecuado.	Necesita recordatorios de seguridad o trata el impacto de forma superficial.	Incumple normas de seguridad o ignora el impacto ambiental.
Iteración y cooperación	Repite o corrige pruebas cuando los resultados no son coherentes, revisa la recomendación de otro equipo con respeto y reparte los roles de forma equilibrada.	Repite alguna medida o corrige su catálogo tras la revisión y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa sus datos o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (4-5 personas): muestras calibradas de 30 cm × 2 cm × 0,3 cm de pino (chapa), contrachapado, contrachapado fenólico, MDF, cartón ondulado, polipropileno (lámina de carpeta rígida) y pletina de aluminio (preparadas y con bordes lijados por el docente), más cubos de corcho y poliestireno expandido de 2 cm.
- Equipo de pruebas: balanza de 0,1 g, regla de 30 cm, cinta métrica, dos apoyos (libros o tacos) separados 25 cm, botella de 500 mL con agua (≈ 500 g), vasos de plástico, agua, papel de cocina y cronómetro.
- Plantillas de los Anexos 3 y 4, fichas de propiedades del dossier (F2 y F8), cartulina y rotuladores para el catálogo, y equipo del centro con hoja de cálculo para los gráficos.

Seguridad, privacidad y uso responsable

No se quema, funde ni somete ningún material a productos químicos. Las pruebas mecánicas usan cargas de 500 g como máximo, colocadas sobre una superficie baja y con las manos fuera de la zona de caída. Los bordes de aluminio, polipropileno y chapa los lija el docente antes de repartirlos; el MDF no se lija en el aula. El agua derramada se seca de inmediato para evitar resbalones. El cúter, si se usa, es de seguridad y con supervisión directa.

Interdisciplinariedad: Física y Química (densidad, masa, volumen, propiedades de la materia) y Matemáticas (porcentajes, medias, gráficos de barras y proporcionalidad).

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

Datos experimentales proporcionados y menos materiales.

Ampliación

Anexo 9

Construir una matriz ponderada para una aplicación con requisitos en conflicto.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 2 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

En el armario del taller hay una bolsa con trozos de madera, láminas y tapones que nadie sabe para qué sirven. El año pasado, el asa de cartón de una caja se dobló a la primera carga y la bandeja de las macetas, de madera aglomerada, se hinchó con el riego. Se eligieron por el aspecto y por el precio, y salió mal. Ahora el departamento os pide un catálogo que lo evite: mediréis densidades, doblaréis tiras con una botella de agua, sumergiréis muestras, descubriréis qué se puede reciclar y en qué contenedor. ¿Seréis capaces de recomendar el material adecuado para tres encargos reales del centro?

> *¿Cómo elegimos un material por sus propiedades y no solo por su apariencia o precio?*

Vuestro reto

Crear un catálogo razonado de al menos seis materiales del aula-taller, basado en pruebas escolares seguras y comparables, y usarlo para recomendar y defender el material más adecuado para un encargo del IES Cañada Real.

Lo que vais a producir

Catálogo razonado de selección de materiales.

Seguridad. No se quema, funde ni somete ningún material a productos químicos.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos objetos y materiales y elegimos un encargo del centro.
2. Diseñamos pruebas justas y seguras de densidad, rigidez y absorción.
3. Hacemos las pruebas y registramos datos comparables.
4. Relacionamos las propiedades con el corte, la unión y las herramientas.
5. Añadimos impacto, reparabilidad y reciclaje al catálogo.
6. Resolvemos encargos con filtros de requisitos y matrices ponderadas.
7. Presentamos el catálogo, defendemos una decisión y resolvemos un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Relacionar propiedades de los materiales (densidad, rigidez, absorción de agua, dureza, conductividad) con la función de objetos cotidianos.
- Diseñar y realizar pruebas escolares justas y seguras de densidad aparente, rigidez por flexión y absorción de agua, controlando las variables.
- Registrar y tratar datos comparables: calcular densidades, porcentajes de absorción y medias de repeticiones, con unidades correctas.
- Relacionar propiedades con procesos de conformado (corte, unión, doblado) y con herramientas seguras del aula.
- Valorar el impacto ambiental y el fin de vida de cada material y recomendar uno con una matriz de criterios múltiples y justificación.

¿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 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

Todo lo que necesitáis para elegir materiales sin adivinar: los tres encargos del centro, una tabla de materiales con densidades y conformado, esquemas de las pruebas y del proceso de selección, el protocolo de pruebas seguras, los resultados de un equipo de ejemplo, un caso resuelto, el impacto y fin de vida de cada material, datos reales de reciclaje y un glosario de propiedades.

F1 Tres encargos de selección de materiales para el IES Cañada Real

TEXTO

Cada equipo catalogará al menos seis materiales y resolverá **un encargo**. Todos los requisitos tienen cifras para poder comprobarlos con las pruebas del protocolo F5.

E1. Bandeja para las macetas del huerto. Recoge el agua de riego bajo las macetas.

- Absorción de agua en 1 h: ≤ 1 %.
- Densidad: ≤ 1,0 g/cm³ (que se pueda llevar con una mano).
- Flecha con 500 g (tira de 30 cm × 2 cm × 0,3 cm, apoyos a 25 cm): ≤ 30 mm.
- Reciclable en el contenedor amarillo y coste bajo.

E2. Estructura de maqueta de puente para la feria de ciencias. Se cargará con una botella de 500 mL.

- Flecha con 500 g: ≤ 12 mm.
- Densidad: ≤ 0,8 g/cm³.
- Se corta con las herramientas del aula (el docente corta la madera).
- Preferible material renovable y de coste bajo.

E3. Tapa de la caja de sensores del huerto, al aire libre. Protege la electrónica de la lluvia.

- Absorción de agua en 1 h: ≤ 5 %.
- Flecha con 500 g: ≤ 8 mm.
- Densidad: ≤ 1,0 g/cm³.
- Material con un fin de vida claro (reutilizar, reciclar o punto limpio).

Fuente: Encargos ficticios creados para este cuaderno por el departamento de Tecnología del IES Cañada Real (centro ficticio).

Elige el encargo que resolverá tu equipo y subraya las propiedades que más importan en él.

F2 Materiales del aula-taller: densidad, comportamiento y conformado

DATOS

Material	Densidad (g/cm³)	Rigidez	Absorción de agua	Corte y unión en el aula	Usos típicos
Pino (chapa o listón)	0,5	Media-alta	Media	Docente: sierra de marquetería o serrucho. Cola blanca, pinzas	Estructuras, cajas, maquetas
Contrachapado	0,6	Media-alta	Media	Docente: sierra de marquetería. Cola blanca; lijar bordes	Cajas, tableros, maquetas
Contrachapado fenólico	0,65	Alta	Baja (hojas con resina resistente al agua)	Docente. Cola blanca o para exterior; lijar bordes	Exterior, encofrados, tapas
MDF (fibras de madera aglomeradas)	0,75	Media	Alta (se hincha)	Docente: sierra; no lijar en el aula (polvo fino). Cola blanca	Interior seco: muebles, maquetas
Cartón ondulado	0,15	Baja	Muy alta (se reblandece)	Tijeras o cúter supervisado. Cola blanca, cinta	Embalajes, prototipos
Polipropileno (PP)	0,90	Baja-media (flexible)	Casi nula	Tijeras o cúter supervisado. No pega con cola blanca: encuadernadores o cinta	Carpetas, tapones, cajas flexibles
PET (bandejas y botellas)	1,38	Media	Nula	Tijeras; lijar bordes cortantes. Cinta o encuadernadores	Botellas, bandejas de envase
Aluminio (pletina o lámina)	2,70	Muy alta	Nula	Docente: sierra de arco y lima; las láminas finas se cortan con tijera de chapa. Tornillos y remaches	Latas, perfiles, carcasas
Acero (clip, tornillo, pletina)	7,85	Muy alta	Nula (se oxida)	Solo docente. Tornillos y tuercas	Tornillería, estructuras
Cobre (hilo)	8,96	Media (se dobla)	Nula	Se dobla a mano o con alicate; pelacables	Cables eléctricos
Corcho	0,2	Baja	Baja	Cúter supervisado. Cola blanca	Tapones, aislantes, tableros de avisos

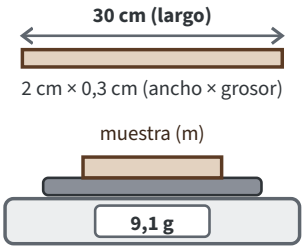
Densidad y flotación. Un material con densidad menor que la del agua (1,0 g/cm³) flota; con densidad mayor, se hunde. Por eso el corcho, el pino y el polipropileno flotan en agua y el aluminio o el acero no.

Fuente: Tabla de elaboración propia con valores orientativos de tablas técnicas habituales (densidades aproximadas; cada muestra concreta puede variar entre un 5 % y un 10 %). Densidades del aluminio, el acero y el cobre, de tablas de materiales de uso general.

F3 Las tres pruebas de la unidad: densidad, flexión y absorción

ESQUEMA

A. Densidad aparente

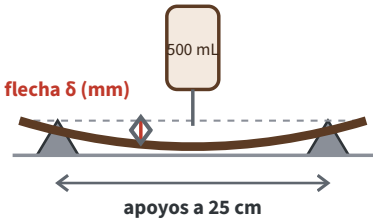


V = 30 × 2 × 0,3 = 18 cm³

ρ = m ÷ V

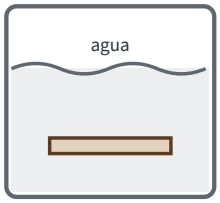
9,1 ÷ 18 ≈ 0,51 g/cm³

B. Rigidez por flexión



Mide con la regla cuánto baja el centro.
Menor flecha = material más rígido.

C. Absorción de agua



1 h sumergida

Seca la superficie y pesa de nuevo.

absorción (%) = (m húmeda − m seca) ÷ m seca × 100

En las tres pruebas todas las muestras deben tener **las mismas medidas** (30 cm × 2 cm × 0,3 cm), de modo que las diferencias se deban al material y no a la forma. Cada medida se repite **tres veces** y se usa la media.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F4 Del encargo a la recomendación: el proceso de selección

ESQUEMA



El **filtro** descarta los materiales que incumplen algún requisito con cifra; la **matriz ponderada** solo se usa para elegir entre los que quedan. Si dos materiales empatan, se prueba qué criterio decide o se hace una prueba más.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F5 Protocolo de pruebas escolares seguras

PROTOCOLO

Material y herramientas: muestras calibradas de 30 cm × 2 cm × 0,3 cm, balanza de 0,1 g, regla, dos apoyos separados 25 cm, botella de 500 mL con agua, vasos de plástico, agua, papel de cocina y cronómetro.

Equipo de protección y riesgos: caída de la botella sobre los pies y bordes cortantes de las láminas de aluminio, PET o polipropileno. Trabaja sobre una mesa libre, con la botella a poca altura sobre una superficie blanda y los pies apartados. Prohibido quemar, fundir o usar productos químicos. No lijes el MDF. Si te cortas o se derrama agua, avisa al docente.

Procedimiento:

1. **Densidad.** Mide largo, ancho y grosor con la regla y calcula V. Pesa la muestra seca y anota m. Calcula ρ = m ÷ V.
2. **Flexión.** Apoya la tira sobre los dos apoyos separados 25 cm. Marca la altura inicial del centro, cuelga con cuidado la botella de 500 mL en el centro y mide cuánto baja (flecha, en mm). Retira la botella y repite tres veces; usa la media.
3. **Absorción.** Pesa la muestra seca (m seca). Sumérgela 1 hora en agua. Sácala, seca la superficie con papel y pesa de nuevo (m húmeda). Calcula la absorción (%) = (m húmeda − m seca) ÷ m seca × 100.
4. Anota los resultados con unidades en la tabla de la ficha 3. Comprueba que los números sean coherentes (por ejemplo, que ρ del pino sea menor de 1).
5. Si un dato se sale mucho de lo esperable, repite la medida antes de dar por válido el resultado.

Limpieza y residuos: seca las muestras, tira el agua al desagüe, recoge el papel de cocina en el contenedor de papel y deja el material en su caja. Las muestras se reutilizan en el siguiente grupo.

Resultado esperable: valores con una variación de menos del 10 % entre repeticiones y una clasificación coherente de los materiales por rigidez y absorción.

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

F6 Resultados de un equipo de ejemplo con tiras de 30 × 2 × 0,3 cm

DATOS

Material	m seca (g)	ρ (g/cm³)	Flecha (mm)	m tras 1 h en agua (g)	Absorción (%)
Pino (chapa)	9,1	0,51	4,0	10,2	12
Contrachapado	10,9	0,61	6,0	12,4	14
Contrachapado fenólico	11,7	0,65	5,5	12,2	4
MDF	13,4	0,74	10,2	17,2	28
Cartón ondulado	2,6	0,14	68	5,7	119
Polipropileno	16,3	0,91	25	16,3	0
Aluminio	48,7	2,71	0,5	48,7	0

Cómo se interpreta. La densidad es el cociente masa ÷ volumen (por ejemplo, 9,1 ÷ 18 = 0,51 g/cm³). La absorción del MDF es (17,2 − 13,4) ÷ 13,4 × 100 = 28,4 %, es decir, un 28 %. La rigidez se compara con la flecha: **cuanto menor es la flecha, más rígido es el material**. El aluminio apenas se dobla (0,5 mm) y el cartón se dobla 68 mm.

Fuente: Datos didácticos ficticios, calculados a partir de propiedades típicas (valores plausibles redondeados, con la dispersión que se obtiene en un aula). Volumen de cada tira: 30 × 2 × 0,3 = 18 cm³. Flecha: media de tres medidas con 500 g y apoyos a 25 cm.

F7 Caso resuelto: el estante del cuarto de material de Educación Física

ESTUDIO DE CASO

El departamento de Educación Física necesita un estante de 40 cm de largo para el cuarto del material, donde se guardan conos y aros ligeros. El equipo de 2.º B resolvió el encargo con el proceso de F4:

1. **Requisitos con cifras.** Densidad $\rho \leq 0{,}8$ g/cm^3; flecha ≤ 6 mm con 500 g; absorción en 1 h ≤ 20 % (cuarto seco, con humedad ocasional).
2. **Propiedades que importan.** Densidad (que no pese), rigidez (que no se curve) y absorción (por la humedad).
3. **Pruebas y datos.** Usaron los datos de F6, que se obtuvieron con el protocolo F5.
4. **Filtro con los datos.** Pino: 0,51; 4,0 mm; 12 % → cumple los tres. Contrachapado: 0,61; 6,0 mm; 14 % → cumple los tres (la flecha justo en el límite). MDF: 0,74; 10,2 mm; 28 % → no cumple (flecha y absorción). Cartón: 68 mm; 119 % → no cumple. Polipropileno: 25 mm → no cumple. Aluminio: 2,71 g/cm^3 → no cumple. **Finalistas: pino y contrachapado.**
5. **Matriz ponderada** (puntuación de 1 a 5): rigidez, peso 3; ligereza, peso 2; absorción, peso 2; impacto ambiental, peso 2; coste, peso 1. Máximo: 5 × 10 = 50. Pino: 5 × 3 + 5 × 2 + 3 × 2 + 4 × 2 + 3 × 1 = 15 + 10 + 6 + 8 + 3 = **42**. Contrachapado: 4 × 3 + 4 × 2 + 3 × 2 + 4 × 2 + 4 × 1 = 12 + 8 + 6 + 8 + 4 = **38**.
6. **Masa del estante.** Tablero de 40 cm × 20 cm × 0,3 cm: V = 240 cm^3. De pino: 240 × 0,51 = 122,4 g. De aluminio: 240 × 2,71 = 650,4 g (5,3 veces más pesado).
7. **Recomendación.** Pino: gana la matriz por 4 puntos, es renovable y tiene fin de vida claro (reutilizar o punto limpio). **Límite de las pruebas:** son de 1 hora y no miden el envejecimiento ni la carga repetida durante años.

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno. Usa los datos de la tabla F6.

¿Qué hace el filtro y qué hace la matriz? ¿Qué requisito deja a la tira de contrachapado «justo» en el límite y qué harías si el valor fuera 6,2 mm?

F8 Impacto ambiental, reparabilidad y fin de vida de los materiales

DATOS

Material	Origen y obtención	Impacto principal	Reparabilidad y reutilización	Fin de vida
Madera maciza (pino)	Árbol; renovable si el bosque está bien gestionado	Poca energía de fabricación; deforestación si no hay gestión	Se repara y se reutiliza fácilmente (lijar, encolar, atornillar)	Reutilizar; punto limpio de madera
Contrachapado y MDF	Madera con colas y resinas	Las colas dificultan el reciclado; el polvo del MDF es irritante	Se repara menos; el MDF se hincha con el agua	Punto limpio (residuos de madera)
Cartón ondulado	Fibras de papel, muchas recicladas	Bajo si es reutilizado; se estropea con el agua	Se reutiliza varias veces; se rompe con facilidad	Contenedor azul (limpio y seco)
Polipropileno (PP)	Petróleo (plástico)	Origen fósil; microplásticos si se abandona	Muy reutilizable; se rompe poco	Contenedor amarillo (envases)
PET	Petróleo (plástico)	Origen fósil; se recicla bien si se recoge	Se reutiliza (botellas, bandejas)	Contenedor amarillo (envases)
Aluminio	Mineral (bauxita); mucha energía al fabricarlo desde cero	Energía muy alta del aluminio primario; reciclarlo ahorra cerca del 95 %	Reutilizable y reciclable indefinidamente	Contenedor amarillo (latas); punto limpio (piezas)
Acero	Mineral de hierro y carbón	Energía alta; oxidación	Se repara (soldadura, tornillos) y dura décadas	Contenedor amarillo (latas); chatarra o punto limpio (piezas)
Cobre	Mineral de cobre	Minería intensiva; muy valioso para reciclar	Reutilizable y reciclable	Punto limpio (cables y aparatos)

Reparar, reutilizar y reciclar. Para reducir el impacto, el orden de preferencia es: **reducir** (usar menos material), **reutilizar** (volver a usarlo), **reparar** (alargar su vida) y **reciclar** (convertirlo en materia prima nueva).

Fuente: Tabla de elaboración propia con valoraciones cualitativas orientativas. El contenedor concreto depende de la recogida de cada municipio y del centro: las indicaciones del docente prevalecen.

F9 Energía necesaria para fabricar una tonelada de aluminio: primario y reciclado

GRÁFICO



Reciclaje de envases en España. Según Ecoembes, en 2024 se reciclaron **1 560 404 toneladas** de envases domésticos, un **76,3 %** de los envases puestos en el mercado por las empresas adheridas, por encima del objetivo del 65 % para 2025 fijado por el Real Decreto 1055/2022. Aun así, el 33,4 % de lo depositado en el contenedor amarillo no eran envases: separar bien importa.

Contenedores (según el MITECO). Amarillo: envases ligeros (plásticos, latas y briks). Azul: envases de papel y cartón. Verde: vidrio. Marrón: envases compostables y biorresiduos. Los objetos que no son envases (maderas, cables, piezas) van al punto limpio.

Fuente: Datos del Instituto Internacional del Aluminio (International Aluminium Institute), año de referencia 2019: 186 GJ por tonelada de aluminio primario (desde el mineral) y 8,3 GJ por tonelada de aluminio reciclado, un ahorro del 95,5 %. Consultado en 2026.

Calcula cuántas veces es mayor la energía del aluminio primario que la del reciclado (186 ÷ 8,3) y cuánto se ahorra por tonelada.

F10 Glosario: propiedades de los materiales y términos de la unidad

GLOSARIO

Densidad	Masa que hay en cada unidad de volumen: ρ = m ÷ V. Se mide en g/cm³ o kg/m³.
Densidad aparente	Densidad de un objeto o muestra tal como es, con sus poros, huecos o fibras; es la que medimos en el aula.
Rigidez	Resistencia de un material a deformarse cuando se le aplica una fuerza. Más rígido = menos flecha.
Flecha	Cuánto baja el centro de una tira apoyada en dos puntos cuando se carga; se mide en mm.
Elasticidad	Capacidad de recuperar la forma cuando deja de actuar la fuerza (un muelle, una goma).
Plasticidad	Capacidad de deformarse de modo permanente sin romperse (la arcilla, el cobre al doblarlo).
Dureza	Resistencia de un material a ser rayado o penetrado por otro.
Fragilidad	Tendencia a romperse sin deformarse apenas (el vidrio, la cerámica).
Absorción de agua	Cantidad de agua que retiene un material al sumergirlo, en % de su masa seca.
Conductividad eléctrica	Facilidad con que un material deja pasar la corriente; muy alta en el cobre, nula en el plástico.
Conformado	Proceso para dar forma a un material: cortar, doblar, taladrar, unir o moldear.
Reciclar	Transformar un residuo en materia prima para fabricar productos nuevos.
Reparabilidad	Facilidad con que se puede arreglar un objeto para alargar su vida útil.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 2 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

FICHA 1 Analizamos productos y materiales

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usad los encargos (F1), la tabla de materiales (F2) y el glosario de propiedades (F10).

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

La densidad de un material se calcula…

◯ dividiendo el volumen entre la masa ◯ dividiendo la masa entre el volumen ◯ multiplicando la masa por el volumen

Un material rígido es el que…

◯ absorbe mucha agua ◯ se deforma poco al aplicarle una fuerza ◯ se rompe con facilidad

Para comparar dos materiales de forma justa hay que…

◯ cambiar solo el material y mantener igual el resto ◯ medir una sola vez ◯ usar muestras de distintos tamaños

La lata de refresco de aluminio va en el contenedor…

◯ azul ◯ verde ◯ amarillo

2 **Análisis de productos. Completa para cada objeto el material, la propiedad que lo hace adecuado y qué material habría sido peor y por qué.**

Objeto	Material	Propiedad que lo hace adecuado	Material peor y motivo
Botella de agua			
Cable de un cargador (parte metálica)			
Tapón de corcho			
Cuchara de madera			

3 **Relaciona cada propiedad con su definición usando F10.**

1	Densidad	a	Masa que hay en cada unidad de volumen
2	Rigidez	b	Tendencia a romperse sin deformarse apenas
3	Absorción de agua	c	Capacidad de deformarse de forma permanente sin romperse
4	Plasticidad	d	Agua que retiene un material, en % de su masa seca
5	Fragilidad	e	Resistencia a deformarse al aplicar una fuerza

4 **Elegid un encargo de F1 (E1, E2 o E3). Anotad tres requisitos con cifra, la propiedad implicada y una prueba posible.**

Requisito (con cifra)	Propiedad implicada	Prueba posible

FICHA 2 Diseñamos pruebas justas

SESIÓN 2

Usa el esquema de pruebas (F3) y el protocolo (F5). Una prueba justa cambia una sola cosa cada vez.

1 **Completa el texto sobre una prueba justa de rigidez con las palabras: material, longitud, carga, flecha.**

Para comparar la rigidez de dos tiras, cambiamos solo el _____ y mantenemos igual la _____ entre apoyos, el ancho, el grosor y la _____. Lo que medimos es la _____.

2 **Diseña la prueba de absorción de agua para comparar pino, MDF y polipropileno. Completa el plan.**

Apartado	Nuestro plan
Variable que cambia	
Variable que medimos y con qué instrumento	
Variables que mantenemos iguales	
Número de repeticiones y por qué	
Riesgo y medida de seguridad	

3 **Densidad. Una tira de 30 cm × 2 cm × 0,3 cm pesa 13,4 g. Calcula su volumen y su densidad. ¿Con qué material de F2 coincide mejor?**

4 **Dibuja el montaje de la prueba de flexión con los dos apoyos, la tira, la botella y las medidas, y señala dónde se mide la flecha.**

5 **Lista de seguridad. Leed F5 y marcad cada norma cuando todo el equipo la haya entendido.**

- [ ] Trabajamos sobre una mesa libre y con los pies apartados de la botella.
- [ ] No quemamos, fundimos ni mojamos con productos químicos ningún material.
- [ ] No lijamos el MDF; los bordes cortantes los trata el docente.
- [ ] Secamos de inmediato el agua derramada.
- [ ] Anotamos cada medida con su unidad y la repetimos tres veces.
- [ ] Dejamos las muestras limpias y secas en su caja.

FICHA 3 Realizamos las pruebas y registramos datos

SESIÓN 3

Sigue el protocolo F5. Para practicar el tratamiento de datos usa primero los resultados del equipo de ejemplo (F6).

1 **Calcula la absorción de agua (%) de estos materiales (m seca y m tras 1 h en agua) con una cifra decimal.**

Material	m seca (g)	m húmeda (g)	Absorción (%)
Pino	9,1	10,2	
MDF	13,4	17,2	
Cartón ondulado	2,6	5,7	
Polipropileno	16,3	16,3	

2 **En la prueba de flexión de una tira de contrachapado se midieron 5,8 mm, 6,1 mm y 6,0 mm. Calcula la media. ¿Por qué se repite la medida tres veces?**

3 **Dibuja un gráfico de barras con la absorción de los seis materiales de F6 (eje vertical: absorción en %). ¿Qué materiales no deberían usarse al aire libre?**

4 **Registrad los resultados de vuestro equipo con cuatro materiales.**

Material	m seca (g)	ρ (g/cm³)	Flecha media (mm)	Absorción (%)

5 **Anotad una incidencia de las pruebas (medida dudosa, error de montaje) y cómo la resolvisteis.**

FICHA 4 ## Propiedades y procesos de conformado

SESIÓN 4

Usa la tabla de materiales (F2) y el protocolo de seguridad (F5). Cada material se corta y une de manera distinta.

1 **Relaciona cada material con la forma más adecuada de cortarlo o unirlo en el aula (F2).**

1	Cartón ondulado	a	Tijeras o cúter supervisado y cola blanca
2	Polipropileno	b	Sierra de arco del docente y tornillos
3	Hilo de cobre	c	Tijeras y encuadernadores (no pega con cola blanca)
4	Aluminio	d	Doblar a mano o con alicate
5	Contrachapado	e	Sierra de marquetería del docente y cola blanca

2 **Calcula la masa de una placa de 40 cm × 30 cm × 0,4 cm de contrachapado (0,6 g/cm³) y de aluminio (2,7 g/cm³). ¿Cuántas veces pesa más la de aluminio?**

3 **Elegid el material de vuestro encargo y completad el plan de conformado con las herramientas autorizadas.**

Pieza	Material	Cómo se corta	Cómo se une	Riesgo y medida

4 **Dibuja un croquis con medidas de cómo unirías dos piezas de contrachapado en ángulo recto (escuadra, cola blanca y pinzas).**

FICHA 5 Impacto, reparabilidad y reciclaje

SESIÓN 5

Usa la tabla de impacto (F8), los datos de reciclaje y el gráfico de aluminio (F9). Pensad en todo el ciclo de vida del material.

1 **Indica el contenedor o destino de cada residuo (F8 y F9): amarillo, azul, verde, marrón o punto limpio.**

Residuo	Contenedor o destino
Lata de refresco de aluminio	
Caja de cartón limpia	
Bandeja de PET de un envase	
Resto de un tablero de MDF	
Bote de cristal	
Cable de cobre roto	

2 **Con los datos de F9, calcula cuántos GJ se ahorran al reciclar una tonelada de aluminio (186 − 8,3) y qué porcentaje supone. Calcula también cuántos MJ se ahorran con una lata de 15 g (1 GJ = 1000 MJ; 1 t = 1 000 000 g).**

3 **Completa el impacto de tres materiales de vuestro catálogo.**

Material	Origen	Impacto principal	Se puede reparar o reutilizar	Fin de vida

4 **Imagina que se rompe el objeto de vuestro encargo. ¿Cómo se repararía y con qué material sería más fácil hacerlo? ¿Por qué?**

FICHA 6 Resolvemos encargos de selección

SESIÓN 6

Aplica el proceso de F4 con los datos de F6 y los encargos de F1. Después, revisad con espíritu crítico una recomendación de otro equipo.

1 **Encargo E1 (bandeja de macetas: absorción ≤ 1 %, ρ ≤ 1,0 g/cm³, flecha ≤ 30 mm). Aplica el filtro con los datos de F6 y marca con sí o no si el material cumple cada requisito.**

Material	Absorción ≤ 1 %	ρ ≤ 1,0 g/cm³	Flecha ≤ 30 mm	¿Finalista?
Pino				
MDF				
Cartón ondulado				
Polipropileno				
Aluminio				

2 **Encargo E2 (maqueta de puente): han quedado tres finalistas. Calcula los totales con los pesos: rigidez 3, ligereza 2, corte en el aula 2, impacto 2, coste 1 (máximo 50).**

Material	Rigidez	Ligereza	Corte en el aula	Impacto	Coste	Total
Pino	5	5	2	4	3	
Contrachapado	4	4	4	4	4	
MDF	3	3	3	2	4	

3 **¿Qué ocurre con el pino y el contrachapado? Si el peso de «corte en el aula» subiera a 3, ¿qué material ganaría? Calcula los nuevos totales y explica cómo decidirías.**

4 **Un equipo recomienda MDF para la bandeja de macetas del huerto porque «es barato y fácil de cortar». Con los datos de F6 y F8, explica por qué la recomendación es un error y qué material propondrías.**

FICHA 7 Evidencia individual: la base de una lámpara

SESIÓN 7

Trabajo individual. Usa los datos de la tabla y las fórmulas de la unidad para recomendar un material.

1 **El taller fabricará la base de una lámpara de escritorio con forma de cilindro de 7 cm de diámetro y 2,6 cm de altura. Para que sea estable debe tener una masa entre 600 g y 1000 g. Calcula el volumen del cilindro ($V = \pi \times r^2 \times h$, con r = 3,5 cm).**

2 **Calcula la masa de la base con cada material y decide cuáles cumplen el requisito de masa.**

Material	Densidad (g/cm³)	Masa (g)	¿Entre 600 g y 1000 g?
Pino	0,5		
Aluminio	2,7		
Acero	7,85		
Cobre	8,96		

3 **Entre los materiales que cumplen, recomienda uno y justifícalo con dos criterios más de la unidad (reparabilidad, fin de vida, conformado en el aula, coste o impacto).**

4 **Escribe un límite de las pruebas o los datos usados y una forma de comprobar tu recomendación con un prototipo.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 2 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

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

Catálogo razonado de materiales. Completadlo en equipo: cada fila de la tabla reúne propiedad, prueba, resultado, uso, impacto y recomendación.

Encargo y requisitos con cifras

Qué se necesita y qué debe cumplir (con números).

Propiedades que importan

Y por qué son las más importantes en este encargo.

Catálogo: material, propiedad, prueba y resultado

Al menos seis materiales con densidad, flecha y absorción, con unidades.

Uso, impacto y fin de vida

Para cada material: uso recomendado, impacto, reparabilidad y contenedor.

Recomendación razonada

Material elegido, filtro, matriz y justificación.

Límites de las pruebas y mejora

Qué no miden las pruebas y qué repetiríamos.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 2 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

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

Antes de entregar **Catálogo razonado de selección de materiales**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El catálogo incluye al menos seis materiales con su densidad calculada y su unidad.
- [ ] Cada material tiene una flecha media de tres medidas y un porcentaje de absorción bien calculado.
- [ ] Las pruebas se han hecho con muestras de las mismas medidas y siguiendo el protocolo de seguridad.
- [ ] El encargo tiene requisitos con cifras y se ha aplicado el filtro antes de la matriz.
- [ ] La matriz ponderada está bien calculada y se ha revisado qué pasa si cambian los pesos.
- [ ] Cada material tiene indicado su impacto, su reparabilidad y el contenedor o destino correcto.
- [ ] El plan de corte y unión del material elegido usa solo herramientas autorizadas y menciona el riesgo.
- [ ] Los datos de otras fuentes (ahorro del aluminio, reciclaje) están citados con fuente y año.
- [ ] La recomendación se defiende con datos y se indican los límites de las pruebas.

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 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Catálogo razonado de selección de materiales**. 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	Convierte el encargo en requisitos con cifras, filtra los materiales con los datos y decide entre finalistas con una matriz bien ponderada y revisada con sensibilidad.	Escribe requisitos con cifras y elige un material con la matriz, con una justificación suficiente.	Los requisitos son vagos o la elección se apoya solo en el aspecto o el precio.	No relaciona el material elegido con el encargo.	
Funcionamiento / evidencia	Las pruebas son justas y repetidas, los datos tienen unidades y cálculos correctos, los gráficos son claros y se explican los límites de las pruebas.	Realiza las pruebas con datos y cálculos casi siempre correctos y los compara.	Las pruebas son poco justas o incompletas, o los cálculos tienen errores.	No aporta datos de pruebas o no se pueden comparar.	
Documentación técnica	El catálogo reúne seis o más materiales con la cadena propiedad, prueba, resultado, uso, impacto y recomendación, con vocabulario y unidades correctos; otro equipo podría repetir las pruebas.	El catálogo está completo con algún dato o unidad sin indicar.	Faltan columnas, materiales o unidades y cuesta interpretar los resultados.	El catálogo es insuficiente para entender las decisiones.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre las normas de seguridad de las pruebas, clasifica los residuos correctamente, valora impacto, reparabilidad y reciclaje y cita las fuentes de los datos.	Cumple las normas de seguridad y valora los impactos principales y el contenedor adecuado.	Necesita recordatorios de seguridad o trata el impacto de forma superficial.	Incumple normas de seguridad o ignora el impacto ambiental.	
Iteración y cooperación	Repite o corrige pruebas cuando los resultados no son coherentes, revisa la recomendación de otro equipo con respeto y reparte los roles de forma equilibrada.	Repite alguna medida o corrige su catálogo tras la revisión y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa sus datos o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 2 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular una densidad y un porcentaje de absorción y explicar qué significan.	○	○	○	○
Sé elegir un material con un filtro de requisitos y una matriz ponderada, y justificarlo con datos.	○	○	○	○
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 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

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

Aquí tienes los datos de las pruebas ya medidos de tres materiales, un ejemplo resuelto y una plantilla para completar el catálogo con menos materiales.

Ejemplo resuelto

Tira de **pino**: m seca = 9,1 g; V = 30 × 2 × 0,3 = 18 cm^3; m tras 1 h = 10,2 g; flecha = 4,0 mm.

- Densidad: ρ = 9,1 ÷ 18 = 0,51 g/cm^3.
- Absorción: (10,2 − 9,1) ÷ 9,1 × 100 = 12 %.
- Interpretación: flota (ρ < 1), es bastante rígido (flecha pequeña) y absorbe agua.

Datos proporcionados

- **MDF:** m seca = 13,4 g; m tras 1 h = 17,2 g; flecha = 10,2 mm.
- **Polipropileno:** m seca = 16,3 g; m tras 1 h = 16,3 g; flecha = 25 mm.
- Volumen de cada tira: 18 cm^3.
- Requisitos de la bandeja de macetas: absorción ≤ 1 %, ρ ≤ 1,0 g/cm^3 y flecha ≤ 30 mm.

1 **Completa la tabla con los datos proporcionados.**

Material	ρ (g/cm^3)	Absorción (%)	Flecha (mm)
Pino	0,51	12	4,0
MDF			
Polipropileno			

2 **¿Qué material recomendarías para la bandeja de macetas? Compruébalo con los tres requisitos.**

Requisito	MDF (¿cumple?)	Polipropileno (¿cumple?)
Absorción ≤ 1 %		
ρ ≤ 1,0 g/cm^3		
Flecha ≤ 30 mm		

3 **Escribe una frase de recomendación con el material elegido y dos razones con datos.**

ANEXO 9

Ampliación

SdA 2 · Materiales bajo la lupa

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Requisitos en conflicto: la matriz ponderada

En la vida real, los requisitos chocan: lo más ligero suele ser menos resistente, y lo más resistente suele ser más caro o contaminar más. Construye una matriz ponderada para una aplicación con requisitos en conflicto y comprueba cómo cambia el resultado cuando cambia lo que más importa.

Pasos

1. Elige cinco criterios: ligereza, resistencia a la intemperie (poca absorción), rigidez, impacto ambiental y coste. Puntúa de 1 a 5 cada material (pino, contrachapado fenólico, polipropileno, aluminio, cartón) con los datos de F6 y F8.
2. Escenario A: planeador de maqueta para una demostración de un día. Asigna pesos de 1 a 3 (ligereza 3, intemperie 1, rigidez 2, impacto 1, coste 2) y calcula los totales.
3. Escenario B: caseta meteorológica del huerto, al aire libre durante años. Asigna pesos (ligereza 1, intemperie 3, rigidez 2, impacto 2, coste 1) y calcula los totales.
4. Compara los dos resultados, explica por qué cambia el material ganador y qué pesos tendrías que modificar para un tercer escenario que elijas.

1 **Completa tu matriz del escenario A y del escenario B en una tabla con puntuaciones, pesos y totales.**

Material	Ligereza	Intemperie	Rigidez	Impacto	Coste	Total A	Total B
Pino							
Contrachapado fenólico							
Polipropileno							
Aluminio							
Cartón							

Entrega

Ficha con las dos matrices calculadas, la comparación de resultados y una conclusión sobre la influencia de los pesos.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 2 · Materiales bajo la lupa

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: dividiendo la masa entre el volumen; se deforma poco al aplicarle una fuerza; cambiar solo el material y mantener igual el resto; amarillo.
2. Respuesta modelo: botella de agua: PET; transparente, ligero e impermeable (peor: cartón, absorbe agua). Cable: cobre; conductor eléctrico y plástico aislante fuera (peor: plástico, no conduce). Tapón de corcho: corcho; ligero, elástico y flota (peor: acero, se hunde y no sella). Cuchara de madera: madera; mal conductor del calor, no raya la olla (peor: aluminio, conduce el calor y se calienta).
3. Densidad: masa que hay en cada unidad de volumen; rigidez: resistencia a deformarse al aplicar una fuerza; absorción de agua: agua que retiene un material, en % de su masa seca; plasticidad: capacidad de deformarse de forma permanente sin romperse; fragilidad: tendencia a romperse sin deformarse apenas.
4. Ejemplo para E1: absorción ≤ 1 % (absorción de agua; sumergir 1 h y pesar); densidad ≤ 1,0 g/cm³ (densidad; medir m y V); flecha ≤ 30 mm con 500 g (rigidez; prueba de flexión). Valorar que cada requisito lleve cifra y una prueba medible.

Ficha 2

1. material; longitud; carga; flecha.
2. Plan modelo: cambia el material (pino, MDF, PP); medimos la masa seca y húmeda con balanza de 0,1 g; mantenemos igual las medidas de la muestra, el tiempo (1 h), el agua y la forma de secar; tres repeticiones para detectar errores; riesgo: agua derramada, se seca de inmediato.
3. $V = 30 \times 2 \times 0{,}3 = 18\ cm^3$; $\rho = 13{,}4 \div 18 = 0{,}744 \approx 0{,}74\ g/cm^3$. Coincide con el MDF (0,75 g/cm³).
4. Dibujo: dos apoyos separados 25 cm, tira apoyada, botella de 500 mL colgada del centro, flecha medida con regla en el centro. Valorar rótulos y cotas.
5. Lista de seguridad: todas las casillas marcadas antes de empezar las pruebas.

Ficha 3

1. Pino: $(10{,}2 - 9{,}1) \div 9{,}1 \times 100 = 12{,}1$ %. MDF: $(17{,}2 - 13{,}4) \div 13{,}4 \times 100 = 28{,}4$ %. Cartón: $(5{,}7 - 2{,}6) \div 2{,}6 \times 100 = 119{,}2$ %. Polipropileno: 0 %.
2. Media = $(5{,}8 + 6{,}1 + 6{,}0) \div 3 = 17{,}9 \div 3 = 5{,}97 \approx 6{,}0$ mm. Se repite para reducir el efecto de un error de medida y comprobar que los resultados se repiten.
3. Barras (en %): pino 12, contrachapado 14, fenólico 4, MDF 28, cartón 119, PP 0 (con aluminio 0 si se incluye). No deberían usarse al aire libre el cartón, el MDF y las maderas sin protección; el fenólico, el PP y el aluminio sí.
4. Resultados propios: valorar unidades, tres decimales como máximo en ρ y coherencia con F2 (por ejemplo, pino < 1 g/cm³).
5. Incidencias habituales: la botella oscila (esperar a que se detenga), la regla no está vertical, la muestra no se secó bien. Valorar causa y solución.

Ficha 4

1. Cartón ondulado: tijeras o cúter supervisado y cola blanca; polipropileno: tijeras y encuadernadores (no pega con cola blanca); hilo de cobre: doblar a mano o con alicate; aluminio: sierra de arco del docente y tornillos; contrachapado: sierra de marquetería del docente y cola blanca.
2. $V = 40 \times 30 \times 0{,}4 = 480\ cm^3$. Contrachapado: $480 \times 0{,}6 = 288$ g. Aluminio: $480 \times 2{,}7 = 1296$ g. $1296 \div 288 = 4{,}5$ veces más pesado.
3. Plan abierto; valorar que el corte de madera y metal lo haga el docente, que se indique el riesgo (bordes cortantes, polvo) y que el método de unión sea adecuado al material.
4. Croquis: dos piezas a 90°, escuadra de cartón o listón interior, cola blanca, pinzas; cotas en mm.

Ficha 5

1. Lata de aluminio: amarillo; caja de cartón limpia: azul; bandeja de PET: amarillo; resto de MDF: punto limpio (no es envase); bote de cristal: verde; cable de cobre: punto limpio.
2. Ahorro por tonelada (el aluminio primario necesita 186 ÷ 8,3 ≈ 22,4 veces más energía): 186 − 8,3 = 177,7 GJ; 177,7 ÷ 186 × 100 = 95,5 %. Lata de 15 g: 177,7 GJ/t = 177,7 MJ/kg; 0,015 kg × 177,7 = 2,67 MJ (unos 0,74 kWh).
3. Tabla abierta; valorar coherencia con F8 (origen, impacto, reparabilidad y fin de vida).
4. Respuesta modelo: una caja de pino se repara lijando y encolando o sustituyendo una pieza; el plástico se repara peor y el cartón no soporta reparaciones repetidas. Valorar el orden reducir, reutilizar, reparar y reciclar.

Ficha 6

1. Pino: no (12 %), sí, sí → no finalista. MDF: no (28 %), sí, sí → no. Cartón: no, sí (0,14), no (68 mm) → no. Polipropileno: sí (0 %), sí (0,91), sí (25 mm) → finalista. Aluminio: sí, no (2,71 g/cm³), sí → no. Único finalista: polipropileno.
2. Pino: 5·3 + 5·2 + 2·2 + 4·2 + 3·1 = 15 + 10 + 4 + 8 + 3 = 40. Contrachapado: 4·3 + 4·2 + 4·2 + 4·2 + 4·1 = 12 + 8 + 8 + 8 + 4 = 40. MDF: 3·3 + 3·2 + 3·2 + 2·2 + 4·1 = 9 + 6 + 6 + 4 + 4 = 29.
3. Pino y contrachapado empatan con 40 puntos; el MDF queda descartado con 29. Con «corte en el aula» de peso 3: pino 40 + 2 = 42; contrachapado 40 + 4 = 44; MDF 29 + 3 = 32. Gana el contrachapado. Como el resultado depende del peso de un criterio, conviene probar un prototipo de ambas o decidir con un criterio adicional (por ejemplo, el docente corta el pino con más dificultad).
4. Error: el MDF absorbe un 28 % de agua y se hincha con el riego, por lo que la bandeja se deforma. Requisito incumplido: absorción ≤ 1 %. Propuesta: polipropileno (0 %, 25 mm de flecha, reciclable en el contenedor amarillo).

Ficha 7

1. $V = \pi \times 3{,}5^2 \times 2{,}6 = \pi \times 12{,}25 \times 2{,}6 = 100{,}06 \approx 100\ cm^3$.
2. Pino: 100 × 0,5 = 50 g (no). Aluminio: 100 × 2,7 = 270 g (no). Acero: 100 × 7,85 = 785 g (sí). Cobre: 100 × 8,96 = 896 g (sí).
3. Recomendación modelo: acero, porque 785 g está en el rango, es más barato que el cobre, se recicla en gran medida (chatarra o punto limpio) y se une con tornillos; el cobre se reservaría para cables por su valor. Valorar al menos dos criterios justificados.
4. Límite: los datos son densidades de tablas, no medidas del material real; se podría fabricar un prototipo de cartón relleno de arena para comprobar la estabilidad.

Refuerzo (Anexo 8)

1. MDF: ρ = 13,4 ÷ 18 = 0,74 g/cm³; absorción = (17,2 − 13,4) ÷ 13,4 × 100 = 28 %; flecha 10,2 mm. Polipropileno: ρ = 16,3 ÷ 18 = 0,91 g/cm³; absorción 0 %; flecha 25 mm.
2. MDF: absorción ≤ 1 % no; ρ ≤ 1,0 sí; flecha ≤ 30 mm sí. Polipropileno: sí, sí, sí.
3. Recomendación modelo: polipropileno, porque no absorbe agua (0 %), pesa menos que el agua (0,91 g/cm³) y se dobla menos de 30 mm.

Ampliación (Anexo 9)

1. Puntuaciones modelo (ligereza, intemperie, rigidez, impacto, coste): pino 5, 2, 4, 4, 3; fenólico 4, 4, 4, 3, 2; PP 4, 5, 2, 4, 4; aluminio 1, 5, 5, 4, 2; cartón 5, 1, 1, 5, 5. Pesos A: 3, 1, 2, 1, 2. Totales A: pino 15 + 2 + 8 + 4 + 6 = 35; fenólico 12 + 4 + 8 + 3 + 4 = 31; PP 12 + 5 + 4 + 4 + 8 = 33; aluminio 3 + 5 + 10 + 4 + 4 = 26; cartón 15 + 1 + 2 + 5 + 10 = 33. Gana el pino. Pesos B: 1, 3, 2, 2, 1. Totales B: pino 5 + 6 + 8 + 8 + 3 = 30; fenólico 4 + 12 + 8 + 6 + 2 = 32; PP 4 + 15 + 4 + 8 + 4 = 35; aluminio 1 + 15 + 10 + 8 + 2 = 36; cartón 5 + 3 + 2 + 10 + 5 = 25. Gana el aluminio. El material ganador cambia porque cambia lo que importa. Aceptar otras puntuaciones si están justificadas y el cálculo es correcto.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (análisis y encargos); sesión 2 (diseño de pruebas, seguridad); sesión 3 (pruebas y registro; es la sesión más práctica, con tiempo de 1 hora de inmersión que puede solaparse con la prueba de flexión); sesión 4 (conformado); sesión 5 (impacto y reciclaje); sesión 6 (encargos y revisión por pares); sesión 7 (presentación del catálogo y ficha individual).
- Preparación: cortar las tiras de 30 cm × 2 cm × 0,3 cm y lijar los bordes (el MDF sin lijar en el aula; aluminio y polipropileno con bordes redondeados). Si no hay todas las muestras, usar las proporcionadas en el Anexo 8. Los datos de F6 sirven de referencia: las medidas reales pueden variar entre un 5 % y un 10 %.
- Seguridad: cargas de 500 g como máximo, bordes tratados y agua controlada. No se quema, funde ni usa ningún producto químico. El docente corta la madera y el metal; el cúter solo con supervisión directa.
- Datos reales: ahorro del aluminio reciclado, 95,5 % (International Aluminium Institute, 2019); reciclaje de envases en España, 76,3 % y 1 560 404 t (Ecoembes, 2024); colores de contenedores según el MITECO. Conviene actualizar la fuente si se repite la unidad en cursos posteriores.

Errores frecuentes

- Calcular el volumen en cm^3 con las medidas en mm, o dar la densidad sin unidad.
- Usar muestras de distinto tamaño y deducir que un material es «más rígido» solo por su forma.
- Dividir entre la masa húmeda en lugar de la masa seca al calcular el porcentaje de absorción.
- Medir una sola vez y no repetir cuando un resultado se sale de lo esperado.
- Elegir por la matriz sin aplicar antes el filtro de requisitos con cifras.
- Echar al contenedor amarillo objetos que no son envases (maderas, cables, piezas).

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar cualquier encargo y material si el filtro de requisitos es coherente con las cifras y los cálculos son correctos.
- En la matriz, admitir puntuaciones y pesos distintos si se justifican con los datos de las pruebas y del impacto.
- Valorar más la calidad de las pruebas, el tratamiento de datos y la justificación que la presentación visual del catálogo.
- En la ficha 7, aceptar acero o cobre si se justifican con dos criterios y la masa calculada está en el rango.

03

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Mecanismos en acción

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo podemos modificar fuerza, velocidad o tipo de movimiento con mecanismos?

CURSO 2.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE4	**PRODUCTO FINAL** Máquina mecánica de sobremesa	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.2, 2.1, 3.1, 4.1

Contexto, reto y producto

El IES Monte Albo (centro ficticio) organiza cada primavera su Feria de Ciencia y Tecnología y este año el lema es «Máquinas que se mueven solas… con una manivela». La comisión de la feria necesita tres máquinas de sobremesa para la sala de entrada: un pájaro que picotea con un ritmo suave, una noria de feria que gira muy despacio y un brazo que saluda a los visitantes. Todas deben funcionar dando vueltas a una manivela a mano, no pueden usar motores ni electricidad y han de ser seguras para que las toque cualquier visitante, desde un niño de 5 años hasta una persona mayor.

Esta situación de aprendizaje trata de **modificar fuerza, velocidad y tipo de movimiento con mecanismos**. El alumnado repasa los operadores mecánicos (palanca, polea, engranajes, biela-manivela y leva), calcula **relaciones de transmisión** y la velocidad de salida, combina operadores para cumplir una salida concreta, la dibuja con **cotas y escala**, construye o simula la máquina y **mide su comportamiento**: compara las vueltas teóricas con las reales, detecta pérdidas por rozamiento y holgura y las corrige. Como curiosidad histórica, el mecanismo de Anticitera (hacia el siglo II-I a. C.) ya usaba decenas de engranajes, y los autómatas de los Jaquet-Droz (1768-1774) escribían y dibujaban con levas. El producto final es una máquina mecánica de sobremesa con su memoria técnica.

Reto

Diseñar, construir (o simular) y medir una máquina mecánica de sobremesa accionada con manivela que cumpla una salida concreta, con los cálculos, el esquema acotado, los ensayos y la depuración documentados en una memoria técnica.

Producto final

Máquina mecánica de sobremesa.

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
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

- Sistemas mecánicos básicos (A5): operadores de transmisión (engranajes, poleas con correa), de transformación (biela-manivela, leva) y de fuerza (palanca), en montajes de kit, de cartón o con un simulador.
- Relación de transmisión i = n salida ÷ n entrada = z entrada ÷ z salida (reductor: i < 1), también con poleas, y tren compuesto i total = i1 × i2.
- Cálculo de la distancia entre ejes de dos engranajes de módulo 2 mm: a = m · (z1 + z2) ÷ 2.
- Técnicas de representación gráfica (B2): acotación en milímetros, escalas de reducción y ampliación y croquis de un mecanismo con rótulos.
- Manipulación de materiales y seguridad (A8): corte de cartón y varillas por el docente, ajustes, comprobación de fijaciones y protección frente a atrapamientos de cabello, ropa y dedos.

Objetivos didácticos

- Identificar operadores mecánicos (palanca, polea, engranajes, biela-manivela, leva) y explicar qué movimiento reciben y qué movimiento entregan.
- Calcular relaciones de transmisión, velocidades de salida, carreras y elevaciones en casos simples, con unidades.
- Combinar dos o más operadores para cumplir una salida con cifras (velocidad y tipo de movimiento) y decidir el número de dientes y la distancia entre ejes.
- Representar el mecanismo con un esquema acotado y a escala, aplicando escalas normalizadas (1:2, 2:1…).
- Construir o simular la máquina, medir sus vueltas y su velocidad real, detectar pérdidas por rozamiento y holgura y corregirlas.

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

Repasamos los operadores mecánicos y sus funciones y elegimos la salida de la máquina

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, operadores relacionados con su función (F2), cálculo con la palanca y cuatro requisitos con cifra de la salida elegida.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Estudiamos engranajes, poleas y la relación de transmisión

Evidencia: Ficha 2: relaciones de transmisión y velocidades de salida, polea, tren compuesto y distancias entre ejes con los datos de F3 y F6.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Transformamos el movimiento con biela-manivela y leva

Evidencia: Ficha 3: carreras, elevación de una leva excéntrica, gráfica altura-ángulo y análisis de operadores de objetos cotidianos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Diseñamos una máquina que cumpla la salida con cálculos, escala y esquema acotado

Evidencia: Ficha 4: relación necesaria, dientes elegidos, escala, esquema rotulado y lista de piezas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Construimos o simulamos la máquina y medimos sus vueltas

Evidencia: Ficha 5: registro de montaje, tabla de vueltas medidas frente a teóricas y comparación con el cálculo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Medimos el comportamiento, detectamos pérdidas y depuramos

Evidencia: Ficha 6: porcentaje de pérdida, diagnóstico de síntomas (F9), medidas antes y después de la mejora y decisión.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Demostramos la máquina y presentamos la memoria técnica; evidencia individual con un caso nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: tren de engranajes para una noria, distancias entre ejes, escala y diagnóstico de una pérdida.

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 operadores y mecanismos cotidianos: identificación del movimiento de entrada y de salida, función y cálculo de relaciones de transmisión con unidades correctas.	Fichas 1, 2 y 3 / lista de cotejo
2.1	Diseño de una máquina que cumple una salida con cifras: elección razonada de operadores, número de dientes y distancia entre ejes, con una mejora tras las pruebas.	Ficha 4, Ficha 6 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Construcción o simulación del mecanismo con ajustes correctos, medición de vueltas y velocidad, y detección de pérdidas por rozamiento o holgura, respetando las normas de seguridad.	Fichas 5 y 6 y máquina / rúbrica y observación
4.1	Esquema del mecanismo acotado en milímetros, a escala normalizada y con rótulos, y memoria técnica con cálculos, ensayos y vocabulario técnico.	Ficha 4, 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	Convierte la salida en requisitos con cifras, calcula la relación de transmisión, elige dientes y distancia entre ejes de forma coherente y justifica el diseño frente a otra alternativa.	Calcula la relación necesaria y elige operadores adecuados, con justificación suficiente.	El diseño no cumple del todo la salida o los cálculos tienen errores.	No relaciona el diseño con la salida requerida.
Funcionamiento / evidencia	La máquina cumple la salida con una pérdida medida menor del 10 %, y el equipo documenta las vueltas teóricas y medidas, y explica las diferencias.	La máquina funciona y se aportan medidas de vueltas con una comparación con el cálculo.	Funciona de forma intermitente o las medidas son incompletas.	La máquina no funciona o no hay medidas.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Documentación técnica	Esquema acotado en mm y a escala normalizada, cálculos ordenados con unidades, lista de piezas y vocabulario técnico correcto; otro equipo podría montarla.	Documentación suficiente, con alguna cota, escala o unidad sin indicar.	Faltan cotas, cálculos o lista de piezas y cuesta seguir el montaje.	Documentación insuficiente para comprender la máquina.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre las normas de seguridad con elementos giratorios, comprueba las fijaciones antes de accionar y reutiliza cartón y piezas del kit sin desperdicio.	Cumple las normas de seguridad y cuida el material.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material.	Incumple normas de seguridad con piezas giratorias.
Iteración y cooperación	Localiza la causa de una pérdida con el diagnóstico, aplica una mejora y comprueba con medidas que funciona; roles rotados y decisiones tomadas en equipo.	Hace una mejora a partir de las medidas y coopera adecuadamente.	La mejora es superficial o la cooperación es irregular.	No depura la máquina o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (4-5 personas): kit mecánico escolar (engranajes de módulo 2 mm con 10, 12, 20, 30, 36, 40 y 50 dientes, poleas de 20, 40 y 60 mm, correas de goma, ejes de 3 mm, manivela y tablero base) o, si no hay kit, plantillas de engranajes de cartón de módulo 2 mm y ejes de varilla cortados por el docente.
- Para la leva y la biela: discos de cartón de 3 mm o contrachapado fino, listones de cartón pluma, encuadernadores, arandelas y cinta de papel; figuras ligeras (pájaro, noria) de cartulina o cartón.
- Regla de 30 cm, escuadra, compás, cronómetro, plantillas de los Anexos 3 y 4 y, como alternativa, un simulador de mecanismos del centro.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Todos los elementos giratorios son ligeros y se accionan solo con la manivela a mano, sin motores. Cabello largo recogido y mangas ajustadas, y no se acercan los dedos a los engranajes ni a las correas mientras giran. Se comprueban las fijaciones antes de accionar y se detiene la máquina antes de tocar o ajustar nada. El docente corta las varillas y el contrachapado; el cúter, solo de seguridad y con supervisión directa. Las gomas elásticas no se estiran hacia la cara.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (proporcionalidad, escalas, medias, porcentajes y despeje de fórmulas sencillas) y Física y Química (velocidad, fuerza, palancas y rozamiento).

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

Máquina con dos operadores ya definidos.

Ampliación

Anexo 9

Optimizar velocidad/fuerza y justificar cambio de relación.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 3 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

La Feria de Ciencia y Tecnología del IES Monte Albo está a punto de abrir sus puertas y faltan tres máquinas para la sala de entrada: un pájaro que picotea, una noria que gira muy despacio y un brazo que saluda. Sin motores y sin pilas: solo una manivela, engranajes, poleas, bielas y levas. Os toca calcular cuántos dientes necesitáis para que la noria dé una vuelta cada diez segundos, dibujar el mecanismo con cotas, montarlo, medir cuántas vueltas pierde por rozamiento y arreglarlo. En el siglo II a. C. ya se construían mecanismos con decenas de engranajes. ¿Conseguiréis que la vuestra funcione a la primera o tendréis que depurarla?

> *¿Cómo podemos modificar fuerza, velocidad o tipo de movimiento con mecanismos?*

Vuestro reto

Diseñar, construir (o simular) y medir una máquina mecánica de sobremesa accionada con manivela que cumpla una salida concreta, con los cálculos, el esquema acotado, los ensayos y la depuración documentados en una memoria técnica.

Lo que vais a producir

Máquina mecánica de sobremesa.

Seguridad. Todos los elementos giratorios son ligeros y se accionan solo con la manivela a mano, sin motores.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Repasamos los operadores y elegimos la salida de nuestra máquina.
2. Calculamos relaciones de transmisión con engranajes y poleas.
3. Convertimos giro en vaivén y en subida y bajada con biela y leva.
4. Diseñamos la máquina con cálculos, escala y esquema acotado.
5. Construimos o simulamos y medimos las vueltas.
6. Detectamos pérdidas, depuramos y volvemos a medir.
7. Hacemos la demostración y resolvemos un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Identificar operadores mecánicos (palanca, polea, engranajes, biela-manivela, leva) y explicar qué movimiento reciben y qué movimiento entregan.
- ✓ Calcular relaciones de transmisión, velocidades de salida, carreras y elevaciones en casos simples, con unidades.
- ✓ Combinar dos o más operadores para cumplir una salida con cifras (velocidad y tipo de movimiento) y decidir el número de dientes y la distancia entre ejes.
- ✓ Representar el mecanismo con un esquema acotado y a escala, aplicando escalas normalizadas (1:2, 2:1…).
- ✓ Construir o simular la máquina, medir sus vueltas y su velocidad real, detectar pérdidas por rozamiento y holgura y corregirlas.

¿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 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

Todo lo que necesitáis para diseñar y medir vuestra máquina: el encargo de la feria con tres salidas posibles, una tabla de operadores mecánicos, esquemas de transmisión, biela-manivela y leva, la hoja de fórmulas con ejemplos, los engranajes del kit, un plano acotado, un caso resuelto, el protocolo de montaje y diagnóstico de fallos y un glosario.

F1 Encargo de la Feria de Ciencia y Tecnología: tres salidas posibles

TEXTO

Todas las máquinas se accionan con una **manivela a mano** que gira a unos **60 rpm** (una vuelta por segundo, un ritmo cómodo). Medidas máximas de la máquina: 25 cm × 20 cm × 20 cm. Sin motores ni electricidad.

S1. Pájaro picoteador. La cabeza sube y baja **una vez cada 2 segundos** (30 vueltas por minuto de la leva).

- Operadores: engranajes (reducción) y leva excéntrica de e = 5 mm.
- Salida: n de la leva = 30 rpm; elevación de la cabeza = 10 mm.

S2. Noria de feria. Gira muy despacio, a **12 rpm** (una vuelta cada 5 segundos).

- Operadores: tren compuesto de dos parejas de engranajes.
- Salida: n de la noria = 12 rpm; diámetro de la noria 24 cm.

S3. Brazo saludador. Un brazo se desliza adelante y atrás **60 veces por minuto**.

- Operadores: biela-manivela con carrera de 40 mm.
- Salida: movimiento alternativo lineal; radio de la manivela = 20 mm.

Para cada salida: escribe los requisitos con cifras, calcula la relación de transmisión, dibuja el mecanismo acotado, construye o simula, mide las vueltas y depura.

Fuente: Encargo ficticio creado para este cuaderno por la comisión de la feria del IES Monte Albo (centro ficticio). Datos históricos: el mecanismo de Anticitera se fecha entre 205 y 60 a. C. y se encontró en un pecio descubierto en 1900; los autómatas de los Jaquet-Droz se construyeron entre 1768 y 1774 (Neuchâtel, Suiza).

Elige una salida (S1, S2 o S3) y anota qué movimiento entra y qué movimiento sale.

F2 Operadores mecánicos: movimiento, función y ejemplo

DATOS

Operador	Movimiento de entrada	Movimiento de salida	Función principal	Ejemplo cotidiano
Palanca	Giro alrededor de un punto (fulcro)	Giro alrededor del fulcro	Amplifica la fuerza o el recorrido según los brazos	Cascanueces, balancín, carretilla
Polea fija	Giro	Giro	Cambia el sentido de la fuerza, sin amplificarla	Polea de un pozo
Poleas con correa	Giro continuo	Giro continuo	Transmite el giro entre ejes separados y cambia la velocidad (i = d entrada ÷ d salida)	Lavadora, taladro de columna
Engranajes	Giro continuo	Giro continuo (sentido contrario)	Transmite el giro cambiando velocidad y fuerza (i = z entrada ÷ z salida)	Reloj mecánico, caja de cambios
Biela-manivela	Giro continuo	Movimiento alternativo lineal	Convierte el giro en vaivén (carrera = 2 × r)	Aguja de una máquina de coser
Leva excéntrica	Giro continuo	Subida y bajada de un seguidor	Convierte el giro en vaivén con una elevación definida (2 × e)	Válvulas de un motor, juguetes de autómata

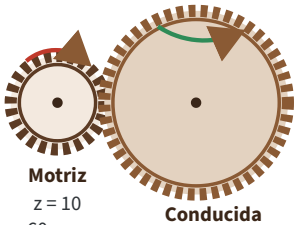
Operadores de transmisión (engranajes, poleas): conservan el giro y cambian la velocidad. **Operadores de transformación** (biela-manivela, leva): cambian el tipo de movimiento. Una máquina combina varios operadores en serie: la salida de uno es la entrada del siguiente.

Fuente: Tabla de elaboración propia.

F3 Transmisión del giro: engranajes, poleas y tren compuesto

ESQUEMA

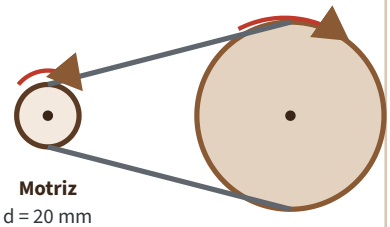
A. Engranajes



i = 10 ÷ 20 = 1/2

Gira a la mitad de velocidad y en sentido contrario.

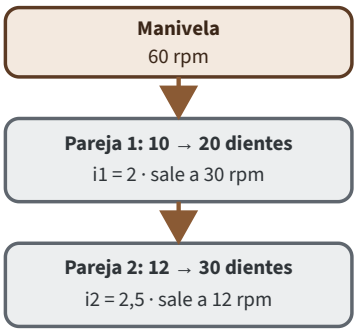
B. Poleas con correa



i = 20 ÷ 60 = 1/3

Gira a un tercio de velocidad y en el mismo sentido.

C. Tren compuesto



i total = 1/2 × 0,4 = 1/5

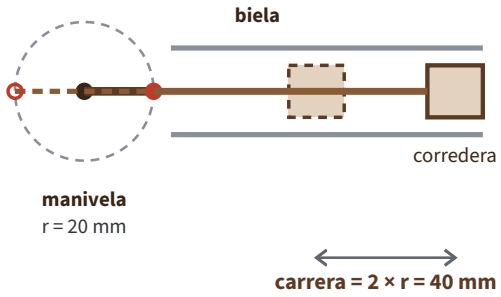
n salida = 60 × 1/5 = 12 rpm

En una pareja de engranajes, la rueda más pequeña gira más deprisa y con menos fuerza. Por cada contacto entre ruedas dentadas el sentido de giro **se invierte**: con una pareja gira al revés; con dos parejas vuelve a girar en el sentido original.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Medidas y velocidades de ejemplo.

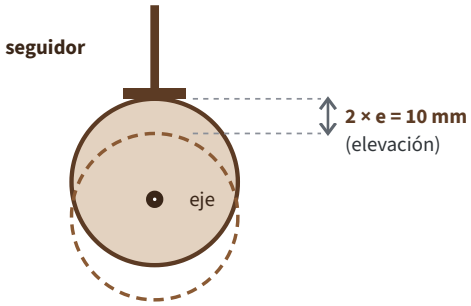
F4 **Biela-manivela y leva excéntrica: dos formas de convertir el giro en vaivén** ESQUEMA

A. Biela-manivela



Continua: posición A · discontinua: posición B

B. Leva excéntrica



Disco excéntrico: el eje no está en el centro
excentricidad e = 5 mm
Continua: seguidor arriba · discontinua: abajo

Biela-manivela: cuanto mayor es el radio de la manivela, mayor es la carrera. **Leva excéntrica:** la elevación del seguidor es el doble de la excentricidad (2 × e). En ambas, una vuelta completa del eje produce **un** ciclo de subida y bajada (o de ida y vuelta).

Fuente: Esquema de elaboración propia. Cotas en mm; el dibujo está a una escala aproximada de 2 mm de papel por cada mm real.

F5 Hoja de fórmulas con ejemplos resueltos

DATOS

Magnitud	Fórmula	Ejemplo resuelto
Relación de transmisión (engranajes)	i = n salida ÷ n entrada = z entrada ÷ z salida	z entrada 10, z salida 20: i = 1/2; n salida = 60 × 1/2 = 30 rpm
Relación de transmisión (poleas)	i = d entrada ÷ d salida	d entrada 20 mm, d salida 60 mm: i = 1/3; n salida = 60 × 1/3 = 20 rpm
Tren compuesto	i total = i1 × i2	i1 = 1/2 (10 → 20) e i2 = 0,4 (12 → 30): i total = 1/5; n salida = 60 × 1/5 = 12 rpm
Diámetro primitivo del engranaje (módulo m)	d = m × z	m = 2 mm y z = 20: d = 2 × 20 = 40 mm
Distancia entre ejes de dos engranajes	a = (d1 + d2) ÷ 2 = m · (z1 + z2) ÷ 2	z1 = 10 y z2 = 20 con m = 2 mm: a = 2 × (10 + 20) ÷ 2 = 30 mm
Palanca	F × bF = R × bR (fuerza × brazo)	R = 30 N, bR = 10 cm, bF = 30 cm: F = 30 × 10 ÷ 30 = 10 N
Carrera de una biela-manivela	carrera = 2 × r	r = 20 mm: carrera = 40 mm
Elevación de una leva excéntrica	elevación = 2 × e	e = 5 mm: elevación = 10 mm
Escala	medida en el dibujo = medida real ÷ n (escala 1:n); × n (escala n:1)	30 mm a escala 1:2 → 15 mm; 30 mm a escala 2:1 → 60 mm
Velocidad de giro	n (rpm) = vueltas ÷ minutos	10 vueltas en 12 s (0,2 min): n = 10 ÷ 0,2 = 50 rpm
Pérdida de vueltas (%)	(vueltas teóricas − vueltas medidas) ÷ teóricas × 100	Teóricas 5 y medidas 4,6: (5 − 4,6) ÷ 5 × 100 = 8 %

Consejos. Escribe siempre la unidad (rpm, mm, N). Para tres o más ruedas, multiplica las relaciones parejas. Una i menor que 1 **reduce** la velocidad y aumenta la fuerza; mayor que 1, la aumenta (misma i que en 1.º y 3.º).

Fuente: Tabla de elaboración propia. Todos los cálculos están comprobados.

F6 Engranajes del kit (módulo 2 mm) y distancias entre ejes de las parejas más usadas

DATOS

Pareja (z entrada → z salida)	d1 (mm)	d2 (mm)	i	Distancia entre ejes a (mm)	n salida con 60 rpm (rpm)
10 → 20	20	40	1/2	30	30
10 → 30	20	60	1/3	40	20
10 → 50	20	100	1/5	60	12
12 → 30	24	60	0,4	42	24
12 → 36	24	72	1/3	48	20
20 → 30	40	60	2/3	50	40
20 → 40	40	80	1/2	60	30

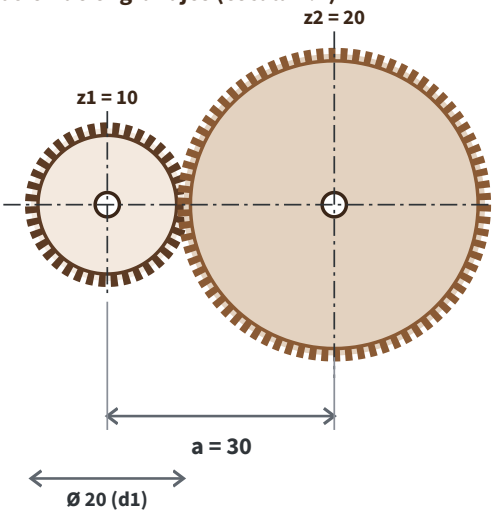
Los engranajes del kit son de 10, 12, 20, 30, 36, 40 y 50 dientes. Si la distancia entre ejes es **mayor** que a, los dientes se separan y saltan; si es **menor**, se aprietan y rozan. Dejad una holgura de 0 a 0,5 mm.

Fuente: Tabla de elaboración propia; valores calculados con d = 2 × z y a = (d1 + d2) ÷ 2. Si vuestro kit tiene otro módulo, recalculad con a = m · (z1 + z2) ÷ 2.

F7 Plano acotado de la pareja de engranajes de la salida S1 (escala 1:1)

ESQUEMA

Planta del tren de engranajes (escala 1:1)



Datos del plano

Módulo m = 2 mm
z1 = 10 → d1 = 2 × 10 = 20 mm
z2 = 20 → d2 = 2 × 20 = 40 mm
i = 10 ÷ 20 = 1/2
a = (20 + 40) ÷ 2 = 30 mm
Agujero de los ejes: Ø 3 mm
Escala 1:1 · Cotas en mm

A escala 2:1, a = 60 mm en el papel

Cómo leer el plano. Las líneas de trazo y punto son **ejes de simetría**. La cota **a** es la distancia entre los ejes (30 mm); **Ø** significa diámetro. La escala 1:1 indica que el dibujo tiene el tamaño real.

Fuente: Plano de elaboración propia. Al imprimir al 100 % las cotas coinciden con la escala 1:1; si no, aplicad la escala indicada. Cotas en milímetros.

F8 Caso resuelto: el pájaro picoteador de 2.º A

ESTUDIO DE CASO

El equipo de 2.º A eligió la salida **S1** (pájaro picoteador) y resolvió el diseño en este orden:

1. **Salida requerida.** La cabeza sube y baja una vez cada 2 s: la leva debe dar 30 vueltas por minuto. La manivela gira a 60 rpm.
2. **Relación de transmisión.** i = n salida ÷ n entrada = 30 ÷ 60 = **1/2** (reductor).
3. **Engranajes.** i = z entrada ÷ z salida = 1/2 → z entrada = 10 y z salida = 20 (F6). Distancia entre ejes: a = 2 × (10 + 20) ÷ 2 = **30 mm**.
4. **Leva.** Excentricidad e = 5 mm: elevación = 2 × 5 = **10 mm**; el seguidor es una varilla de cartón pluma con guía.
5. **Escala y planos.** Caja base de 20 cm × 15 cm: a escala 1:2 mide 10 cm × 7,5 cm en el papel. Plano de engranajes a escala 1:1 (F7).
6. **Primera prueba.** Con 10 vueltas de manivela esperaban 10 × 1/2 = 5 vueltas de la leva y midieron **4,6**. Pérdida: (5 − 4,6) ÷ 5 × 100 = **8 %**. Cronometraron 10 vueltas en 10 s: 60 rpm.
7. **Diagnóstico.** Los dientes patinaban: la distancia entre ejes real era de 31 mm (un mm de más). Tras ajustar los agujeros a 30 mm, y con una gota de lubricante de grafito (lápiz) en el eje, midieron **4,9** vueltas: pérdida (5 − 4,9) ÷ 5 × 100 = **2 %**.
8. **Conclusión.** La salida se cumple: n de la leva = 4,9 × 6 = 29,4 rpm (con 60 rpm de entrada, 10 vueltas en 10 s) y la cabeza sube 10 mm.

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno. Medidas y ensayos plausibles; cálculos comprobados.

¿Qué calcularon antes de construir? ¿Qué síntoma y qué causa detectaron en la primera prueba? ¿Cómo comprobaron que la mejora funcionaba?

F9 Protocolo de montaje, ensayo y diagnóstico de fallos de la máquina

PROTOCOLO

Material y herramientas: kit mecánico o piezas de cartón y varilla preparadas por el docente, regla, escuadra, compás, cinta de papel, cronómetro y, como alternativa, un simulador de mecanismos.

Equipo de protección y riesgos: atrapamiento de cabello, ropa o dedos entre engranajes y correas; pinchazos con varillas y cortes con cúter. Cabello recogido, mangas ajustadas, dedos fuera de la zona de giro, y la máquina detenida antes de tocar o ajustar. No se usan motores. Las gomas no se estiran hacia la cara.

Procedimiento:

1. Marca en la base las posiciones de los ejes con la distancia entre ejes calculada (a). Comprueba la medida con la regla.
2. Monta cada eje con su pieza y comprueba que gira sin esfuerzo y sin balancearse.
3. Acopla las ruedas dentadas o la correa y gira la manivela despacio. Si salta, revisa a.
4. Marca con un punto de rotulador la manivela y la rueda de salida. Da **10 vueltas** a la manivela y cuenta cuántas vueltas da la salida. Repite tres veces y haz la media.
5. Cronometra 10 vueltas de manivela para calcular los rpm de entrada: n = vueltas ÷ minutos.
6. Calcula la pérdida: (vueltas teóricas − vueltas medidas) ÷ vueltas teóricas × 100.
7. Si la pérdida supera el 10 %, diagnostica con la lista de abajo, aplica una mejora y repite las medidas.

Diagnóstico de fallos: (a) los engranajes saltan: la distancia entre ejes es mayor que a; acércalos. (b) Los engranajes se atascan o rozan: la distancia es menor que a; sepáralos o lima el agujero. (c) La polea patina: la correa está floja; tensa la correa o aumenta la distancia entre ejes. (d) El eje se mueve o vibra: hay holgura en los agujeros; ajusta con arandelas. (e) La manivela cuesta mover: hay rozamiento; alinea los ejes, lubrica con grafito de lápiz y revisa apoyos. (f) El seguidor de la leva se atasca: falta guía; añade un tubo guía de cartón.

Limpieza y residuos: desmonta, separa las piezas del kit, guarda los ejes, tira los recortes de cartón en el contenedor azul y deja la mesa despejada.

Resultado esperable: pérdida de vueltas menor del 10 % y funcionamiento sin atrapamientos.

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

F10 Glosario de mecanismos

GLOSARIO

Operador mecánico	Elemento de una máquina que transmite o transforma un movimiento o una fuerza (palanca, polea, engranaje, leva…).
Manivela	Barra que, al girar con la mano, pone en marcha un mecanismo; el radio de giro es r.
Relación de transmisión (i)	Cociente entre la velocidad de salida y la de entrada: i = n salida ÷ n entrada = z entrada ÷ z salida. Si i < 1, reduce la velocidad.
rpm	Revoluciones (vueltas) por minuto, unidad de velocidad de giro.
Módulo (m)	Medida del tamaño del diente de un engranaje: d = m × z. Dos engranajes engranan si tienen el mismo módulo.
Tren de engranajes	Conjunto de varias parejas de engranajes en serie.
Carrera	Distancia que recorre el elemento de salida en un movimiento alternativo.
Excentricidad (e)	Distancia entre el eje de giro de un disco y su centro.
Seguidor	Pieza que apoya sobre la leva y sube y baja siguiendo su perfil.
Holgura	Juego o espacio sobrante entre piezas que provoca vibraciones o pérdida de movimiento.
Rozamiento	Fuerza que se opone al movimiento entre dos superficies en contacto y hace perder energía.
Escala	Relación entre la medida del dibujo y la real: 1:2 reduce a la mitad; 2:1 amplía al doble.
Cota	Número que indica en un plano una medida (en mm).

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 3 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

FICHA 1 Repasamos los operadores y elegimos la salida

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usad la tabla de operadores (F2), la hoja de fórmulas (F5) y el encargo de la feria (F1).

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

Si un engranaje de 10 dientes mueve a otro de 20 dientes, el de 20 dientes gira…

◯ al doble de velocidad ◯ a la misma velocidad ◯ a la mitad de velocidad

Una leva excéntrica transforma el giro en…

◯ giro más rápido ◯ un giro de sentido contrario ◯ subida y bajada de un seguidor

La palanca sirve para…

◯ amplificar o cambiar una fuerza con brazos distintos ◯ convertir giro en vaivén ◯ transmitir giro entre ejes lejanos

Dos poleas unidas por correa giran…

◯ en el mismo sentido ◯ siempre a la misma velocidad ◯ en sentido contrario

2 **Relaciona cada operador con su función principal (F2).**

1	Palanca	a	Transmite el giro cambiando velocidad y fuerza, con sentido contrario
2	Polea con correa	b	Transmite el giro entre ejes lejanos y cambia la velocidad
3	Engranajes	c	Convierte el giro en vaivén lineal con una carrera de 2 × r
4	Biela-manivela	d	Amplifica la fuerza con brazos de distinta longitud
5	Leva excéntrica	e	Convierte el giro en subida y bajada de un seguidor

3 **Palanca. Para levantar una carga de 30 N, una palanca tiene el brazo de la carga (bR) de 10 cm y el brazo de la fuerza (bF) de 30 cm. Calcula la fuerza F necesaria y cuántas veces se reduce la fuerza (R ÷ F).**

4 **Elegid una salida de F1 (S1, S2 o S3) y escribid cuatro requisitos con cifra (velocidad, movimiento, medidas máximas y seguridad).**

N.º	Requisito (con cifra)	¿Cómo lo comprobaremos?
1		
2		
3		
4		

FICHA 2 Engranajes, poleas y relación de transmisión

SESIÓN 2

Usa los esquemas de transmisión (F3), la hoja de fórmulas (F5) y los engranajes del kit (F6). Escribe siempre las unidades.

1 **Completa la tabla: relación de transmisión i = z entrada ÷ z salida y velocidad de salida n salida = n entrada × i.**

z entrada → z salida	n entrada (rpm)	i	n salida (rpm)	¿Más lenta o más rápida?
10 → 20	60			
10 → 30	60			
20 → 10	30			
12 → 36	90			

2 **Poleas. La polea motriz tiene un diámetro de 20 mm y gira a 60 rpm. La polea conducida tiene 60 mm. Calcula i, la velocidad de salida y el sentido de giro (mismo sentido o contrario).**

3 **Tren compuesto. Una manivela gira a 60 rpm y mueve dos parejas de engranajes en serie: 10 → 20 y 12 → 30. Calcula i1, i2, i total y la velocidad de la noria. ¿Gira en el mismo sentido que la manivela?**

4 **Distancia entre ejes (m = 2 mm). Calcula d1, d2 y a de las parejas 10 → 30 y 12 → 36, y comprueba con F6.**

Pareja	d1 (mm)	d2 (mm)	a = (d1 + d2) ÷ 2 (mm)
10 → 30			
12 → 36			

FICHA 3 Biela-manivela y leva

SESIÓN 3

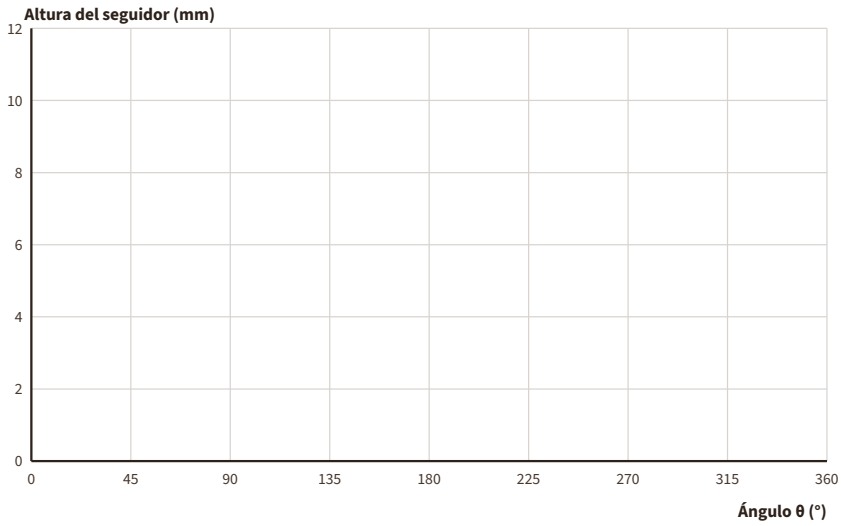
Usa el esquema de F4 y la hoja de fórmulas (F5). Una vuelta del eje produce un ciclo completo.

1 **Una biela-manivela tiene un radio de manivela de 25 mm. ¿Qué carrera tiene? ¿Qué radio necesitas para una carrera de 60 mm?**

2 **Leva excéntrica con e = 5 mm. Completa la altura del seguidor (h = 5 − 5 · cos θ, en mm) usando la simetría para los ángulos de 225° a 315°.**

Ángulo θ (°)	0	45	90	135	180	225	270	315
Altura h (mm)	0	1,5	5,0	8,5	10,0			

3 **Dibuja la gráfica altura-ángulo con los puntos de la tabla y únelos con una curva suave. ¿Cuál es la elevación total?**



4 **Identifica el operador que usa cada objeto, el movimiento que entra y el que sale.**

Objeto	Operador (biela-manivela o leva)	Movimiento de entrada	Movimiento de salida
Aguja de una máquina de coser			
Válvula de un motor de coche			
Juguete de un pájaro que picotea			

FICHA 4 Diseñamos la máquina

SESIÓN 4

Aplica lo aprendido a la salida que elegisteis en la ficha 1. Usa F1, F3, F5, F6 y el plano acotado de F7.

1 **Calcula lo necesario para vuestra salida. Rellena la tabla de diseño.**

Apartado	Nuestro cálculo
Salida requerida (n o carrera)	
Relación de transmisión necesaria i = n salida ÷ n entrada	
Dientes elegidos (z entrada → z salida) y comprobación de i	
Distancia entre ejes a (m = 2 mm)	
Dimensiones máximas (≤ 25 × 20 × 20 cm)	

2 **Escala. La caja base mide 20 cm × 15 cm. ¿Cuánto mide en el papel a escala 1:2? ¿Y una pieza de 2 cm a escala 5:1?**

3 **Dibuja el esquema del mecanismo con rótulos (manivela, engranajes con z, leva o biela, seguidor, ejes) y las cotas en mm.**

4 **Lista de piezas y seguridad. Completad la lista y marcad la norma cuando el equipo la haya entendido.**

Pieza	Cantidad	Material	Quién la prepara

- [ ] Cabello recogido y mangas ajustadas al accionar la máquina.
- [ ] Los dedos están fuera de las zonas de giro.
- [ ] Se comprueban las fijaciones antes de girar la manivela.
- [ ] Las varillas y el contrachapado los corta el docente.

FICHA 5 Construimos o simulamos y medimos

SESIÓN 5

Montad el mecanismo siguiendo el protocolo de F9. Medid las vueltas y comparadlas con el cálculo.

1 **Registro de montaje: anotad cada incidencia y cómo la resolvisteis.**

Hora	Incidencia	Causa probable	Solución aplicada

2 **Ensayo de vueltas. Da 10 vueltas a la manivela y cuenta las vueltas de la salida. Repite tres veces. Calcula las vueltas teóricas (10 × i) y la relación medida (vueltas de salida ÷ 10).**

Intento	Vueltas de manivela	Vueltas de salida	i medida
1	10		
2	10		
3	10		

3 **Calcula la media de las vueltas de salida, las vueltas teóricas y el porcentaje de pérdida. ¿Se parece a lo calculado en la ficha 4?**

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

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Hemos seguido el protocolo y las normas de seguridad.	○	○	○	○
Hemos medido con cuidado y repetido las medidas.	○	○	○	○
Hemos repartido bien las tareas.	○	○	○	○

FICHA 6 Medimos el comportamiento y depuramos

SESIÓN 6

Usa el diagnóstico de fallos del protocolo (F9) y el caso resuelto (F8) para interpretar tus medidas.

1 **Un equipo con i = 1/3 midió 10 vueltas de manivela y 2,9 vueltas de salida. Calcula las vueltas teóricas y el porcentaje de pérdida. ¿Cumple el 10 % máximo?**

2 **Relaciona cada síntoma con su causa probable (F9).**

1	Los engranajes saltan	a	La distancia entre ejes es menor que a
2	Los engranajes se atascan	b	La correa está floja
3	La polea patina	c	Los agujeros tienen holgura
4	El eje vibra	d	La distancia entre ejes es mayor que a

3 **Aplicad una mejora a vuestra máquina y registrad las medidas antes y después.**

Medida	Antes	Después	¿Mejora?
Vueltas de salida (de 10 de manivela)			
Pérdida (%)			
Velocidad de la salida (rpm)			

4 **Explicad qué fallo detectasteis, qué cambiasteis y cómo comprobasteis que funcionaba.**

FICHA 7 Evidencia individual: la noria de la feria

SESIÓN 7

Trabajo individual. Resuelve un caso nuevo con los datos de F6 y la hoja de fórmulas (F5).

1 **La noria de feria debe girar a 6 rpm con una manivela a 60 rpm. Calcula la relación de transmisión total necesaria y propón un tren compuesto con dos parejas del kit (F6) que la consiga. Calcula i1, i2 y las dos distancias entre ejes.**

Apartado	Tu respuesta
i total necesaria	
Pareja 1 (z → z) e i1	
Pareja 2 (z → z) e i2	
Distancias entre ejes a1 y a2	

2 **Comprueba que i1 × i2 es igual a la i total y calcula la velocidad de la noria. ¿Gira en el mismo sentido que la manivela? ¿Por qué?**

3 **La noria mide 24 cm de diámetro. ¿Cuánto mide en el dibujo a escala 1:2? Dibuja un croquis del tren con z y cotas.**

4 **En la prueba, con 10 vueltas de manivela la noria da 0,9 vueltas. Calcula las vueltas teóricas y la pérdida en %. Propón una causa posible y una medida para comprobarla.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 3 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

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

Memoria técnica de la máquina. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la demostración final.

Salida requerida y requisitos

Movimiento, velocidad, medidas y seguridad con cifras.

Cálculos de transmisión

i, dientes, n de salida y distancia entre ejes, con unidades.

Esquema acotado del mecanismo

Operadores, z, ejes, cotas en mm y escala utilizada.

Lista de piezas y montaje

Piezas, materiales y fotos o capturas del montaje.

Ensayo: vueltas teóricas y medidas

Media de tres ensayos y rpm de entrada.

Pérdidas y depuración

Causa de la pérdida y mejora aplicada con datos antes y después.

Mejora y conclusiones

Qué cambiaríamos para ganar velocidad o fuerza.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 3 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Máquina mecánica de sobremesa**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La salida está escrita con cifras (velocidad, tipo de movimiento y medidas máximas).
- [ ] La relación de transmisión necesaria y los dientes elegidos están bien calculados, con unidades.
- [ ] La distancia entre ejes se ha calculado y coincide con la del montaje.
- [ ] El esquema tiene rótulos, cotas en mm y la escala indicada.
- [ ] La máquina cumple la salida o el simulador muestra el comportamiento previsto.
- [ ] Se ha medido el número de vueltas con al menos tres ensayos y se ha calculado la pérdida.
- [ ] Hay un diagnóstico de la causa de la pérdida y una mejora comprobada con medidas.
- [ ] Se han respetado las normas de seguridad con elementos giratorios (cabello, mangas, dedos).
- [ ] La memoria cita las fuentes, usa vocabulario técnico y reutiliza materiales sin desperdicio.

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 · Mecanismos en acción

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Máquina mecánica de sobremesa**. 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	Convierte la salida en requisitos con cifras, calcula la relación de transmisión, elige dientes y distancia entre ejes de forma coherente y justifica el diseño frente a otra alternativa.	Calcula la relación necesaria y elige operadores adecuados, con justificación suficiente.	El diseño no cumple del todo la salida o los cálculos tienen errores.	No relaciona el diseño con la salida requerida.	
Funcionamiento / evidencia	La máquina cumple la salida con una pérdida medida menor del 10 %, y el equipo documenta las vueltas teóricas y medidas, y explica las diferencias.	La máquina funciona y se aportan medidas de vueltas con una comparación con el cálculo.	Funciona de forma intermitente o las medidas son incompletas.	La máquina no funciona o no hay medidas.	
Documentación técnica	Esquema acotado en mm y a escala normalizada, cálculos ordenados con unidades, lista de piezas y vocabulario técnico correcto; otro equipo podría montarla.	Documentación suficiente, con alguna cota, escala o unidad sin indicar.	Faltan cotas, cálculos o lista de piezas y cuesta seguir el montaje.	Documentación insuficiente para comprender la máquina.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta siempre las normas de seguridad con elementos giratorios, comprueba las fijaciones antes de accionar y reutiliza cartón y piezas del kit sin desperdicio.	Cumple las normas de seguridad y cuida el material.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia material.	Incumple normas de seguridad con piezas giratorias.	
Iteración y cooperación	Localiza la causa de una pérdida con el diagnóstico, aplica una mejora y comprueba con medidas que funciona; roles rotados y decisiones tomadas en equipo.	Hace una mejora a partir de las medidas y coopera adecuadamente.	La mejora es superficial o la cooperación es irregular.	No depura la máquina o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 3 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular una relación de transmisión y la velocidad de salida de un tren de engranajes.	○	○	○	○
Sé medir las vueltas de una máquina, calcular su pérdida y proponer cómo reducirla.	○	○	○	○
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 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

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

Aquí tienes una máquina con dos operadores ya definidos y los pasos de cálculo guiados para completar con tu equipo.

Máquina definida

Pájaro con leva: una manivela mueve una pareja de engranajes de **10 dientes (entrada) y 30 dientes (salida)**; el engranaje de salida lleva una **leva excéntrica de e = 4 mm** que sube y baja la cabeza del pájaro. Manivela a 60 rpm; módulo 2 mm.

Pasos guiados: 1) i = z entrada ÷ z salida. 2) n salida = 60 × i. 3) Elevación = 2 × e. 4) d = 2 × z y a = (d1 + d2) ÷ 2.

Ejemplo resuelto parecido

Pareja 10 → 20 con e = 5 mm: i = 10 ÷ 20 = 1/2; n salida = 60 × 1/2 = 30 rpm; elevación = 2 × 5 = 10 mm; d1 = 20 mm, d2 = 40 mm, a = (20 + 40) ÷ 2 = 30 mm.

1 **Completa los cálculos de la máquina definida.**

Magnitud	Cálculo	Resultado
Relación de transmisión i		
Velocidad de salida n (rpm)		
Elevación de la cabeza (mm)		
d1 y d2 (mm)		
Distancia entre ejes a (mm)		

2 **Dibuja un esquema con la manivela, los dos engranajes (con z), la leva, el seguidor y las cotas.**

3 **Si en una prueba con 10 vueltas de manivela la leva da 3,1 vueltas, calcula las vueltas teóricas y la pérdida en %.**

ANEXO 9

Ampliación

SdA 3 · Mecanismos en acción

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Más fuerza o más velocidad: justificar el cambio de relación

Un torno manual levanta una carga de 20 N con un tambor de radio 2 cm. La manivela tiene un brazo de 12 cm y gira a 60 rpm. Entre la manivela y el tambor se coloca un tren de engranajes con relación de transmisión i. Sin rozamiento, la fuerza necesaria en la manivela es **F = (carga × radio del tambor × i) ÷ brazo de la manivela** y la velocidad de subida es **v = n del tambor × 2π × radio ÷ 60**, con n del tambor = 60 × i.

Pasos

1. Calcula para i = 1, 1/2, 1/4 y 1/6 la velocidad del tambor (rpm), la velocidad de subida de la carga (cm/s) y la fuerza necesaria en la manivela (N).
2. Representa en una gráfica de barras la fuerza y la velocidad de subida frente a i y explica qué se gana y qué se pierde al hacer i más pequeña (más reducción).
3. Elige la relación más adecuada para una persona con poca fuerza que sube la carga 1 m, y la más adecuada para subirla rápido con poca carga. Justifica con los resultados.
4. Propón cómo cambiarías el número de dientes de la máquina de tu equipo para que gire más despacio y con más fuerza, y cómo comprobarías el cambio.

1 **Tabla de cálculo.**

i	n tambor (rpm)	v de subida (cm/s)	Fuerza en la manivela (N)
1			
2			
4			
6			

Entrega

Ficha de cálculo con la tabla, la gráfica, la elección justificada y la propuesta de cambio para vuestra máquina.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 3 · Mecanismos en acción

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: a la mitad de velocidad; subida y bajada de un seguidor; amplificar o cambiar una fuerza con brazos distintos; en el mismo sentido.
2. Palanca: amplifica la fuerza con brazos de distinta longitud; polea con correa: transmite el giro entre ejes lejanos y cambia la velocidad; engranajes: transmiten el giro cambiando velocidad y fuerza, con sentido contrario; biela-manivela: convierte el giro en vaivén lineal con carrera 2 × r; leva excéntrica: convierte el giro en subida y bajada de un seguidor. (El orden de la columna derecha puede cambiar: corregir por el contenido.)
3. F × bF = R × bR → F = 30 × 10 ÷ 30 = 10 N. La fuerza se reduce 30 ÷ 10 = 3 veces (ventaja mecánica 3).
4. Ejemplo para S1: 1) la leva da 30 vueltas por minuto (se mide con cronómetro); 2) la cabeza sube 10 mm (se mide con regla); 3) medidas máximas 25 × 20 × 20 cm (se miden); 4) sin bordes cortantes y con protección de dedos en los engranajes (se revisa). Valorar cifras y forma de comprobación.

Ficha 2

1. 10 → 20: i = 1/2, n salida = 60 × 1/2 = 30 rpm (más lenta); 10 → 30: i = 1/3, n salida = 20 rpm (más lenta); 20 → 10: i = 2, n salida = 30 × 2 = 60 rpm (más rápida); 12 → 36: i = 1/3, n salida = 90 × 1/3 = 30 rpm (más lenta).
2. Poleas: i = 20 ÷ 60 = 1/3; n salida = 60 × 1/3 = 20 rpm; mismo sentido (con correa abierta).
3. i1 = 10 ÷ 20 = 1/2; i2 = 12 ÷ 30 = 0,4; i total = 0,5 × 0,4 = 0,2 (1/5); n noria = 60 × 0,2 = 12 rpm. Con dos parejas el sentido se invierte dos veces: gira en el mismo sentido que la manivela.
4. 10 → 30: d1 = 20 mm, d2 = 60 mm, a = (20 + 60) ÷ 2 = 40 mm. 12 → 36: d1 = 24 mm, d2 = 72 mm, a = (24 + 72) ÷ 2 = 48 mm. Coinciden con F6.

Ficha 3

1. Carrera = 2 × 25 = 50 mm. Para 60 mm: r = 60 ÷ 2 = 30 mm.
2. 225°: 8,5 mm; 270°: 5,0 mm; 315°: 1,5 mm (por simetría con 135°, 90° y 45°).
3. Curva suave tipo sinusoidal, de 0 mm a 10 mm en 180° y de vuelta a 0 mm en 360°. Elevación total = 10 mm = 2 × e.
4. Aguja de máquina de coser: biela-manivela; entrada: giro continuo; salida: movimiento alternativo lineal (sube y baja). Válvula de motor: leva; giro continuo → subida y bajada de la válvula. Juguete del pájaro: leva excéntrica; giro → subida y bajada de la cabeza.

Ficha 4

1. Modelo S1: salida 30 rpm; i = 30 ÷ 60 = 1/2; dientes 10 → 20 (i = 10 ÷ 20 = 1/2); a = 2 × (10 + 20) ÷ 2 = 30 mm; dimensiones ≤ 25 × 20 × 20 cm. Modelo S2: i = 12 ÷ 60 = 1/5; 10 → 20 y 12 → 30 (1/2 × 0,4 = 1/5); a1 = 30 mm y a2 = 42 mm. Modelo S3: manivela de r = 20 mm; carrera 40 mm; sin engranajes.
2. A escala 1:2: 20 ÷ 2 = 10 cm y 15 ÷ 2 = 7,5 cm (10 cm × 7,5 cm). A escala 5:1: 2 cm × 5 = 10 cm.
3. Esquema: valorar rótulos, z, ejes, cotas en mm y escala indicada, coherentes con el cálculo.
4. Lista de piezas abierta (ejes, engranajes, base, manivela, leva, seguidor…); todas las casillas de seguridad marcadas antes de construir.

Ficha 5

1. Incidencias habituales: ejes desalineados, engranajes que saltan, rozamiento excesivo, correa floja. Valorar causa y solución.
2. Valores modelo (i = 1/2, 5 vueltas teóricas): vueltas de salida 4,6; 4,7; 4,5 → i medida 4,6 ÷ 10 = 0,46; 4,7 ÷ 10 = 0,47; 4,5 ÷ 10 = 0,45 (algo menor que 0,5 por las pérdidas).
3. Media = (4,6 + 4,7 + 4,5) ÷ 3 = 4,6 vueltas; teóricas = 10 × 1/2 = 5; pérdida = (5 − 4,6) ÷ 5 × 100 = 8 %. Valorar que comparen con su cálculo y expliquen la diferencia.
4. Autoevaluación del equipo: abierta.

Ficha 6

1. Vueltas teóricas = 10 × 1/3 = 3,33; pérdida = (3,33 − 2,9) ÷ 3,33 × 100 = 12,9 %, que supera el 10 %: no cumple el máximo.
2. Engranajes saltan: distancia entre ejes mayor que a; se atascan: distancia menor que a; polea patina: correa floja; eje vibra: agujeros con holgura.
3. Tabla abierta; valorar que la mejora esté justificada con un síntoma y que las medidas del después sean mejores o expliquen por qué no.
4. Respuesta modelo: detectamos que la pérdida era del 12 %; los engranajes patinaban porque la distancia entre ejes era de 31 mm; ajustamos los agujeros a 30 mm; al repetir con 10 vueltas medimos 4,9 vueltas (pérdida del 2 %).

Ficha 7

1. i total = 6 ÷ 60 = 1/10. Modelo: pareja 1: 10 → 20 (i1 = 1/2, a1 = 30 mm); pareja 2: 10 → 50 (i2 = 1/5, a2 = 2 × (10 + 50) ÷ 2 = 60 mm). Otra solución válida: 10 → 30 (i = 1/3) con 12 → 40 (i = 0,3) → i total = 1/10; a = 40 mm y a = 52 mm.
2. 1/2 × 1/5 = 1/10 = i total; n noria = 60 × 1/10 = 6 rpm. Con dos parejas el sentido se invierte dos veces: gira en el mismo sentido que la manivela.
3. 24 cm ÷ 2 = 12 cm en el dibujo. Croquis con las dos parejas, z y cotas de a1 = 30 mm y a2 = 60 mm.
4. Teóricas = 10 × 1/10 = 1 vuelta; pérdida = (1 − 0,9) ÷ 1 × 100 = 10 %. Causa posible: holgura o rozamiento entre ejes; medida: revisar la distancia entre ejes, alinear y lubricar, y repetir la medida.

Refuerzo (Anexo 8)

1. i = 10 ÷ 30 = 1/3; n salida = 60 × 1/3 = 20 rpm; elevación = 2 × 4 = 8 mm; d1 = 2 × 10 = 20 mm y d2 = 2 × 30 = 60 mm; a = (20 + 60) ÷ 2 = 40 mm.
2. Esquema: manivela, engranaje de 10 dientes que mueve uno de 30 dientes, leva excéntrica de e = 4 mm en el eje de salida, seguidor, cotas a = 40 mm y elevación 8 mm.
3. Vueltas teóricas = 10 × 1/3 = 3,33; pérdida = (3,33 − 3,1) ÷ 3,33 × 100 = 6,9 %.

Ampliación (Anexo 9)

1. i = 1: n = 60 rpm; v = 60 × 2π × 2 ÷ 60 = 12,57 cm/s; F = 20 × 2 × 1 ÷ 12 = 3,33 N. i = 1/2: 30 rpm; 6,28 cm/s; 1,67 N. i = 1/4: 15 rpm; 3,14 cm/s; 0,83 N. i = 1/6: 10 rpm; 2,09 cm/s; 0,56 N.
2. Al hacer i más pequeña (más reducción) se gana fuerza (se necesita menos fuerza en la manivela) y se pierde velocidad (la carga sube más despacio). Persona con poca fuerza que sube 1 m: mucha reducción (i = 1/6, 100 cm ÷ 2,09 cm/s ≈ 48 s); subir rápido con poca carga: sin reducción (i = 1, 100 cm ÷ 12,57 cm/s ≈ 8 s).
3. Propuesta abierta: por ejemplo, cambiar la pareja 10 → 20 por 10 → 30 (i = 1/3) para que la salida gire más despacio y con más fuerza, y comprobar con 10 vueltas de manivela y la medida de la fuerza con un dinamómetro o un peso en la manivela.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (operadores y elección de salida); sesión 2 (engranajes y poleas; es la sesión de cálculo); sesión 3 (biela-manivela y leva); sesión 4 (diseño con escala y acotación); sesiones 5-6 (construcción, medidas y depuración, con tiempo para repetir ensayos); sesión 7 (demostración de 3 minutos por equipo y ficha individual de 15 minutos).
- Preparación: tener listos los kits o las plantillas de engranajes de cartón de módulo 2 mm (se pueden imprimir en cartulina gruesa y reforzar con cartón), varillas y contrachapado cortados por el docente y un simulador de mecanismos como alternativa. Los datos de pérdida del caso resuelto son ejemplos: los equipos medirán los suyos.
- Seguridad: elementos giratorios ligeros, sin motores, cabello recogido y dedos fuera de la zona de giro; detener la máquina antes de ajustar. El cúter solo con supervisión directa.
- Diferenciación: el Anexo 8 ofrece una máquina ya definida con pasos guiados; el Anexo 9 optimiza fuerza y velocidad en un torno. Para equipos sin kit, simular con el simulador y con dibujos a escala.

Errores frecuentes

- Calcular i = z salida ÷ z entrada (al revés) y obtener una salida más rápida cuando en realidad es más lenta.
- Olvidar que cada pareja de engranajes invierte el sentido de giro y no aplicarlo al tren compuesto.
- Sumar en lugar de multiplicar las relaciones de un tren compuesto (2 + 2,5 en lugar de 2 × 2,5).
- Calcular la distancia entre ejes con los dientes en lugar de con los diámetros (d = m × z) o dejar los ejes demasiado cerca o lejos.
- Confundir escala 1:2 (reducción) con 2:1 (ampliación).
- Medir una sola vez las vueltas, o contar mal las vueltas de la salida por no marcar un punto de referencia.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar cualquier salida de F1 o una similar si la relación de transmisión, los dientes y las distancias entre ejes están bien calculados.
- Valorar más la comparación entre cálculo y medida, el diagnóstico de la pérdida y la mejora comprobada que el acabado de la maqueta.
- En la ficha 7, aceptar otras combinaciones de engranajes si i1 × i2 = 10 y las distancias entre ejes están bien calculadas.
- Si no hay material, aceptar simulaciones con capturas y datos del simulador siempre que se registren vueltas teóricas y medidas.

04

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Circuitos con propósito

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo dimensionamos y montamos un circuito para que funcione de forma predecible?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE4, CE6	PRODUCTO FINAL Circuito funcional documentado	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.2, 2.1, 3.1, 4.1, 6.1

Contexto, reto y producto

En el IES Ribera del Tajuña (centro ficticio), la sala de tutorías individuales está al fondo del pasillo de 2.º. Los tutores y las tutoras se quejan de que entran personas sin saber si la sala está libre y de que, cuando el alumnado quiere llamar al orientador, no hay timbre ni aviso. El departamento de Tecnología propone que cada equipo de 2.º diseñe, monte y documente un **circuito de baja tensión** con una función concreta: un indicador de «libre / ocupado», un timbre con pulsador o una luz de lectura con dos bombillas. El circuito funcionará con una **batería de 4 pilas AA (6 V)** y tendrá que ser seguro, predecible y fácil de reparar por otro equipo.

Esta situación de aprendizaje trata de **dimensionar y montar un circuito para que funcione de forma predecible**. El alumnado interpreta esquemas con simbología normalizada, relaciona **tensión, corriente y resistencia** (ley de Ohm), monta **circuitos serie y paralelo**, usa el **multímetro de forma guiada** para medir tensión, corriente y continuidad, calcula la **resistencia limitadora de un LED** con valores comerciales y la autonomía de la batería, y **diagnostica averías** sembradas en circuitos de otros equipos. El producto final es un circuito funcional con su dossier técnico: esquema, componentes, valores, medidas, avería, reparación y explicación de su funcionamiento.

Reto

Diseñar, montar y probar un circuito de baja tensión (6 V) para la sala de tutorías con una función concreta, calculando sus componentes, midiendo con el multímetro y documentando una avería y su reparación para que otro equipo pueda entenderlo y mantenerlo.

Producto final

Circuito funcional documentado.

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.
- **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.

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.

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.

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.
B1	Habilidades básicas de comunicación interpersonal: vocabulario técnico apropiado y pautas de conducta propias del entorno virtual (etiqueta digital).
D1	Dispositivos digitales. Elementos del hardware y del software. Identificación y resolución de problemas técnicos sencillos.

Concreción didáctica en esta situación

- Electricidad y electrónica básica (A6): circuito, pila, interruptor, pulsador, conmutador, lámpara, LED, resistencia y zumbador; montajes en serie y en paralelo; ley de Ohm V = I · R; potencia P = V · I.
- Simbología eléctrica normalizada (IEC 60617) y lectura de esquemas: sentido convencional de la corriente, polaridad del LED y puntos de conexión.
- Cálculo de resistencias equivalentes (serie: R1 + R2; paralelo: R1 · R2 ÷ (R1 + R2)), de la resistencia limitadora de un LED y de la autonomía (capacidad en mAh ÷ corriente en mA).
- Dispositivos digitales y resolución de problemas técnicos (D1): el multímetro digital como instrumento de medida; método de diagnóstico: síntoma, medida, causa, reparación y comprobación.
- Comunicación técnica (B1): vocabulario eléctrico y presentación de un dossier con esquema, tabla de valores, medidas y conclusiones.

Objetivos didácticos

- Interpretar y dibujar esquemas eléctricos con simbología normalizada y distinguir circuitos en serie y en paralelo.
- Relacionar tensión, corriente y resistencia con la ley de Ohm y calcular potencia y autonomía en casos básicos, con unidades correctas.
- Calcular la resistencia limitadora de un LED y elegir el valor comercial de la serie E12 más adecuado.
- Medir tensión, corriente y continuidad con el multímetro de forma guiada y comparar las medidas con los cálculos.
- Montar el circuito de forma segura en protoboard o simulador, diagnosticar una avería y documentar la reparación.

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

Lectura de esquemas eléctricos con simbología normalizada y elección del reto

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, componentes relacionados con su función, lectura del esquema de F4 y cuatro requisitos con cifras del circuito elegido.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Montajes serie y paralelo, o su simulación, y primeros cálculos con la ley de Ohm

Evidencia: Ficha 2: resistencias equivalentes, bombillas en serie y en paralelo (R, I, V y autonomía), predicción de averías y esquemas dibujados.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Medidas básicas con el multímetro supervisado y comparación con los cálculos

Evidencia: Ficha 3: pasos del multímetro, tabla de valores calculados y medidos del caso, error relativo y tolerancia de una resistencia.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Diseño del circuito para una función (aviso, luz o control manual) con cálculo de componentes

Evidencia: Ficha 4: resistencias de LED con serie E12, tabla de diseño, esquema con símbolos normalizados, lista de componentes y seguridad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Montaje y prueba en protoboard o simulador

Evidencia: Ficha 5: tabla de medidas esperadas y medidas reales, errores relativos, incidencias y escala de trabajo del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Diagnóstico cruzado entre equipos: avería sembrada, medidas y reparación

Evidencia: Ficha 6: tres casos de avería (F8), diagnóstico de la avería sembrada con medidas y reparación comprobada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Dossier técnico con la explicación del circuito; evidencia individual con un caso nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: diseño de un indicador de «sala llena» con pila de 9 V, cálculo de R, potencia 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	Análisis de circuitos y esquemas: identificación de componentes y de montajes en serie o en paralelo, y comparación de lo calculado con lo medido con el multímetro, interpretando las diferencias.	Fichas 1, 2 y 3 / lista de cotejo y observación
2.1	Diseño de un circuito para una función con requisitos de tensión, corriente y potencia, y elección razonada de los componentes con valores comerciales de la serie E12.	Ficha 4 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Montaje seguro del circuito en protoboard o simulador, desconectado antes de modificar, con comprobación de polaridad y medida de tensión, corriente y continuidad.	Fichas 5 y 6 y circuito / rúbrica y observación
4.1	Esquema con simbología normalizada, tabla de componentes y valores, medidas con unidades y explicación de la avería y la reparación en un dossier técnico.	Ficha 4, plantilla (Anexo 4) y presentación / rúbrica
6.1	Uso seguro y eficiente del multímetro digital y del simulador, protección de los equipos (baja tensión, polaridad, escalas) y aplicación de un método de diagnóstico de problemas técnicos sencillos.	Fichas 3 y 6 / observación y rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Convierte la función en requisitos con cifras, calcula las resistencias con la ley de Ohm y elige valores E12 con comprobación de corriente y potencia, justificando frente a otra opción.	Calcula las resistencias y elige valores comerciales con una justificación suficiente.	El diseño funciona pero los cálculos tienen errores o la elección de componentes no está justificada.	No relaciona el circuito con una función ni con cálculos.
Funcionamiento / evidencia	El circuito funciona según lo previsto; las medidas de tensión y corriente se comparan con los cálculos con error relativo menor del 10 % y se explican las diferencias.	El circuito funciona y se aportan medidas con una comparación con los cálculos.	Funciona de forma intermitente o las medidas son incompletas.	El circuito no funciona o no hay medidas.
Documentación técnica	Esquema con simbología normalizada, tabla de componentes y valores, medidas con unidades y descripción clara de la avería y de la reparación; otro equipo podría reproducirlo.	Documentación suficiente, con algún símbolo, valor o unidad sin indicar.	Faltan el esquema, los valores o las medidas y cuesta seguir el montaje.	Documentación insuficiente para entender el circuito.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja siempre en baja tensión, desconecta antes de modificar, usa resistencia en el LED, recicla las pilas y reutiliza componentes sin desperdicio.	Cumple las normas de seguridad y cuida los componentes.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia componentes.	Incumple normas de seguridad eléctrica.
Iteración y cooperación	Aplica un método de diagnóstico (síntoma, medida, causa, reparación y comprobación) y repara con éxito la avería de otro equipo; roles rotados y decisiones tomadas en equipo.	Diagnostica y repara con ayuda mínima y coopera adecuadamente.	El diagnóstico es parcial o la cooperación es irregular.	No diagnostica o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo (4-5 personas): portapilas con 4 pilas AA (6 V), protoboard de 400 puntos, cables puente, LED de 5 mm rojo y verde, resistencias de 220, 330, 390, 470 Ω y 1 kΩ (serie E12, 1/4 W), pulsador, interruptor, conmutador, zumbador de 6 V (unos 25 mA) y dos bombillas de 6 V / 0,6 W con portalámparas.
- Multímetro digital (uno por equipo o por pareja de equipos) con puntas protegidas; alternativamente, un simulador de circuitos del centro.
- Plantillas de los Anexos 3 y 4, cartulina para los esquemas, rotuladores de colores y, para la avería sembrada, una pieza de repuesto (una resistencia, un LED o un cable).

Seguridad, privacidad y uso responsable

Solo baja tensión: la batería de 4 pilas AA (6 V). Nunca se conecta nada a la red eléctrica ni se abren cargadores o fuentes de alimentación. El LED siempre lleva su resistencia limitadora; se evitan los cortocircuitos y se desconecta la batería antes de modificar el montaje. El docente revisa el circuito antes de conectar la batería. No se manipulan baterías de litio ni pilas con carcasa dañada. Con el multímetro se mide en la escala correcta y el amperímetro se coloca siempre en serie. Si un componente se calienta, se desconecta de inmediato. Pilas gastadas al contenedor de recogida de pilas.

Interdisciplinariedad: Física y Química (tensión, intensidad, resistencia, potencia y energía) y Matemáticas (despeje de fórmulas, proporcionalidad, porcentajes y errores relativos).

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 modelo y tabla de componentes.

Ampliación

Anexo 9

Diseñar dos configuraciones y comparar consumo/función.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 4 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

Al fondo del pasillo de 2.º hay una sala de tutorías sin timbre, sin señal de «ocupado» y sin forma de saber si se puede pasar. El departamento os da una batería de 6 V, un puñado de componentes y un multímetro, y os pide algo muy concreto: un circuito que funcione siempre igual. Tendréis que leer esquemas, calcular qué resistencia protege a un LED, medir con precisión y, para terminar, buscar la avería que otro equipo ha escondido en su montaje. Detectives de la electricidad en baja tensión: ¿seréis capaces de dimensionar, montar y reparar un circuito sin quemar ni un solo LED?

> *¿Cómo dimensionamos y montamos un circuito para que funcione de forma predecible?*

Vuestro reto

Diseñar, montar y probar un circuito de baja tensión (6 V) para la sala de tutorías con una función concreta, calculando sus componentes, midiendo con el multímetro y documentando una avería y su reparación para que otro equipo pueda entenderlo y mantenerlo.

Lo que vais a producir

Circuito funcional documentado.

Seguridad. Solo baja tensión: la batería de 4 pilas AA (6 V). Nunca se conecta nada a la red eléctrica ni se abren cargadores o fuentes de alimentación.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Leemos esquemas con símbolos normalizados y elegimos el reto del circuito.
2. Montamos o simulamos serie y paralelo y practicamos la ley de Ohm.
3. Medimos con el multímetro y comparamos con los cálculos.
4. Diseñamos el circuito: resistencias, potencia y esquema.
5. Montamos y probamos en protoboard o simulador.
6. Diagnosticamos la avería sembrada de otro equipo y la reparamos.
7. Documentamos el circuito y resolvemos un caso nuevo de forma individual.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Interpretar y dibujar esquemas eléctricos con simbología normalizada y distinguir circuitos en serie y en paralelo.
- ✓ Relacionar tensión, corriente y resistencia con la ley de Ohm y calcular potencia y autonomía en casos básicos, con unidades correctas.
- ✓ Calcular la resistencia limitadora de un LED y elegir el valor comercial de la serie E12 más adecuado.
- ✓ Medir tensión, corriente y continuidad con el multímetro de forma guiada y comparar las medidas con los cálculos.
- ✓ Montar el circuito de forma segura en protoboard o simulador, diagnosticar una avería y documentar la reparación.

¿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 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

Todo lo que necesitáis para dimensionar, montar y reparar el circuito: el encargo con tres retos, la tabla de símbolos normalizados, los esquemas serie y paralelo, el circuito del caso con el multímetro, los datos de los componentes, la hoja de fórmulas con ejemplos, el caso resuelto, la tabla de averías, el protocolo de montaje y un glosario.

F1 Encargo de la sala de tutorías: tres retos para circuitos de 6 V

TEXTO

Todos los circuitos se alimentan con una **batería de 4 pilas AA** (4 × 1,5 V = **6 V**). Está prohibido usar la red eléctrica. Cada equipo elige **un reto** y lo resuelve con los componentes de F5.

R1. Timbre de la sala (aviso). Al pulsar un pulsador suena un zumbador de 6 V. Opcional: un LED indica que el timbre está activo.

- El zumbador consume unos 25 mA a 6 V.
- Debe funcionar solo mientras se pulsa.

R2. Indicador libre / ocupado (control manual). Un conmutador enciende el LED verde («libre») o el LED rojo («ocupado»).

- Cada LED a unos 10 mA con su resistencia limitadora.
- Nunca están los dos encendidos a la vez.

R3. Luz de lectura con dos bombillas (luz). Dos bombillas de 6 V / 0,6 W y un interruptor.

- Comparar el montaje en serie y en paralelo: cuál alumbra más y cuál gasta menos.
- Elegir el montaje más adecuado para la función.

Para cada reto: escribe los requisitos con cifras, calcula las resistencias y la corriente, dibuja el esquema con símbolos normalizados, monta, mide con el multímetro, calcula la autonomía y prepara una avería para otro equipo.

Fuente: Encargo ficticio creado para este cuaderno por el departamento de Tecnología del IES Ribera del Tajuña (centro ficticio).

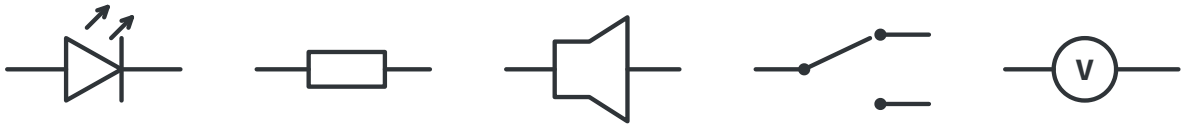
Elige un reto (R1, R2 o R3) y anota la función, la tensión, la corriente aproximada y un riesgo.

F2 Símbolos eléctricos normalizados (IEC 60617) de la unidad

ESQUEMA



Pila	Batería (4 pilas)	Interruptor	Pulsador (NA)	Lámpara
placa larga +, corta −	1,5 V × 4 = 6 V	abre o cierra	cierra mientras se pulsa	alumbra



LED	Resistencia	Zumbador	Conmutador	Voltímetro
ánodo (+) → cátodo (−)	limita la corriente	suena con 6 V	elige una de dos vías	se conecta en paralelo

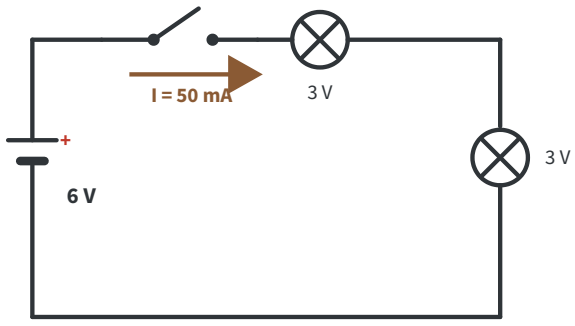
Reglas de lectura. La corriente sale del polo **positivo** (placa larga) y vuelve al **negativo**. El LED solo conduce en el sentido del triángulo (del ánodo al cátodo). El voltímetro se conecta **en paralelo** y el amperímetro **en serie**.

Fuente: Esquema de elaboración propia con símbolos de uso escolar según la norma IEC 60617; el símbolo del zumbador es una versión simplificada.

F3 Dos bombillas de 6 V / 0,6 W en serie y en paralelo

ESQUEMA

A. En serie

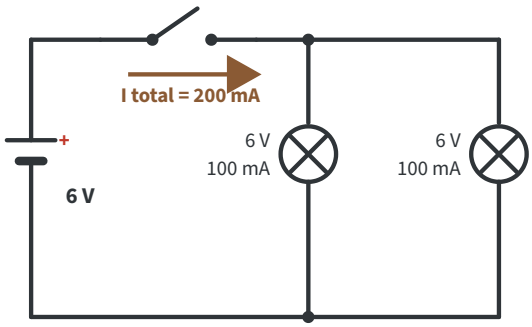


Rt = 60 + 60 = 120 Ω

I = 6 ÷ 120 = 0,05 A = 50 mA (la misma en todo el circuito)

Cada bombilla: 3 V y 0,15 W (luz débil)

B. En paralelo



Rt = 60 × 60 ÷ (60 + 60) = 30 Ω

I = 6 ÷ 30 = 0,2 A = 200 mA (se reparte en dos ramas)

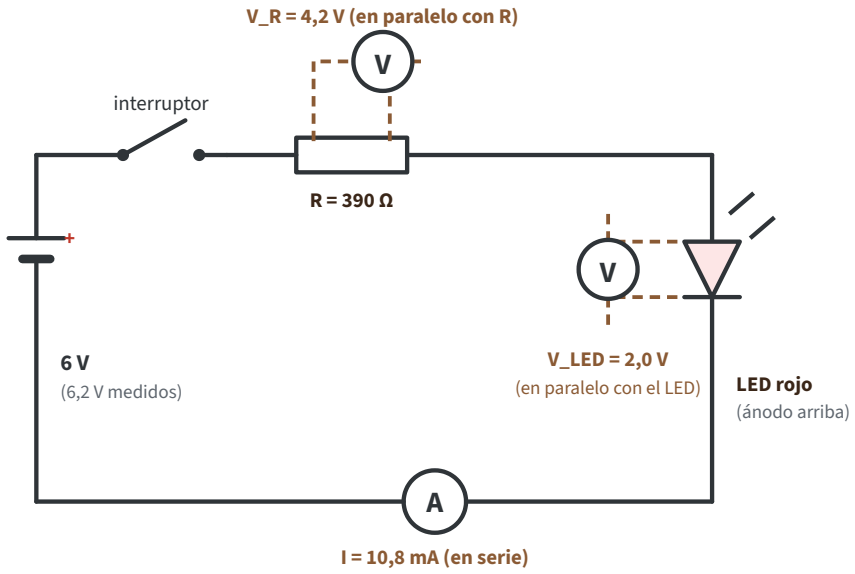
Cada bombilla: 6 V y 0,6 W (luz normal)

En serie la corriente es la misma en todos los componentes y las tensiones se reparten: si una bombilla se funde, **se apaga todo**. **En paralelo** la tensión es la misma en cada rama y las corrientes se suman: si una bombilla se funde, la otra **sigue luciendo**.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Cada bombilla tiene una resistencia de 60 Ω ($R = V^2 \div P = 36 \div 0{,}6$).

F4 Circuito del indicador (caso F7) con el multímetro conectado

ESQUEMA



Lectura del esquema

1. La corriente sale del polo +, pasa por el interruptor, la resistencia y el LED y vuelve al polo −.
2. Los voltímetros (V) van en paralelo.
3. El amperímetro (A) va en serie y se desconecta el circuito para colocarlo.

Comprobación: 4,2 V + 2,0 V = 6,2 V, la tensión de las pilas: **las tensiones de los componentes en serie suman la tensión de la fuente**. Con I = 10,8 mA, la resistencia da V = I · R = 0,0108 × 390 = 4,2 V.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Los tres instrumentos se dibujan a la vez solo para mostrar cómo se conectan; en la práctica se usa un multímetro y se mide una magnitud cada vez. Medidas del ejemplo con pilas nuevas (6,2 V).

F5 Componentes del equipo: valores y datos de trabajo

DATOS

Componente	Dato de trabajo	Para qué se usa	Nota
Pila AA alcalina	1,5 V; unos 2000 mAh (valor prudente)	Fuente de energía	4 pilas en serie: 6 V y 2000 mAh
LED rojo 5 mm	V directa ≈ 2,0 V; 10 mA (máx. 20 mA)	Indicador luminoso	Pata larga = ánodo (+); siempre con resistencia
LED verde 5 mm	V directa ≈ 2,1 V; 10 mA (máx. 20 mA)	Indicador luminoso	Misma regla de polaridad
Zumbador activo 6 V	6 V; unos 25 mA (0,15 W)	Aviso sonoro	Tiene polaridad: + al positivo
Bombilla 6 V / 0,6 W	100 mA a 6 V; R = 60 Ω	Iluminación	Se calienta: no tocar tras un rato encendida
Resistencias E12 (1/4 W)	220, 330, 390, 470 Ω y 1 kΩ (±5 %)	Limitar la corriente	Código de colores: 390 Ω = naranja, blanco, marrón
Pulsador (NA)	Contacto normalmente abierto	Cerrar mientras se pulsa	Timbre o aviso
Interruptor / conmutador	1 vía o 2 vías	Abrir/cerrar o elegir entre dos circuitos	El conmutador elige LED verde o rojo
Protoboard 400 puntos	Filas unidas por 5 en cada mitad	Montaje sin soldar	Las columnas laterales son raíles de alimentación

Valores comerciales E12. Las resistencias solo existen con ciertos valores: 100, 120, 150, 180, 220, 270, 330, 390, 470, 560, 680, 820 y 1000 Ω (y sus múltiplos de 10). Si el cálculo da otro valor, se elige el comercial más cercano y se **comprueba** la corriente real, que no debe superar los 20 mA en un LED.

Fuente: Tabla de elaboración propia con valores típicos de hojas de características de componentes de uso escolar (consultad siempre la hoja del vuestro; algunas fuentes dan 1,8 V para el LED rojo). Capacidad de una pila alcalina AA estándar: unos 2600 mAh con una carga de 75 Ω (hoja de características de un fabricante); se usan 2000 mAh por prudencia.

F6 Hoja de fórmulas con ejemplos resueltos

DATOS

Magnitud	Fórmula	Ejemplo resuelto
Ley de Ohm	V = I · R; I = V ÷ R; R = V ÷ I	6 V con 330 Ω: I = 6 ÷ 330 = 0,0182 A = 18,2 mA
Potencia	P = V · I	Zumbador: 6 V × 0,025 A = 0,15 W
Resistencias en serie	Rt = R1 + R2	1 kΩ + 2,2 kΩ = 3,2 kΩ; I = 6 ÷ 3200 = 1,875 mA
Resistencias en paralelo (dos)	Rt = R1 · R2 ÷ (R1 + R2)	1 kΩ y 2,2 kΩ: 1000 × 2200 ÷ 3200 = 687,5 Ω
Resistencia limitadora de un LED	R = (V fuente − V LED) ÷ I	Rojo: (6 − 2,0) ÷ 0,010 = 400 Ω → E12: 390 Ω; I = 4 ÷ 390 = 10,3 mA
Potencia en la resistencia	$P = I^2 \cdot R$	$0{,}01026^2 \times 390 = 0{,}041$ W (41 mW; con 1/4 W sobra)
Autonomía de la batería	t (h) = capacidad (mAh) ÷ corriente (mA)	2000 mAh ÷ 10,26 mA = 195 h ≈ 8,1 días
Energía de la batería	E (Wh) = V × capacidad (Ah)	6 V × 2 Ah = 12 Wh
Error relativo de una medida	(medido − calculado) ÷ calculado × 100	Medido 10,8 mA y calculado 10,26 mA: (10,8 − 10,26) ÷ 10,26 = 5,3 %
Tolerancia de una resistencia (±5 %)	R nominal × 0,95 hasta × 1,05	390 Ω: de 370,5 Ω a 409,5 Ω

Ojo con las unidades. 1 A = 1000 mA; 1 kΩ = 1000 Ω. Antes de multiplicar o dividir, pasa todo a las mismas unidades (V, A, Ω).

Fuente: Tabla de elaboración propia. Todos los cálculos están comprobados con Python.

F7 Caso resuelto: el indicador «ocupado» de la sala de tutorías

ESTUDIO DE CASO

El equipo de 2.º C eligió el reto R2 (indicador libre / ocupado) y diseñó primero el circuito del LED rojo («ocupado»), idéntico al del LED verde:

1. **Requisitos.** Alimentación de 6 V (4 pilas); LED rojo a unos 10 mA; con la corriente nunca por encima de 20 mA; gasto bajo.
2. **Esquema.** Pilas, interruptor, resistencia y LED en serie (F4).
3. **Cálculo de la resistencia.** R = (6 − 2,0) ÷ 0,010 = 400 Ω. No existe en la serie E12: se elige el más cercano, **390 Ω**.
4. **Comprobación.** I = (6 − 2,0) ÷ 390 = 0,01026 A = **10,26 mA**, menor de 20 mA: correcto.
5. **Potencia.** En la resistencia: $P = I^2 \cdot R = 0{,}01026^2 \times 390 = 0{,}041$ W = 41 mW, menos que los 250 mW de una resistencia de 1/4 W. Potencia total: 6 × 0,01026 = 0,0616 W.
6. **Autonomía.** 2000 mAh ÷ 10,26 mA = 195 h, unos 8 días encendido sin parar.
7. **Medidas reales** con pilas nuevas (6,2 V): V en la resistencia = 4,2 V; V en el LED = 2,0 V; I = 10,8 mA. Cálculo con 6,2 V: (6,2 − 2,0) ÷ 390 = 10,77 mA, que coincide con la medida. Comparado con el cálculo de 6 V (10,26 mA), el error relativo es del 5,3 %.
8. **Conmutador.** Un conmutador lleva la corriente al LED rojo o al verde, de modo que nunca lucen a la vez.
9. **Avería sembrada.** El equipo invirtió el LED. Síntoma: no luce; medidas: V pila = 6,2 V, V en R = 0 V, V en LED = 6,2 V. Causa: el LED está al revés (no conduce). Reparación: girar el LED. Comprobación: luce con I = 10,8 mA.

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno. Datos de los componentes de F5 y cálculos comprobados con Python.

¿Por qué se elige 390 Ω y no 400 Ω? ¿Qué medida demuestra que el LED estaba al revés?

F8 Tabla de diagnóstico de averías del circuito del LED

DATOS

Síntoma	Medidas	Causa probable	Reparación y comprobación
El LED no luce	V pila = 6,2 V; V en R = 0 V; V en LED = 6,2 V	LED al revés: el cátodo está hacia el positivo	Girar el LED; debe medirse I ≈ 10 mA
El LED no luce	V pila = 0 V (o muy baja)	Pilas agotadas o contacto del portapilas roto	Cambiar las pilas o limpiar y apretar los contactos
El LED no luce	V en el interruptor cerrado = 6,2 V	Interruptor o cable abierto (contacto sin continuidad)	Medir continuidad y cambiar el cable o el interruptor
El LED luce muy débil	I = 0,04 mA; R medida = 100 kΩ	Resistencia equivocada (100 kΩ en lugar de 390 Ω)	Poner 390 Ω (naranja, blanco, marrón) y medir I
El LED y la resistencia se calientan	I > 40 mA	Resistencia demasiado pequeña o cortocircuito	Desconectar al instante; revisar el valor de R
La luz parpadea	V varía al mover los cables	Mal contacto en la protoboard o en un cable	Apretar o cambiar el cable y comprobar la continuidad

Método de diagnóstico: 1) observar el síntoma; 2) **desconectar** y revisar el montaje a la vista; 3) medir tensiones, continuidad y, si hace falta, corriente; 4) deducir la causa; 5) reparar; 6) comprobar que funciona y anotar la medida.

Fuente: Tabla de elaboración propia con medidas de ejemplo para una pila de 6,2 V, una resistencia de 390 Ω y un LED rojo.

F9 Protocolo de montaje y medida con multímetro en baja tensión

PROTOCOLO

Material y herramientas: portapilas con 4 pilas AA (6 V), protoboard, cables puente, componentes de F5, multímetro con puntas, rotuladores y esquema del circuito.

Equipo de protección y riesgos: solo baja tensión (6 V); riesgos de cortocircuito (calentamiento de cables y pilas) y de LED quemado si falta la resistencia. Nada de red eléctrica ni de abrir cargadores. Si algo se calienta, desconecta de inmediato.

Procedimiento:

1. Dibuja y comprueba el esquema con símbolos normalizados y calcula las resistencias antes de montar.
2. Con la batería **desconectada**, monta el circuito siguiendo el esquema: componentes en la protoboard y cables de colores (rojo al positivo, negro al negativo).
3. Comprueba la polaridad del LED (pata larga al positivo) y del zumbador, y que la resistencia está en serie con el LED.
4. Pide al docente que revise el montaje. Conecta la batería y prueba el circuito.
5. **Medir tensión (V):** rueda en la escala de 20 V de continua; las puntas en paralelo con el componente (rojo al lado positivo).
6. **Medir corriente (mA):** desconecta, abre el circuito, coloca el multímetro **en serie** en la escala de 200 mA y vuelve a conectar. Nunca pongas el amperímetro en paralelo con la pila.
7. **Medir continuidad (señal sonora):** con el circuito **desconectado**, toca los extremos del cable o del interruptor: si suena, hay continuidad.
8. Anota cada medida con su unidad, calcula el error relativo respecto al cálculo y desconecta la batería.

Cierre y residuos: desconecta las pilas, guarda los componentes limpios, devuelve el multímetro apagado y deposita las pilas gastadas en el contenedor de recogida de pilas.

Resultado esperable: circuito que funciona a la primera con una corriente en el LED de 9 a 12 mA y medidas con un error menor del 10 % respecto al cálculo.

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

F10 Glosario de electricidad básica

GLOSARIO

Tensión (V)	Diferencia de energía eléctrica entre dos puntos; la que da la pila. Se mide en voltios (V).
Intensidad o corriente (I)	Cantidad de carga que pasa por un punto cada segundo. Se mide en amperios (A) o miliamperios (mA).
Resistencia (R)	Oposición de un componente al paso de la corriente. Se mide en ohmios (Ω).
Ley de Ohm	Relación entre tensión, corriente y resistencia: V = I · R.
Potencia (P)	Energía que consume o produce un componente por segundo: P = V · I. Se mide en vatios (W).
Circuito en serie	Los componentes se conectan uno tras otro: pasa la misma corriente por todos.
Circuito en paralelo	Los componentes se conectan en ramas: todos tienen la misma tensión.
LED	Diodo emisor de luz: solo conduce en un sentido y necesita una resistencia limitadora.
Cortocircuito	Unión directa entre dos puntos de distinta tensión sin resistencia: corriente muy alta y calentamiento peligroso.
Multímetro	Instrumento que mide tensión, corriente, resistencia y continuidad.
Continuidad	Propiedad de un camino por el que puede pasar la corriente sin interrupciones.
Serie E12	Valores comerciales de las resistencias: 10, 12, 15, 18, 22, 27, 33, 39, 47, 56, 68, 82 (y sus múltiplos de 10).
Autonomía	Tiempo que puede funcionar un circuito con una batería: capacidad (mAh) ÷ corriente (mA).

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 4 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

FICHA 1 Leemos esquemas y elegimos el reto

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usad los símbolos (F2), el circuito del caso (F4), los componentes (F5) y el encargo (F1).

1 Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.

¿Qué componente limita la corriente que atraviesa un LED?

◯ la pila ◯ el interruptor ◯ la resistencia

Un voltímetro se conecta…

◯ directamente a la red ◯ en serie con el componente ◯ en paralelo con el componente

Dos bombillas iguales en serie, comparadas con una sola…

◯ lucen menos ◯ lucen igual ◯ lucen más

La corriente en un circuito sale…

◯ del interruptor ◯ del polo positivo de la pila ◯ del polo negativo de la pila

2 Relaciona cada componente con su función (F2 y F5).

1	Resistencia	a	Emite un sonido de aviso
2	LED	b	Emite luz y solo conduce en un sentido
3	Pulsador	c	Elige entre dos caminos para la corriente
4	Conmutador	d	Limita la corriente que pasa por un LED
5	Zumbador	e	Cierra el circuito solo mientras se pulsa

3 Lee el esquema de F4 y completa: componente, función y si está en serie o en paralelo con el LED.

Componente	Función	¿Serie o paralelo con el LED?
Interruptor		
Resistencia de 390 Ω		
Voltímetro V_LED		

4 **Elegid un reto de F1 (R1, R2 o R3) y escribid cuatro requisitos con cifras (tensión, corriente, función y seguridad).**

N.º	Requisito (con cifra)	¿Cómo lo comprobaremos?
1		
2		
3		
4		

FICHA 2 Serie, paralelo y ley de Ohm

SESIÓN 2

Usa los esquemas de F3, la hoja de fórmulas (F6) y los componentes (F5). Escribe siempre la unidad.

1 **Una resistencia de 1 kΩ y otra de 2,2 kΩ se conectan a 6 V. Calcula la resistencia total, la corriente que sale de la batería y la tensión en cada resistencia cuando están en serie, y la resistencia total cuando están en paralelo.**

2 **Completa para las dos bombillas de 6 V / 0,6 W (R = 60 Ω cada una) conectadas a 6 V.**

Montaje	Rt (Ω)	I total (mA)	V en cada bombilla (V)	¿Luz normal o débil?
En serie				
En paralelo				

3 **Si una de las dos bombillas se funde, ¿qué pasa con la otra en cada montaje? Dibuja los dos esquemas con símbolos normalizados.**

4 **Autonomía. Con una batería de 2000 mAh, calcula cuántas horas funcionan las dos bombillas en serie y en paralelo, y qué montaje conviene para una luz de lectura.**

FICHA 3 Medimos con el multímetro

SESIÓN 3

Sigue los pasos del protocolo (F9). Compara siempre lo medido con lo calculado.

1 **Completa los pasos con las palabras: paralelo, serie, desconectado, 200 mA.**

Para medir tensión conecto el multímetro en _____ con el componente.

Para medir corriente abro el circuito y conecto el multímetro en _____, en la escala de _____.

Para medir continuidad el circuito debe estar _____.

2 **Con los datos del caso (F7), calcula la corriente con 6,2 V y compárala con la medida (10,8 mA) y con el cálculo de 6 V (10,26 mA). Calcula el error relativo.**

Magnitud	Calculado (V = 6 V)	Calculado (V = 6,2 V)	Medido	Error relativo (%)
Corriente I (mA)	10,26		10,8	
V en R (V)	4,0		4,2	

3 **Una resistencia de 390 Ω (±5 %) se mide con el ohmímetro: 402 Ω. ¿Está dentro de la tolerancia? Calcula los límites.**

4 **Lista de seguridad. Leed F9 y marcad cada norma cuando todo el equipo la haya entendido.**

- ☐ Solo usamos la batería de 6 V; nunca la red eléctrica.
- ☐ Desconectamos la batería antes de cambiar el circuito.
- ☐ Medimos tensión en paralelo y corriente en serie.
- ☐ Escogemos la escala adecuada del multímetro antes de medir.
- ☐ El LED siempre lleva su resistencia limitadora.
- ☐ Si algo se calienta, desconectamos de inmediato.

FICHA 4 Diseñamos el circuito

SESIÓN 4

Aplica lo aprendido al reto elegido. Usa F5 (componentes), F6 (fórmulas) y el caso resuelto (F7).

1 **Calcula la resistencia limitadora (R = (V fuente − V LED) ÷ I), elige el valor E12 más cercano y calcula la corriente real.**

LED	V fuente (V)	V LED (V)	I deseada (mA)	R calculada (Ω)	R E12 (Ω)	I real (mA)
Rojo	6	2,0	10			
Verde	6	2,1	10			
Rojo	4,5	2,0	10			

2 **Diseño de vuestro circuito. Completad la tabla con vuestros valores.**

Apartado	Nuestro diseño
Función y reto elegido	
Componentes y valores (R en Ω, V en V)	
Corriente total (mA) y potencia total (W)	
Autonomía con 2000 mAh (h)	
Riesgo y medida de seguridad	

3 **Dibuja el esquema con símbolos normalizados y los valores de los componentes.**

4 **Lista de componentes y comprobación.**

Componente	Cantidad	Valor	Comprobado (✓)

FICHA 5 Montamos y probamos

SESIÓN 5

Montad el circuito siguiendo el protocolo de F9, con la batería desconectada, y pedid la revisión del docente antes de conectar.

1 **Comparad lo calculado con lo medido en vuestro circuito.**

Punto de medida	Calculado	Medido	Error relativo (%)

2 **Calcula el error relativo de una medida: esperado 10,3 mA y medido 9,8 mA. ¿Es menor del 10 %?**

3 **Registro de incidencias del montaje: anotad cada problema y cómo lo resolvisteis.**

Hora	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 las normas de seguridad eléctrica.	○	○	○	○
Hemos medido con cuidado y anotado las unidades.	○	○	○	○
Hemos repartido las tareas y los roles.	○	○	○	○

FICHA 6 Diagnóstico cruzado: avería sembrada

SESIÓN 6

Usad la tabla de averías (F8) y el método de diagnóstico. Primero practicad con los tres casos y después diagnosticad el circuito de otro equipo.

1 **Diagnostica cada caso con la tabla F8: escribe la causa probable y la reparación.**

Síntoma y medidas	Causa probable	Reparación
A. El LED no luce; V pila = 6,2 V; V en R = 0 V; V en LED = 6,2 V		
B. El LED no luce; V pila = 0 V		
C. El LED luce muy débil; I = 0,04 mA; R medida = 100 kΩ		

2 **En el caso C, la resistencia correcta es de 390 Ω y la montada de 100 kΩ. Calcula la corriente con 100 kΩ y 6,2 V (con V LED = 2,0 V) y compárala con la correcta.**

3 **Diagnóstico del circuito de otro equipo: anotad el síntoma, las medidas, la causa y la reparación comprobada.**

Equipo evaluado	Síntoma	Medidas realizadas	Causa y reparación

4 **El fallo más útil: ¿qué avería os ha enseñado más y qué haréis para evitarla en vuestro dossier?**

FICHA 7 Evidencia individual: indicador de «sala llena»

SESIÓN 7

Trabajo individual. La biblioteca quiere un indicador con un LED amarillo (V = 2,1 V; 10 mA) alimentado por una pila de 9 V. Usa F5, F6 y el método de F8.

1 **Dibuja el esquema con símbolos normalizados (pila de 9 V, interruptor, resistencia y LED) y señala la polaridad del LED.**

2 **Calcula la resistencia limitadora, elige el valor E12 y calcula la corriente real y la potencia disipada en la resistencia. ¿Basta una resistencia de 1/4 W (250 mW)?**

3 **Si la pila de 9 V tiene unos 500 mAh, ¿cuántas horas puede estar encendido el LED?**

4 **Al montarlo, el LED no luce. Mides: V pila = 9 V; V en la resistencia = 0 V; V en el LED = 9 V. ¿Cuál es la avería y cómo la reparas?**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 4 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

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

Dossier técnico del circuito. Completadlo en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la presentación final.

Función y requisitos

Reto elegido, tensión, corriente y requisitos con cifras.

Componentes y valores

Lista con valor, cantidad y valor E12.

Esquema con simbología normalizada

Circuito dibujado con símbolos y valores de los componentes.

Cálculos

Resistencias, corriente, potencia y autonomía con unidades.

Medidas con el multímetro

Calculado frente a medido y error relativo.

Avería y reparación

Síntoma, medidas, causa, reparación y comprobación.

Explicación del funcionamiento

Cómo funciona el circuito paso a paso.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 4 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Circuito funcional documentado**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El circuito cumple la función del reto con la tensión de 6 V y la corriente prevista.
- [ ] El esquema está dibujado con simbología normalizada y la polaridad del LED es correcta.
- [ ] La resistencia limitadora está calculada con la ley de Ohm y se ha elegido un valor E12 comprobando la corriente.
- [ ] Se han calculado la potencia y la autonomía con unidades correctas.
- [ ] Hay medidas de tensión y corriente con el multímetro y se han comparado con los cálculos (error relativo).
- [ ] Los componentes se han montado con la batería desconectada y el LED siempre con resistencia.
- [ ] Hay una avería diagnosticada con síntoma, medidas, causa y reparación comprobada.
- [ ] La documentación permite que otro equipo monte el circuito (lista de componentes, valores y esquema).
- [ ] Se respetan las normas de baja tensión, no se usa la red eléctrica y las pilas gastadas se reciclan.

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 · Circuitos con propósito

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Circuito funcional documentado**. 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	Convierte la función en requisitos con cifras, calcula las resistencias con la ley de Ohm y elige valores E12 con comprobación de corriente y potencia, justificando frente a otra opción.	Calcula las resistencias y elige valores comerciales con una justificación suficiente.	El diseño funciona pero los cálculos tienen errores o la elección de componentes no está justificada.	No relaciona el circuito con una función ni con cálculos.	
Funcionamiento / evidencia	El circuito funciona según lo previsto; las medidas de tensión y corriente se comparan con los cálculos con error relativo menor del 10 % y se explican las diferencias.	El circuito funciona y se aportan medidas con una comparación con los cálculos.	Funciona de forma intermitente o las medidas son incompletas.	El circuito no funciona o no hay medidas.	
Documentación técnica	Esquema con simbología normalizada, tabla de componentes y valores, medidas con unidades y descripción clara de la avería y de la reparación; otro equipo podría reproducirlo.	Documentación suficiente, con algún símbolo, valor o unidad sin indicar.	Faltan el esquema, los valores o las medidas y cuesta seguir el montaje.	Documentación insuficiente para entender el circuito.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja siempre en baja tensión, desconecta antes de modificar, usa resistencia en el LED, recicla las pilas y reutiliza componentes sin desperdicio.	Cumple las normas de seguridad y cuida los componentes.	Necesita recordatorios de seguridad o desperdicia componentes.	Incumple normas de seguridad eléctrica.	
Iteración y cooperación	Aplica un método de diagnóstico (síntoma, medida, causa, reparación y comprobación) y repara con éxito la avería de otro equipo; roles rotados y decisiones tomadas en equipo.	Diagnostica y repara con ayuda mínima y coopera adecuadamente.	El diagnóstico es parcial o la cooperación es irregular.	No diagnostica o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 4 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular la resistencia limitadora de un LED y elegir un valor E12.	○	○	○	○
Sé medir tensión y corriente con el multímetro y diagnosticar una avería con las medidas.	○	○	○	○
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 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

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

Aquí tienes un circuito modelo ya diseñado y una tabla de componentes parcialmente completa para montar y medir un indicador LED verde.

Circuito modelo

Indicador de «libre»: batería de 6 V, interruptor, resistencia de 390 Ω y LED verde (V = 2,1 V), todo en serie.

- Corriente: I = (6 − 2,1) ÷ 390 = 0,010 A = 10 mA.
- Potencia en la resistencia: $P = I^2 \cdot R = 0{,}010^2 \times 390 = 0{,}039$ W.
- Autonomía: 2000 mAh ÷ 10 mA = 200 h.

Tabla de componentes y pasos

- Batería de 4 pilas AA (6 V), 1 interruptor, 1 resistencia de 390 Ω (naranja, blanco, marrón), 1 LED verde de 5 mm, cables y protoboard.

1. Con la batería desconectada, monta: pila (+) → interruptor → resistencia → LED (pata larga hacia la resistencia) → pila (−).
2. Revisa con el docente y conecta.
3. Mide la tensión en la resistencia y en el LED.

1 **Completa la tabla de componentes con la función de cada uno.**

Componente	Valor	Función
Batería	6 V	
Resistencia	390 Ω	
LED verde	2,1 V; 10 mA	
Interruptor	—	

2 **Dibuja el esquema del circuito modelo con los símbolos normalizados y los valores.**

3 **Compara los valores calculados con los medidos en tu montaje.**

Magnitud	Calculado	Medido	Error relativo (%)
I (mA)	10		
V en la resistencia (V)	3,9		
V en el LED (V)	2,1		

ANEXO 9

Ampliación

SdA 4 · Circuitos con propósito

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Dos configuraciones: comparar consumo y función

Quieres una luz con dos LED rojos (V = 2,0 V; 10 mA cada uno) alimentada con la batería de 6 V. Diseña **dos configuraciones** y compara su consumo y su comportamiento ante una avería. **Configuración A:** los dos LED en serie con una sola resistencia. **Configuración B:** los dos LED en paralelo, cada uno con su resistencia.

Pasos

1. Calcula la resistencia de A con (6 − 2 × 2,0) ÷ 0,010 y elige el valor E12 de 220 Ω (corriente real menor de 10 mA); calcula la corriente real.
2. Calcula la resistencia de B para cada LED (390 Ω) y la corriente total de la batería.
3. Calcula la autonomía con 2000 mAh en A y en B y cuántas veces dura más la configuración A.
4. Explica qué ocurre en cada configuración si un LED se funde (se abre el circuito) y cuál elegirías para una luz de seguridad que no puede apagarse del todo.

1 **Tabla comparativa.**

Aspecto	A: LED en serie	B: LED en paralelo
R usada (Ω)		
Corriente de la batería (mA)		
Autonomía con 2000 mAh (h)		
Si un LED se funde		

Entrega

Ficha con los dos esquemas dibujados con símbolos normalizados, la tabla comparativa y una recomendación justificada.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 4 · Circuitos con propósito

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: la resistencia; en paralelo con el componente; lucen menos; del polo positivo de la pila.
2. Resistencia → limita la corriente que pasa por un LED; LED → emite luz y solo conduce en un sentido; pulsador → cierra el circuito solo mientras se pulsa; conmutador → elige entre dos caminos para la corriente; zumbador → emite un sonido de aviso. (El orden de la columna derecha puede cambiar: corregir por el contenido.)
3. Interruptor: abre o cierra el circuito; en serie. Resistencia de 390 Ω: limita la corriente del LED; en serie. Voltímetro V_LED: mide la tensión del LED; en paralelo.
4. Ejemplo para R2: 1) alimentación de 6 V (se mide con el multímetro); 2) corriente de cada LED entre 9 y 12 mA (se mide en serie); 3) nunca lucen los dos a la vez (se prueba con el conmutador); 4) sin cortocircuitos y LED siempre con resistencia (revisión del docente). Valorar cifras y forma de comprobación.

Ficha 2

1. Serie: Rt = 1000 + 2200 = 3200 Ω; I = 6 ÷ 3200 = 1,875 mA; V1 = 1,875 mA × 1 kΩ = 1,875 V; V2 = 1,875 mA × 2,2 kΩ = 4,125 V (suman 6 V). Paralelo: Rt = 1000 × 2200 ÷ 3200 = 687,5 Ω.
2. En serie: Rt = 120 Ω; I = 50 mA; 3 V en cada bombilla; luz débil. En paralelo: Rt = 30 Ω; I = 200 mA; 6 V en cada bombilla; luz normal.
3. En serie, si una se funde, se apaga la otra (el circuito queda abierto). En paralelo, la otra sigue luciendo. Esquemas: ver F3.
4. Serie: 2000 ÷ 50 = 40 h. Paralelo: 2000 ÷ 200 = 10 h. Para una luz de lectura conviene el paralelo (luz normal y la otra sigue si una falla) aunque gaste más; el serie dura más pero da luz débil.

Ficha 3

1. paralelo; serie y 200 mA; desconectado.
2. I con 6,2 V = (6,2 − 2,0) ÷ 390 = 10,77 mA. Error relativo con el cálculo de 6,2 V: (10,8 − 10,77) ÷ 10,77 = 0,3 %. Con el cálculo de 6 V: (10,8 − 10,26) ÷ 10,26 = 5,3 %. V en R: con 6 V es 4,0 V; con 6,2 V es 4,2 V (error 0 %); respecto a 4,0 V el error es 5 %.
3. Límites: 390 × 0,95 = 370,5 Ω y 390 × 1,05 = 409,5 Ω. Como 402 Ω está entre 370,5 y 409,5, está dentro de la tolerancia.
4. Lista de seguridad: todas las casillas marcadas antes de montar.

Ficha 4

1. Rojo (6 V): 400 Ω → 390 Ω; I = 4 ÷ 390 = 10,26 mA. Verde (6 V): (6 − 2,1) ÷ 0,010 = 390 Ω → 390 Ω; I = 10,0 mA. Rojo (4,5 V): (4,5 − 2,0) ÷ 0,010 = 250 Ω → 270 Ω; I = 2,5 ÷ 270 = 9,26 mA.
2. Tabla abierta; valorar que la corriente real sea menor de 20 mA, que la autonomía esté bien calculada (capacidad ÷ corriente) y que el riesgo sea concreto.
3. Esquema: símbolos normalizados, polaridad del LED, resistencia en serie y valores. Ver F2, F3 y F4.
4. Lista abierta; comprobar que cada componente tiene valor y cantidad.

Ficha 5

1. Tabla abierta; valorar que cada medida tenga unidad, que el error relativo esté bien calculado y que se interpreten las diferencias (pilas nuevas dan más de 6 V; tolerancia de resistencias).
2. Error relativo = (9,8 − 10,3) ÷ 10,3 × 100 = −4,9 %, es decir, una diferencia del 4,9 %, menor del 10 %.
3. Incidencias habituales: LED al revés, cable mal pinchado en la protoboard, pila floja. Valorar causa y solución.
4. Autoevaluación del equipo: abierta.

Ficha 6

1. A: LED al revés; girarlo. B: pilas agotadas o contacto roto; cambiar las pilas o apretar los contactos. C: resistencia equivocada (100 kΩ); poner 390 Ω.
2. I = (6,2 − 2,0) ÷ 100 000 = 0,000042 A = 0,042 mA (unos 0,04 mA), frente a 10,8 mA con 390 Ω: la corriente es unas 257 veces menor (10,8 ÷ 0,042), por eso casi no luce.
3. Tabla abierta; valorar que haya medidas concretas y una causa deducida de ellas, y que la reparación se compruebe con una nueva medida.
4. Respuesta abierta; valorar una avería concreta y una medida preventiva (por ejemplo, comprobar la polaridad antes de conectar).

Ficha 7

1. Esquema: pila de 9 V (+) → interruptor → resistencia → LED amarillo (ánodo hacia la resistencia, cátodo al negativo) → pila (−).
2. R = (9 − 2,1) ÷ 0,010 = 690 Ω → E12: 680 Ω. I = 6,9 ÷ 680 = 10,15 mA. $P = I^2 \cdot R = 0{,}01015^2 \times 680 = 0{,}070$ W = 70 mW, menor que 250 mW: basta una resistencia de 1/4 W.
3. Autonomía = 500 mAh ÷ 10,15 mA = 49,3 h (unas 49 h, algo más de 2 días).
4. V en la resistencia = 0 V y V en el LED = 9 V: no hay corriente. Avería: LED al revés. Reparación: girarlo y comprobar que I ≈ 10 mA.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Batería: fuente de energía (6 V); resistencia: limita la corriente del LED; LED verde: emite luz; interruptor: abre o cierra el circuito.
2. Esquema: pila, interruptor, resistencia de 390 Ω y LED verde en serie, con polaridad indicada.
3. Calculados: I = 10 mA; V en R = 6 − 2,1 = 3,9 V; V en LED = 2,1 V. Medidos: según el montaje; error relativo = (medido − calculado) ÷ calculado × 100.

Ampliación (Anexo 9)

1. A: (6 − 4,0) ÷ 0,010 = 200 Ω → se elige 220 Ω; I = 2 ÷ 220 = 9,09 mA. B: 390 Ω para cada LED; I por rama = 4 ÷ 390 = 10,26 mA; I total = 20,5 mA.
2. Autonomía A: 2000 ÷ 9,09 = 220 h. Autonomía B: 2000 ÷ 20,5 = 97,5 h. A dura 220 ÷ 97,5 = 2,26 veces más (aproximadamente el doble).
3. En A, si un LED se funde, el circuito se abre y se apagan los dos. En B, el otro LED sigue luciendo. Para una luz de seguridad conviene B (más fiable). Aceptar otras recomendaciones justificadas.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Preparación: solo 6 V y revisión del docente antes de conectar; un multímetro por pareja de equipos; una avería sembrada por equipo (sesión 6) y repuestos de 390 Ω y LED.

Errores frecuentes

- Poner el LED sin resistencia, o con la polaridad invertida.
- Calcular la resistencia sin restar la tensión del LED: R = 6 ÷ 0,010 en lugar de (6 − 2,0) ÷ 0,010.
- Mezclar unidades: usar mA en la fórmula de Ohm sin pasarlos a A, o kΩ sin pasarlos a Ω.
- Conectar el amperímetro en paralelo (cortocircuito).
- No desconectar la batería antes de cambiar el montaje o de medir continuidad.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar cualquier reto si esquema, cálculos y medidas son coherentes y seguros.
- Admitir otros valores E12 si la corriente real queda entre 5 y 20 mA.
- Valorar más el diagnóstico y la seguridad que el acabado del montaje.
- Ficha 7: aceptar 680 Ω o 560 Ω (12,3 mA) si se justifica.

05

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Del papel al CAD

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo pasamos de una idea tridimensional a un archivo que pueda fabricarse?

CURSO 2.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE2, CE4, CE6	**PRODUCTO FINAL** Modelo CAD 3D y plano acotado	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 2.1, 4.1, 6.2

Contexto, reto y producto

La biblioteca del IES Valle del Jarama (centro ficticio) tiene los libros de bolsillo apilados y caídos en los estantes. La coordinadora de biblioteca propone fabricar **sujetalibros** con la impresora 3D del centro, pero antes quiere un **archivo CAD 3D y un plano acotado** que cualquier persona pueda leer, comprobar y, si procede, mandar a imprimir. Los equipos de 2.º recibirán un encargo con requisitos dimensionales (altura de los libros, espacio en el estante, tamaño de la cama de la impresora, masa y coste máximos) y diseñarán su propia pieza.

Esta situación de aprendizaje trata de **pasar de la idea al archivo fabricable**. El alumnado lee planos y detecta errores, practica la **acotación**, las **vistas** (alzado, planta y perfil) y las **escalas normalizadas**, modela en un **CAD educativo** con operaciones básicas (boceto, extrusión, corte), calcula **volumen, masa, coste y piezas por tanda de impresión**, revisa el trabajo de otro equipo y documenta las **versiones** del diseño. El producto final es un modelo CAD 3D con su plano acotado y una ficha de fabricación: la impresión, si se hace, la opera siempre el profesorado.

Reto

Diseñar, modelar en CAD y acotar una pieza útil para la biblioteca, comprobando sus dimensiones, masa y tolerancias, y entregar un archivo y un plano que otro equipo pueda entender, revisar y fabricar.

Producto final

Modelo CAD 3D y plano acotado.

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.
- **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)

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.

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.

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.

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.
B4	Herramientas digitales para la elaboración, publicación y difusión de documentación técnica e información multimedia relativa a proyectos.
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.

Concreción didáctica en esta situación

- Técnicas de representación gráfica (B2): vistas de una pieza en el sistema europeo (alzado, planta y perfil izquierdo), acotación (líneas auxiliares y de cota, cifras en mm) y escalas normalizadas (1:1, 1:2, 1:5, 1:10, 2:1, 5:1).
- Aplicaciones CAD en 2D y 3D (B3): boceto con cotas, extrusión, vaciado y corte, redondeos y exportación a un formato de malla (STL).
- Documentación técnica y comunicación digital (B4): plano con cajetín, tabla de versiones, nombres de archivo y licencia de uso.
- Introducción a la fabricación digital (A8): impresión 3D por deposición, espesor mínimo de pared, tolerancias, orientación en la cama, masa, coste y tiempo; normas de seguridad (opera el profesorado).
- Cálculos con volúmenes de prismas y cilindros, densidad ($m = d \cdot V$), proporcionalidad y escalas.

Objetivos didácticos

- ✓ Aplicar escalas normalizadas y acotar vistas con unidades, cotas completas y sin repeticiones.
- ✓ Interpretar vistas (alzado, planta y perfil) y cotas de un plano, y detectar errores en un plano defectuoso.
- ✓ Crear geometrías 2D y 3D sencillas en un programa de CAD educativo con operaciones de boceto, extrusión y corte.
- ✓ Preparar un archivo para una hipotética fabricación digital: unidades, orientación, espesores mínimos, tolerancias y cálculo de masa y coste.
- ✓ Documentar las versiones del diseño y revisar el trabajo de otro equipo con requisitos dimensionales.

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

Leemos planos y detectamos errores

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, términos de dibujo relacionados, cinco errores del plano F5 con su corrección y escala del cajetín.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Practicamos acotación y vistas

Evidencia: Ficha 2: alzado, planta y perfil acotados de una pieza en L, y cálculos con escalas normalizadas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Modelado CAD guiado

Evidencia: Ficha 3: orden de las operaciones CAD, volumen y masa de la pieza guiada y buenas prácticas de modelado.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Diseñamos una pieza útil

Evidencia: Ficha 4: requisitos dimensionales, croquis acotado, volumen, masa, coste y piezas por tanda de la pieza del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Revisión entre pares con requisitos dimensionales

Evidencia: Ficha 5: revisión del plano de otro equipo, tolerancias de un encaje y comprobación de escalas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Iteración y exportación

Evidencia: Ficha 6: registro de versiones, nombre del archivo, lista de comprobación antes de exportar y consumo de filamento.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación técnica del archivo y plan de fabricación; evidencia individual

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: tres vistas a escala 1:2, volumen, masa, piezas por tanda y corrección de cotas de una pieza nueva.

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 de la pieza a partir de requisitos dimensionales con cifras, alternativas o versiones, decisiones justificadas y criterios de material y sostenibilidad (masa, relleno y desperdicio).	Fichas 4, 5 y 6 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
4.1	Plano acotado con vistas, escala, unidades y cajetín, y documentación del proceso (versiones, cálculos y justificación) con vocabulario técnico adecuado.	Fichas 1, 2 y 7, plano y plantilla (Anexo 4) / rúbrica y lista de cotejo
6.2	Uso configurado del CAD y de las herramientas de documentación: unidades en mm, nombres de archivo con versión, exportación correcta y respeto de la autoría y la licencia.	Fichas 3 y 6 y archivo CAD / observación y lista de cotejo

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Convierte la necesidad en requisitos dimensionales con cifras, compara al menos dos versiones o alternativas y justifica la elección con medidas y cálculos.	Define requisitos y diseña una pieza adecuada con una justificación suficiente.	El diseño cumple parte de los requisitos o la justificación es débil.	No relaciona la pieza con una necesidad ni con requisitos.
Funcionamiento / evidencia	El modelo CAD cumple todas las medidas del plano; volumen, masa y piezas por tanda están bien calculados y se comprueban las tolerancias del encaje.	El modelo cumple las medidas principales y los cálculos son correctos con algún fallo leve.	El modelo difiere en medidas del plano o hay cálculos incompletos.	No hay modelo CAD o no se corresponde con el plano.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Documentación técnica	Plano con las tres vistas, cotas completas sin repeticiones, escala normalizada coherente, unidades y cajetín; versiones documentadas y reproducible por otro equipo.	Plano correcto con algún defecto menor de acotación o de escala.	Faltan cotas, vistas o la escala no coincide con el dibujo.	El plano no permite fabricar la pieza.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta la ergonomía y las normas de la impresora, optimiza masa y relleno para gastar menos material y cita la autoría y la licencia de cualquier modelo ajeno.	Cumple las normas y considera el material usado.	Necesita recordatorios o no considera el consumo de material.	Incumple normas de seguridad o copia modelos sin citar.
Iteración y cooperación	Mejora el diseño con la revisión de otro equipo, registra versiones con el motivo del cambio y reparte roles de forma equilibrada.	Revisa el trabajo y coopera adecuadamente.	La revisión es limitada o la cooperación es irregular.	No revisa el diseño ni colabora.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Ordenadores con un CAD educativo (por ejemplo, Tinkercad o FreeCAD; los nombres de los menús cambian de un programa a otro) y la cuenta o carpeta de equipo del centro.
- Papel milimetrado o cuadriculado A4, regla, escuadra, cartabón, lápiz y goma para los bocetos y planos a mano.
- Calibre o pie de rey y varios objetos pequeños (un sujetalibros, un clip, una escuadra de plástico) para medir y acotar.
- Plantillas de los Anexos 3 y 4; impresora 3D del centro (solo la maneja el profesorado) o, si no hay, el cálculo y la captura del archivo como producto final.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Ergonomía digital: pausas cada 25-30 minutos, pantalla a la altura de los ojos y espalda apoyada. Si se imprime, la impresora la maneja el profesorado siguiendo las normas del fabricante: la boquilla y la cama están calientes (hasta unos 60 °C la cama y 200 °C la boquilla con PLA), no se tocan durante la impresión y se retiran las piezas cuando estén frías. Las piezas se limpian de rebabas con cuidado y el material sobrante va al contenedor correspondiente. El alumnado guarda los archivos en la carpeta del equipo y no comparte datos personales.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (volúmenes de prismas y cilindros, proporcionalidad, escalas y redondeos) y Educación Plástica y Visual (vistas, perspectiva y representación normalizada).

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

Tutorial paso a paso y pieza de geometría simple.

Ampliación

Anexo 9

Diseñar pieza encajable o articulada considerando tolerancias.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 5 · Del papel al CAD

ALUMNADO

En la biblioteca los libros de bolsillo se caen cada vez que alguien saca uno. La coordinadora tiene una idea clara: un sujetalibros impreso en 3D. Pero la impresora no entiende de ideas, entiende de archivos, y a vuestros compañeros les cuesta fabricar algo con un plano con medidas que no suman, sin escala o con la mitad de las cotas repetidas. Vais a aprender a dibujar vistas, acotar sin errores, modelar en CAD, calcular cuánto material gasta cada pieza y revisar el trabajo de otro equipo. ¿Seréis capaces de entregar un archivo que se pueda fabricar a la primera?

> *¿Cómo pasamos de una idea tridimensional a un archivo que pueda fabricarse?*

Vuestro reto

Diseñar, modelar en CAD y acotar una pieza útil para la biblioteca, comprobando sus dimensiones, masa y tolerancias, y entregar un archivo y un plano que otro equipo pueda entender, revisar y fabricar.

Lo que vais a producir

Modelo CAD 3D y plano acotado.

Seguridad. Ergonomía digital: pausas cada 25-30 minutos, pantalla a la altura de los ojos y espalda apoyada.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Leemos un plano defectuoso y cazamos sus cinco errores.
2. Practicamos vistas, acotación y escalas normalizadas.
3. Modelamos en CAD una pieza guiada y calculamos su volumen y su masa.
4. Diseñamos nuestra pieza para la biblioteca con requisitos dimensionales.
5. Revisamos el plano de otro equipo y calculamos las tolerancias.
6. Iteramos, registramos versiones y exportamos el archivo.
7. Presentamos el plano y el archivo y resolvemos un caso nuevo de forma individual.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Aplicar escalas normalizadas y acotar vistas con unidades, cotas completas y sin repeticiones.
- ✓ Interpretar vistas (alzado, planta y perfil) y cotas de un plano, y detectar errores en un plano defectuoso.
- ✓ Crear geometrías 2D y 3D sencillas en un programa de CAD educativo con operaciones de boceto, extrusión y corte.
- ✓ Preparar un archivo para una hipotética fabricación digital: unidades, orientación, espesores mínimos, tolerancias y cálculo de masa y coste.
- ✓ Documentar las versiones del diseño y revisar el trabajo de otro equipo con requisitos dimensionales.

¿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 · Del papel al CAD

ALUMNADO

Todo lo que necesitáis para pasar del papel al CAD: el encargo de la biblioteca, las tres vistas del sujetalibros acotadas, las reglas de acotación, las escalas normalizadas, un plano con errores para revisar, un tutorial de modelado, un caso resuelto con cálculos de masa y coste, los datos de tolerancias para imprimir, el protocolo de exportación y un glosario.

F1 Encargo de la biblioteca: un sujetalibros fabricable

TEXTO

La biblioteca necesita **sujetalibros** pequeños para los estantes de libros de bolsillo. Cada equipo diseñará **su** pieza (puede mejorar el modelo de ejemplo de F2) y entregará:

- un **modelo CAD 3D** exportado en STL;
- un **plano acotado** con las tres vistas, escala, unidades y cajetín;
- una **ficha de fabricación** con volumen, masa, coste y piezas por tanda.

Requisitos dimensionales (todos con cifra):

- Libros de bolsillo de hasta 180 mm de alto y 110 mm de ancho.
- Base de unos 60 mm de fondo y 100 mm de ancho como máximo; pared de al menos 50 mm de alto.
- Espesor mínimo de cualquier pared: 3 mm (como mínimo 1,2 mm para poder imprimirlo).
- Cabe en la cama de la impresora del centro (220 × 220 mm útiles), con 5 mm de separación entre piezas.
- Masa máxima de 40 g con un relleno efectivo del 30 % y coste de material menor de 1 €.

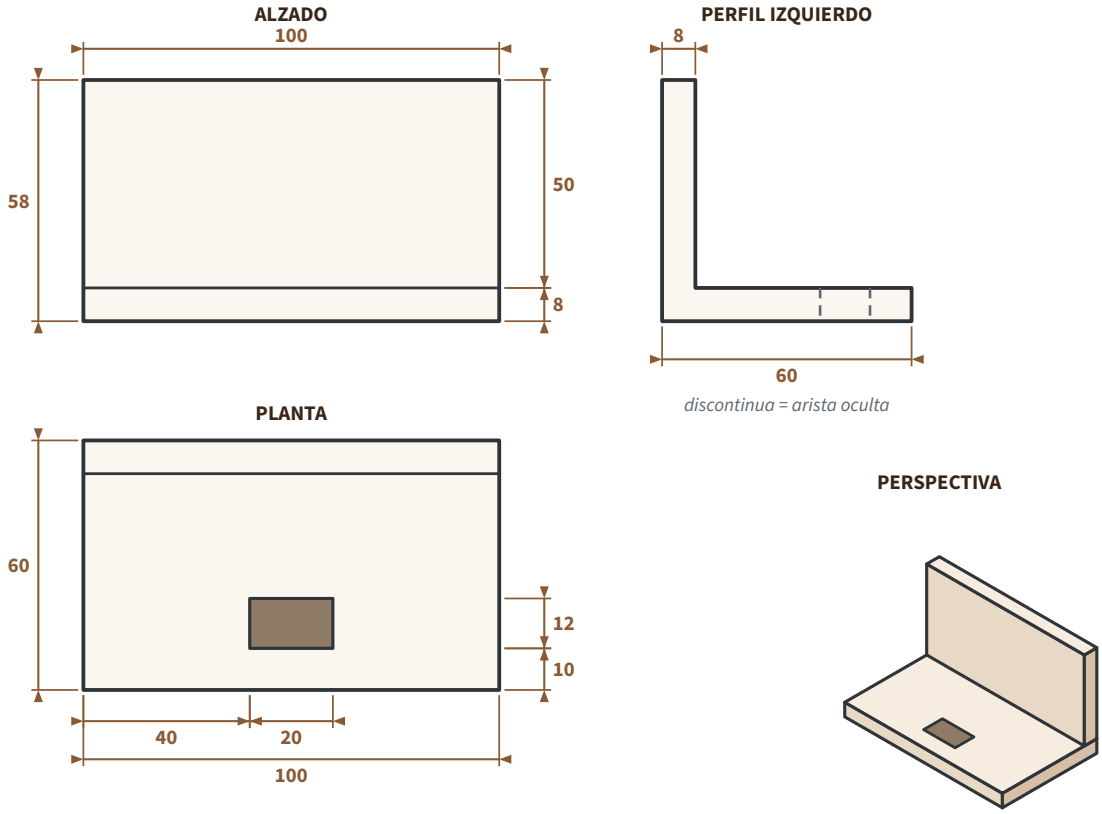
Si se imprime, la impresora la maneja el profesorado.

Fuente: Encargo ficticio creado para este cuaderno por la biblioteca del IES Valle del Jarama (centro ficticio).

Subraya los requisitos que son medidas y anota la cifra que más condiciona tu diseño.

F2 Modelo de ejemplo: vistas y cotas del sujetalibros

ESQUEMA



Cotas en mm; figura reducida.

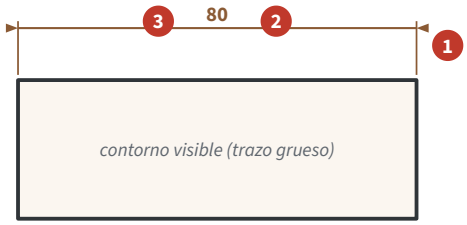
Cómo se lee. El **alzado** es la vista de frente, la **planta** se dibuja debajo del alzado y el **perfil izquierdo** a su derecha. Las aristas que no se ven se marcan con línea discontinua. En el perfil, la pared (parte trasera de la pieza) queda a la izquierda.

Fuente: Esquema de elaboración propia con vistas en el sistema europeo (alzado, planta bajo el alzado y perfil izquierdo a su derecha). Pieza ficticia.

F3 Reglas de acotación: líneas, flechas y cifras

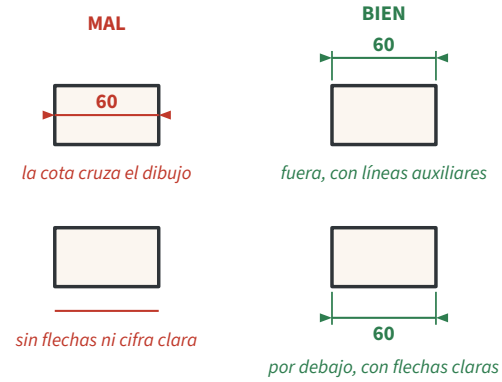
ESQUEMA

Anatomía de una cota



1 Línea auxiliar: sale de la pieza y sobrepasa 2 mm la línea de cota.
2 Línea de cota: trazo fino con flechas, fuera del contorno.
3 Cifra de cota: valor real en mm, aunque el dibujo esté a escala.

Mal y bien



Cinco reglas para acotar bien:

- Cada medida se escribe **una sola vez** (sin repetir cotas en otra vista).
- La **cifra** es el valor **real** de la pieza, aunque el dibujo esté a escala, y va en **mm** sin escribir la unidad si el cajetín dice «Unidades: mm».
- Las **cotas parciales** deben sumar la cota total (por ejemplo, 8 + 50 = 58).
- Las cotas van **fuera** del dibujo, con líneas auxiliares, y las más cortas más cerca de la pieza.
- Se usa el símbolo **ø** delante de la cifra de un diámetro (por ejemplo, ø10).

Fuente: Esquema de elaboración propia con las normas básicas de acotación del dibujo técnico escolar (valores en mm).

F4 Escalas normalizadas y cómo calcularlas

DATOS

Tipo	Escala	Significado	Ejemplo con el sujetalibros o una pieza pequeña
Natural	1:1	El dibujo mide igual que la pieza	Un ancho de 100 mm se dibuja de 100 mm
Reducción	1:2	El dibujo mide la mitad	Un ancho de 100 mm se dibuja de 50 mm
Reducción	1:5	El dibujo mide la quinta parte	125 mm reales se dibujan de 25 mm
Reducción	1:10	El dibujo mide la décima parte	250 mm reales se dibujan de 25 mm
Ampliación	2:1	El dibujo mide el doble	Una pieza de 36 mm se dibuja de 72 mm
Ampliación	5:1	El dibujo mide cinco veces más	Un tornillo de 12 mm se dibuja de 60 mm

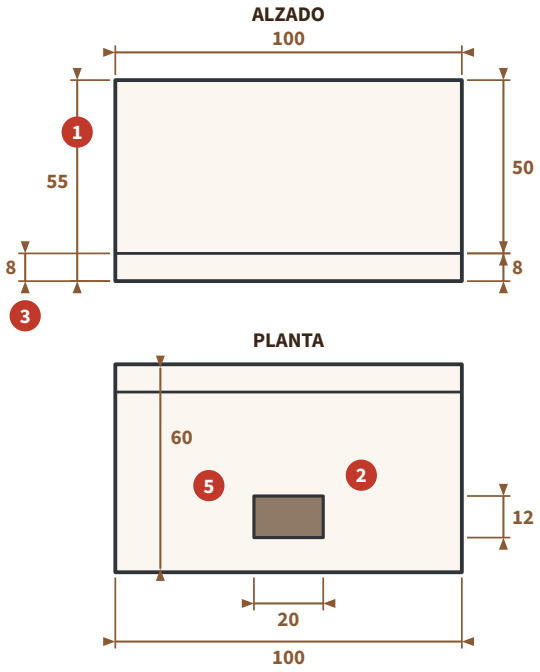
Fórmula. Escala = medida en el dibujo ÷ medida real. En una reducción, medida del dibujo = medida real ÷ el número de la derecha; en una ampliación, medida del dibujo = medida real × el número de la izquierda. **En las cotas se escribe siempre la medida real**, nunca la del papel. Un alzado y una planta del sujetalibros a 1:1 ocupan unos 58 + 60 = 118 mm de alto, así que caben en un A4 (210 mm de alto) con espacio para las cotas.

Fuente: Tabla de elaboración propia a partir de las escalas recomendadas por la norma UNE-EN ISO 5455 (dibujos técnicos, escalas): ampliación 2:1 y 5:1, natural 1:1 y reducción 1:2, 1:5 y 1:10. Hoja A4 = 297 × 210 mm (ISO 216).

F5 Plano con errores: encuentra los cinco fallos

ESQUEMA

Plano del sujetalibros (versión del equipo «Los Nudos»)



Los círculos rojos marcan cinco puntos del plano donde hay un fallo de acotación, de escala o de representación. Localiza cuál es y cómo se corrige.

SUJETALIBROS · Plano n.º 1	4
Escala: 1:1	
Unidades: mm	
Medida del ancho del alzado en el papel: 50 mm	
Material: PLA · Fecha: ficticia	

Los números rojos marcan el lugar de cada fallo, pero no dicen cuál es. Pistas: **suma de cotas**, **cota repetida**, **cota que falta**, **escala frente al dibujo** y **posición de una línea de cota**.

Fuente: Esquema de elaboración propia con errores introducidos a propósito para la actividad de la ficha 1. Equipo y plano ficticios.

F6 Tutorial de modelado CAD guiado: la pieza en L

TEXTO

Pieza guiada: una escuadra en L con base de 60 × 40 mm y 6 mm de grosor, y una pared de 60 mm de ancho, 6 mm de grosor y 30 mm de altura sobre la base.

1. **Unidades.** Comprueba que el espacio de trabajo está en **milímetros**.
2. **Boceto de la base.** En el plano de planta dibuja un rectángulo y **acótalo** (60 × 40 mm) para que quede definido, no a ojo.
3. **Extrusión.** Extruye el rectángulo **6 mm** hacia arriba para formar la base.
4. **Boceto de la pared.** Sobre la cara superior de la base, dibuja en el borde trasero un rectángulo de 60 × 6 mm con sus cotas.
5. **Extrusión de la pared.** Extruye **30 mm** hacia arriba; el cuerpo debe quedar unido a la base.
6. **Comprobación.** Mide en el modelo: 60 mm de ancho, 40 mm de fondo y 36 mm de alto total.
7. **Corte opcional.** Dibuja un rectángulo en la base y haz un **corte** pasante (por ejemplo, una ranura de 20 × 12 mm).
8. **Guarda y exporta.** Guarda el archivo del programa con versión (**v01**) y exporta un **STL**.

Consejo: si una medida falla, no arrastres el modelo con el ratón: corrige la **cota del boceto**.

Fuente: Tutorial de elaboración propia, válido para un CAD educativo genérico (los nombres de las herramientas y los menús varían según el programa).

Subraya las tres operaciones básicas del tutorial: boceto, extrusión y corte.

F7 Caso resuelto: el sujetalibros del equipo «Los Nudos»

ESTUDIO DE CASO

El equipo «Los Nudos» diseña el sujetalibros del plano de F2.

1. **Requisitos.** Altura de la pared de 50 mm; base de 100 × 60 mm; masa máxima de 40 g; coste menor de 1 €; cabe en una cama de 220 × 220 mm.
2. **Volumen.** Base: 100 × 60 × 8 = 48 000 mm^3. Pared (sobre la base): 100 × 8 × 50 = 40 000 mm^3. Ranura pasante: 20 × 12 × 8 = 1 920 mm^3 que se restan. **V = 48 000 + 40 000 − 1 920 = 86 080 mm^3 = 86,08 cm^3.**
3. **Masa.** Macizo: 86,08 cm^3 × 1,24 g/cm^3 = **106,7 g**. Con un relleno efectivo del 30 %: 106,7 × 0,30 = **32,0 g**, menor de 40 g: correcto.
4. **Coste.** 32,0 g = 0,032 kg × 20 €/kg = **0,64 €**, menor de 1 €: correcto.
5. **Tiempo (didáctico).** Material depositado: 86,08 × 0,30 = 25,8 cm^3; a 10 cm^3/h son **unas 2,6 h**.
6. **Piezas por tanda.** En la cama de 220 × 220 mm con 5 mm de separación: a lo largo caben 2 (2 × 100 + 5 = 205 ≤ 220); a lo ancho, 3 (3 × 60 + 2 × 5 = 190 ≤ 220). **2 × 3 = 6 piezas.**
7. **Plano.** A escala 1:2 el alzado mide 50 × 29 mm; las cotas conservan los valores reales (100, 58, 50, 8).
8. **Versiones.** v01: pared de 4 mm; en una prueba de carga (hipotética) se doblaba con los libros. v02: pared de 8 mm; sin deformación y con 32,0 g, dentro del límite de 40 g.

Fuente: Caso didáctico ficticio creado para este cuaderno. La densidad del PLA (1,24 g/cm^3) es un valor típico de hojas de características de fabricantes (puede variar según la marca), y el relleno efectivo del 30 %, el precio de 20 €/kg y los 10 cm^3/h son datos didácticos.

¿Qué ocurriría con la masa si la pared fuera de 4 mm en lugar de 8? Calcúlalo con los datos del caso.

F8 Tolerancias y espesores mínimos para impresión 3D con PLA

DATOS

Aspecto	Valor orientativo	Por qué importa	Consecuencia en el diseño
Espesor mínimo de pared	1,2 mm (3 × la boquilla de 0,4 mm); mejor 2 mm o más	Menos de eso no se imprime o queda frágil	Paredes de 3 mm o más para piezas que sujetan peso
Holgura en encajes	0,2 a 0,4 mm entre pieza y hueco	El plástico se contrae y los huecos salen algo más pequeños	Agujero de 10 mm para un pasador de 10 mm: no entra; diseñar el agujero de 10,3 mm
Voladizos	Hasta unos 45° sin soporte	Por encima necesitan material de apoyo	Orientar la pieza con la cara plana sobre la cama
Cama de impresión	220 × 220 mm útiles (ficticio del centro)	Limita el tamaño de la pieza y de la tanda	Comprobar que la pieza y la separación de 5 mm caben
Relleno	10 % a 30 % en piezas decorativas; 30 % a 50 % si soportan carga	Cambia la masa, el tiempo y la resistencia	Elegir el relleno mínimo que cumpla el requisito
Densidad del PLA	1,24 g/cm^3 (macizo)	Para calcular la masa	m = V × d

Regla práctica. Si una medida del archivo es crítica (un encaje, un agujero para un tornillo), se diseña con holgura y se comprueba con una pieza de prueba pequeña antes de imprimir toda la tanda.

Fuente: Tabla de elaboración propia con valores orientativos habituales en impresión FDM con boquilla de 0,4 mm (no son normas: dependen de la impresora y del material; el profesorado indica los valores del centro). Densidad del PLA: unos 1,24 g/cm^3 según hojas de características de fabricantes.

F9 Protocolo de revisión y exportación del archivo

PROTOCOLO

Material y herramientas: ordenador con el CAD educativo, el plano a mano o digital del equipo, calibre, la lista de requisitos de F1 y la tabla de F8.

Riesgos y ergonomía: postura de trabajo y pausas cada 25-30 minutos. La impresora no la toca el alumnado: la boquilla y la cama están calientes.

Procedimiento:

1. Comprueba que el modelo está en **mm** y que las medidas coinciden con las cotas del plano (mide en el programa).
2. Revisa que ninguna pared baja de 1,2 mm (mejor de 3 mm) y que los encajes tienen holgura de 0,2 a 0,4 mm.
3. Orienta la pieza con una **cara plana sobre la cama** y evita voladizos de más de 45°.
4. Comprueba que la pieza (y la tanda con 5 mm de separación) cabe en 220 × 220 mm.
5. Calcula **volumen, masa y coste** y compáralos con los requisitos.
6. Pon al archivo un nombre con **equipo, pieza y versión** (por ejemplo, `sujetalibros_LosNudos_v03.stl`) y guarda también el archivo del CAD.
7. Añade al plano el **cajetín** (título, escala, unidades, equipo y versión) y la **autoría y la licencia** si usas un modelo ajeno.
8. Entrega el archivo al profesorado: él decide si se imprime y cómo se configura.

Cierre y residuos: si se imprime, las piezas se retiran frías, se limpian las rebabas y los restos de filamento van al contenedor correspondiente (los restos de PLA no se tiran en la naturaleza).

Resultado esperable: un STL cuyas medidas coinciden con el plano, con masa y coste dentro de los requisitos y sin paredes demasiado finas.

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

F10 Glosario de dibujo técnico, CAD y fabricación digital

GLOSARIO

Alzado	Vista de frente de una pieza.
Planta	Vista de la pieza desde arriba; se dibuja debajo del alzado.
Perfil	Vista lateral de la pieza; el perfil izquierdo se dibuja a la derecha del alzado.
Cota	Medida real de una pieza escrita en el plano, en mm.
Línea auxiliar	Línea fina que sale del contorno de la pieza para situar una cota.
Escala	Relación entre la medida del dibujo y la medida real, por ejemplo 1:2.
Cajetín	Recuadro del plano con título, escala, unidades, autoría y fecha.
Boceto	Dibujo 2D con cotas que sirve de base para crear un sólido.
Extrusión	Operación CAD que convierte un boceto 2D en un sólido al darle altura.
STL	Formato de archivo de malla de triángulos que usan las impresoras 3D.
Tolerancia	Diferencia admitida entre la medida de diseño y la medida real de la pieza fabricada.
Holgura	Espacio que se deja entre dos piezas que encajan para que puedan montarse.
Relleno (infill)	Porcentaje del interior de la pieza impresa que se rellena de material.
Voladizo	Parte de una pieza que sobresale sin nada debajo; por encima de unos 45° necesita soporte.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 5 · Del papel al CAD

ALUMNADO

FICHA 1 Leemos planos y detectamos errores

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usad las vistas (F2), las reglas de acotación (F3), las escalas (F4) y el plano con errores (F5).

1 Diagnóstico. Marca la respuesta correcta.

Un dibujo a escala 1:2 significa que…

◯ el dibujo mide el doble que la pieza real ◯ el dibujo mide la mitad que la pieza real ◯ el dibujo mide igual que la pieza

En un plano a escala 1:2, ¿qué valor se escribe en la cota?

◯ el valor real de la pieza ◯ la mitad del valor real ◯ la medida del dibujo en el papel

Una línea de cota se dibuja…

◯ dentro del dibujo, cruzando la pieza ◯ sin flechas y sin cifra ◯ fuera del contorno, con flechas en los extremos

En el sistema europeo, la planta se dibuja…

◯ encima del alzado ◯ debajo del alzado ◯ a la derecha del alzado

2 Relaciona cada término de dibujo con su definición.

1	Alzado	a	Línea fina con flechas que indica una medida
2	Planta	b	Vista de frente de la pieza
3	Perfil izquierdo	c	Vista de la pieza desde arriba
4	Línea de cota	d	Relación entre la medida del dibujo y la real
5	Escala	e	Vista lateral de la pieza desde la izquierda

3 Plano defectuoso de F5. Anota los cinco errores marcados con los números rojos y cómo se corrigen.

N.º	¿Qué error hay?	¿Cómo se corrige?
1		
2		
3		
4		
5		

4 **En el cajetín de F5 se dice «Escala 1:1», pero el ancho del alzado mide 50 mm en el papel y su cota dice 100. ¿Qué escala se ha usado de verdad? ¿Qué debería poner el cajetín?**

FICHA 2 Vistas, acotación y escalas

SESIÓN 2

Usa la regla, la escuadra y el papel cuadriculado. Aplica las reglas de F3 y las escalas de F4. La pieza es una escuadra en L: base de 60 × 40 mm y 6 mm de grosor, y pared de 60 mm de ancho, 6 mm de grosor y 30 mm de altura sobre la base, situada en el borde trasero.

1 **Dibuja a mano, a 1:1 o a 1:2, el alzado, la planta y el perfil izquierdo de la escuadra en L y acótalos con las reglas de F3.**

2 **Completa la tabla de escalas (dibujo = real ÷ N en las reducciones y real × N en las ampliaciones).**

Medida real	Escala	Medida en el dibujo
100 mm	1:2	
36 mm	2:1	
125 mm		25 mm
	1:10	25 mm

3 **Verdadero o falso.**

	V	F
En un plano a 1:2 se escribe en la cota la medida real de la pieza.	☐	☐
Las cotas parciales 8 y 50 pueden convivir con una cota total de 55 en la misma vista.	☐	☐
Una cota repetida en dos vistas ayuda a que el plano sea más claro.	☐	☐
La planta de una pieza se dibuja debajo del alzado en el sistema europeo.	☐	☐

4 **Calcula la altura total de la escuadra en L (base más pared) y la que tendrá su alzado dibujado a escala 1:2.**

FICHA 3 Modelado CAD guiado

SESIÓN 3

Sigue el tutorial de F6 con el CAD del centro. Todas las medidas se escriben en milímetros. Después, calcula con la densidad de F8.

1 **Completa los pasos del tutorial con las palabras: extruyo, cota, exporto y mm.**

Paso 1: comprueba que el espacio de trabajo está en _____.

Paso 2: dibujo el rectángulo de 60 × 40 y lo defino con su _____ en el boceto.

Paso 3: _____ el boceto 6 mm hacia arriba para crear la base.

Paso 4: guardo el archivo con la versión v01 y _____ un STL.

2 **Calcula el volumen y la masa de PLA macizo de la escuadra en L modelada (densidad 1,24 g/cm³; 1 cm³ = 1000 mm³).**

Parte	Dimensiones (mm)	Volumen (mm³)
Base	60 × 40 × 6	
Pared	60 × 6 × 30	
Total (mm³ y cm³)		
Masa macizo (g)		

3 **Buenas prácticas de modelado. Marca las que has aplicado.**

- ☐ Trabajo en mm y con las cotas definidas en cada boceto.
- ☐ Mido el modelo y lo comparo con el plano.
- ☐ Guardo una versión con número y no sobrescribo la anterior.
- ☐ Si algo falla, corrijo la cota del boceto en lugar de arrastrar el modelo.
- ☐ Guardo el archivo en la carpeta del equipo.

4 **¿Qué orden de operaciones has seguido para crear la pieza y qué operación te ha costado más? Anótalo.**

FICHA 4 Diseñamos una pieza útil

SESIÓN 4

Aplica F1 (requisitos), F4 (escalas) y F7 (cálculos del caso). Usa la densidad de 1,24 g/cm³, el relleno efectivo del 30 % y 20 €/kg.

1 **Escribe los requisitos dimensionales de tu sujetalibros.**

Requisito	Cifra (con unidad)	¿Cómo lo comprobaremos?
Altura de la pared		
Base (ancho × fondo)		
Masa máxima		
Cabe en la cama (220 × 220 mm)		

2 **Croquis acotado de la pieza elegida (alzado y planta) con sus cotas.**

3 **Calcula el volumen, la masa con relleno del 30 %, el coste y las piezas por tanda de tu pieza.**

Cálculo	Operación	Resultado
Volumen (cm^3)		
Masa macizo (g)		
Masa con 30 % (g)		
Coste (€)		
Piezas por tanda (220 × 220, 5 mm entre piezas)		

4 **¿Cumple tu pieza todos los requisitos? Justifica con las cifras de la tabla.**

FICHA 5 Revisión entre pares y tolerancias

SESIÓN 5

Intercambiad los planos entre equipos y revisad el de otro equipo con la lista de comprobación y las normas de F3, F4 y F8.

1 **Revisión del plano de otro equipo.**

Comprobación	¿Cumple? (sí/no)	Dato o comentario
Las tres vistas están en posición europea		
Cotas completas y sin repetir		
Las cotas parciales suman la total		
La escala del cajetín coincide con el dibujo		
Espesor mínimo de pared ≥ 1,2 mm		
La pieza cabe en la cama (220 × 220 mm)		

2 **Una pieza tiene un pasador de 10 mm. Si se diseña el agujero de 10 mm, ¿entrará? ¿Qué diámetro de agujero diseñarías con una holgura de 0,3 mm?**

3 **Comprueba las escalas del plano que revisas. Si la cota total es 100 mm y el dibujo mide 50 mm, ¿qué escala tiene? ¿Y si mide 20 mm?**

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

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Hemos revisado el plano con criterios y no solo con opiniones.	○	○	○	○
Hemos anotado cada cambio pedido por el otro equipo.	○	○	○	○
Hemos repartido las tareas y los roles.	○	○	○	○

FICHA 6 Iteración y exportación

SESIÓN 6

Mejora la pieza con la revisión recibida y prepara el archivo con el protocolo de F9.

1 **Registro de versiones de vuestra pieza.**

Versión	Qué cambia	Motivo (cálculo, revisión o prueba)	Resultado

2 **¿Qué nombre de archivo es el más adecuado para exportar?**

Elige el nombre más correcto.

◯ archivo final nuevo (2).stl ◯ SUJETALIBROS.stl ◯ sujetalibros_LosNudos_v03.stl

3 **Lista de comprobación antes de exportar.**

- ☐ Unidades en mm y medidas iguales a las del plano.
- ☐ Ninguna pared por debajo de 1,2 mm (mejor 3 mm).
- ☐ Holgura de 0,2 a 0,4 mm en los encajes.
- ☐ Pieza orientada con una cara plana sobre la cama.
- ☐ Plano con cajetín: escala, unidades, equipo y versión.
- ☐ Autoría y licencia indicadas si se usa un modelo ajeno.

4 **Una bobina de PLA de 1 kg (1 000 g) y piezas de 32,0 g cada una: ¿cuántas piezas completas salen de la bobina? ¿Y qué masa de filamento gastan 6 piezas?**

FICHA 7 Evidencia individual: bloque separador con taladro

SESIÓN 7

Trabajo individual. Una estantería necesita un bloque separador: un prisma de 80 mm de largo, 50 mm de ancho y 30 mm de alto con un taladro pasante vertical de ø10 mm en el centro. Usa F3, F4 y F8 (PLA macizo: 1,24 g/cm³).

1 **Dibuja a escala 1:2 el alzado, la planta y el perfil izquierdo del bloque con sus cotas reales (con el símbolo ø en el diámetro).**

2 **Calcula el volumen del bloque con el taladro (volumen del cilindro = π · r² · h) y la masa en PLA macizo.**

3 **¿Cuántos bloques caben en una cama de 220 × 220 mm con 5 mm de separación entre piezas?**

4 **Un compañero ha acotado la altura del alzado con 22 y 10 como cotas parciales y 30 como cota total, y el taladro como «10». Señala los dos errores y corrígelos.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 5 · Del papel al CAD

ALUMNADO

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

Plano y archivo del producto final. Completadlo en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la presentación técnica.

Necesidad y requisitos dimensionales

Pieza elegida, uso en la biblioteca y requisitos con cifras.

Alternativas y versiones

Versiones del diseño y motivo de cada cambio.

Boceto y plano acotado con vistas

Alzado, planta y perfil con cotas, escala y cajetín.

Modelo CAD y operaciones

Operaciones usadas, medidas comprobadas y nombre del archivo.

Cálculos de fabricación

Volumen, masa, coste, piezas por tanda y tolerancias.

Revisión entre pares

Cambios pedidos por otro equipo y cómo se aplicaron.

Archivo final y plan de fabricación

Formato, orientación, relleno y quién imprime.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 5 · Del papel al CAD

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Modelo CAD 3D y plano acotado**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El plano incluye alzado, planta y perfil en posición europea y cumple los requisitos dimensionales de la biblioteca.
- [ ] Las cotas son completas, sin repetir, con unidades y con cifras reales; las parciales suman la total.
- [ ] La escala es normalizada, está indicada en el cajetín y coincide con el tamaño del dibujo.
- [ ] El modelo CAD está en milímetros y sus medidas coinciden con las del plano.
- [ ] Se ha calculado el volumen, la masa con el relleno indicado, el coste y las piezas por tanda con unidades correctas.
- [ ] Los espesores y las holguras de los encajes respetan los valores de F8.
- [ ] Hay registro de versiones con el motivo de cada cambio y un nombre de archivo con equipo, pieza y versión.
- [ ] Se ha revisado el plano de otro equipo y se han aplicado los cambios pedidos.
- [ ] Se respetan la ergonomía, las normas de la impresora (la maneja el profesorado), el uso eficiente del material y la autoría y licencia de los modelos ajenos.

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 · Del papel al CAD

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Modelo CAD 3D y plano acotado**. 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	Convierte la necesidad en requisitos dimensionales con cifras, compara al menos dos versiones o alternativas y justifica la elección con medidas y cálculos.	Define requisitos y diseña una pieza adecuada con una justificación suficiente.	El diseño cumple parte de los requisitos o la justificación es débil.	No relaciona la pieza con una necesidad ni con requisitos.	
Funcionamiento / evidencia	El modelo CAD cumple todas las medidas del plano; volumen, masa y piezas por tanda están bien calculados y se comprueban las tolerancias del encaje.	El modelo cumple las medidas principales y los cálculos son correctos con algún fallo leve.	El modelo difiere en medidas del plano o hay cálculos incompletos.	No hay modelo CAD o no se corresponde con el plano.	
Documentación técnica	Plano con las tres vistas, cotas completas sin repeticiones, escala normalizada coherente, unidades y cajetín; versiones documentadas y reproducible por otro equipo.	Plano correcto con algún defecto menor de acotación o de escala.	Faltan cotas, vistas o la escala no coincide con el dibujo.	El plano no permite fabricar la pieza.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Respeta la ergonomía y las normas de la impresora, optimiza masa y relleno para gastar menos material y cita la autoría y la licencia de cualquier modelo ajeno.	Cumple las normas y considera el material usado.	Necesita recordatorios o no considera el consumo de material.	Incumple normas de seguridad o copia modelos sin citar.	
Iteración y cooperación	Mejora el diseño con la revisión de otro equipo, registra versiones con el motivo del cambio y reparte roles de forma equilibrada.	Revisa el trabajo y coopera adecuadamente.	La revisión es limitada o la cooperación es irregular.	No revisa el diseño ni colabora.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 5 · Del papel al CAD

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé leer un plano, detectar errores de acotación y comprobar la escala.	○	○	○	○
Sé calcular el volumen, la masa y las piezas por tanda de una pieza antes de fabricarla.	○	○	○	○
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 · Del papel al CAD

ALUMNADO

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

Aquí tienes un tutorial paso a paso y una pieza de geometría simple: un taco con un taladro, para practicar los cálculos y el plano.

Tutorial paso a paso

Pieza simple: un taco de 40 × 30 × 20 mm (largo × ancho × alto) con un taladro pasante de ø8 mm en vertical.

1. Comprueba que el CAD está en **mm**.
2. Dibuja un rectángulo de 40 × 30 mm en la planta y **acótalo**.
3. **Extruye** 20 mm hacia arriba.
4. Dibuja un círculo de ø8 mm en el centro de la cara superior y haz un **corte** pasante de 20 mm.
5. Guarda la versión **v01** y exporta un STL.

Cálculos de la pieza simple

- Volumen del prisma: $40 \times 30 \times 20 = 24\,000$ mm³.
- Volumen del taladro: $\pi \times 4^2 \times 20 = 1\,005{,}3$ mm³.
- **Volumen total:** $24\,000 - 1\,005{,}3 = 22\,994{,}7$ mm³ ≈ 23,0 cm³.
- Masa en PLA macizo: $23{,}0 \times 1{,}24 = 28{,}5$ g.

1 **Completa el plano de la pieza simple: alzado y planta con sus cotas (largo, ancho, alto y ø8).**

2 **Completa la tabla con las cotas y los cálculos.**

Concepto	Valor
Medidas del taco (mm)	40 × 30 × 20
Volumen del prisma (mm³)	24 000
Volumen del taladro (mm³)	
Volumen total (cm³)	
Masa en PLA macizo (g)	

3 **Si dibujas el alzado a escala 2:1, ¿cuánto mide en el papel el ancho de 40 mm?**

_____

_____

ANEXO 9

Ampliación

SdA 5 · Del papel al CAD

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Pieza encajable con tolerancias

Diseña dos piezas que encajen: una **base** con un hueco cuadrado y un **pasador** de 10 × 10 mm de sección y 12 mm de largo que debe entrar con holgura. La impresora reduce los huecos unas décimas de milímetro, así que hay que calcular el tamaño del hueco.

Pasos

1. Elige la holgura total (0,3 mm, de la tabla de F8) y calcula el lado del hueco: 10 + 0,3 = 10,3 mm.
2. Modela el pasador (10 × 10 × 12 mm) y la base (por ejemplo, 40 × 30 × 15 mm con el hueco de 10,3 × 10,3 mm y 12 mm de profundidad).
3. Acota las dos piezas en un plano con vistas en escala normalizada y calcula el volumen total de ambas.
4. Propón una pieza de prueba pequeña para comprobar el encaje antes de imprimir la tanda.

1 **Tabla de diseño del encaje.**

Pieza	Medidas (mm)	Volumen (mm³)
Pasador		
Base con hueco		
Total		

Entrega

Plano acotado de las dos piezas, tabla con holgura y volúmenes, y una frase que justifique la holgura elegida.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 5 · Del papel al CAD

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el dibujo mide la mitad que la pieza real; el valor real de la pieza; fuera del contorno, con flechas en los extremos; debajo del alzado.
2. Alzado → vista de frente de la pieza; planta → vista de la pieza desde arriba; perfil izquierdo → vista lateral de la pieza desde la izquierda; línea de cota → línea fina con flechas que indica una medida; escala → relación entre la medida del dibujo y la real. (El orden de la columna derecha puede cambiar: corregir por el contenido.)
3. 1: la cota total de altura es 55 y debería ser 58 (8 + 50); 2: la ranura no tiene la cota de su posición (faltan 40 mm desde el borde izquierdo y 10 mm desde el borde delantero); 3: el espesor de la base (8) está acotado dos veces en el alzado, una sobra; 4: el cajetín dice escala 1:1 pero el dibujo mide la mitad (debe decir 1:2); 5: la línea de cota de 60 mm cruza el interior de la planta y debe ir fuera del contorno con líneas auxiliares.
4. Escala = 50 ÷ 100 = 1:2. El cajetín debería poner «Escala 1:2».

Ficha 2

1. Dibujo abierto: tres vistas con la pared en el fondo; en el alzado 60 de ancho y 36 de alto total (6 + 30), en la planta 60 × 40 (la pared ocupa los 6 mm traseros) y en el perfil 40 de fondo, 36 de alto y 6 de pared. Valorar posición europea de las vistas, líneas auxiliares y que las cotas conserven el valor real aunque se dibuje a 1:2.
2. 100 mm a 1:2 → 50 mm; 36 mm a 2:1 → 72 mm; 125 mm → dibujo de 25 mm: escala 1:5; dibujo de 25 mm a 1:10 → medida real 250 mm.
3. 1) Verdadero. 2) Falso: 8 + 50 = 58, no 55. 3) Falso: cada medida se escribe una sola vez. 4) Verdadero.
4. Altura total = 6 + 30 = 36 mm. Alzado a 1:2: 36 ÷ 2 = 18 mm (con la cota escrita 36).

Ficha 3

1. mm; cota; extruyo; exporto.
2. Base: 60 × 40 × 6 = 14 400 mm^3. Pared: 60 × 6 × 30 = 10 800 mm^3. Total: 25 200 mm^3 = 25,2 cm^3. Masa = 25,2 × 1,24 = 31,2 g.
3. Autoevaluación: valorar que se marquen las prácticas realmente aplicadas.
4. Respuesta abierta; valorar el orden boceto → extrusión → boceto → extrusión → comprobación → exportación y una dificultad concreta.

Ficha 4

1. Tabla abierta; valorar cifras reales y comprobables (por ejemplo, pared de 50 mm o más, base de hasta 100 × 60 mm, masa de 40 g o menos con relleno del 30 %).
2. Croquis abierto con alzado y planta acotados; comprobar que las cotas parciales suman la total y que no hay cotas repetidas.
3. Si el equipo usa el modelo de F7: V = 86,08 cm^3; macizo 106,7 g; con 30 % 32,0 g; coste 0,64 €; 6 piezas por tanda. Pregunta de F7: con pared de 4 mm, V = 48 000 + 20 000 − 1 920 = 66 080 mm^3 y la masa con 30 % es 66,08 × 1,24 × 0,30 = 24,6 g. Para otras piezas, revisar operaciones y unidades.
4. Respuesta abierta; debe comparar cada cifra (masa, coste, cabida, espesor) con el requisito.

Ficha 5

1. Revisión abierta; valorar que cada «no» lleve un dato concreto (por ejemplo, «las cotas parciales 22 + 10 no suman 30»).
2. Un agujero de 10 mm sale algo más pequeño y el pasador de 10 mm no entra. Con holgura de 0,3 mm se diseña el agujero de 10,3 mm (10 + 0,3).
3. Cota 100 y dibujo de 50 mm: escala 1:2 (50 ÷ 100). Dibujo de 20 mm: escala 1:5 (20 ÷ 100).
4. Autoevaluación del equipo: abierta.

Ficha 6

1. Tabla abierta; valorar que cada versión tenga un cambio concreto con su motivo (cálculo, revisión o prueba).
2. sujetalibros_LosNudos_v03.stl: lleva pieza, equipo y versión; los otros nombres no permiten identificar la pieza ni la versión.
3. Lista de comprobación: todas las casillas marcadas antes de exportar.
4. 1000 ÷ 32,0 = 31,25: salen 31 piezas completas de la bobina. 6 piezas × 32,0 g = 192 g de filamento.

Ficha 7

1. Dibujo a 1:2: alzado de 40 × 15 mm en el papel (con cotas 80 y 30), planta de 40 × 25 mm con el círculo de 5 mm de diámetro en el papel (cota ø10) y perfil de 25 × 15 mm (cotas 50 y 30). Las cotas conservan los valores reales. Valorar posición de las vistas, ø y líneas de cota fuera.
2. Prisma: 80 × 50 × 30 = 120 000 mm^3. Taladro: π × 5^2 × 30 = 2 356,2 mm^3. V = 120 000 − 2 356,2 = 117 643,8 mm^3 ≈ 117,6 cm^3. Masa = 117,6 × 1,24 = 145,9 g.
3. A lo largo: (220 + 5) ÷ (80 + 5) = 2,6 → 2 bloques (2 × 80 + 5 = 165 mm). A lo ancho: (220 + 5) ÷ (50 + 5) = 4,1 → 4 bloques (4 × 50 + 3 × 5 = 215 mm). Total 2 × 4 = 8 bloques por tanda.
4. Error 1: las cotas parciales 22 + 10 = 32 no suman la total de 30 (deben sumar 30). Error 2: el diámetro del taladro debe llevar el símbolo ø (ø10).

Refuerzo (Anexo 8)

1. Plano: alzado de 40 × 20 mm y planta de 40 × 30 mm con el círculo de ø8 en el centro; cotas 40, 30, 20 y ø8 fuera del dibujo.
2. Taladro: π × 4^2 × 20 = 1 005,3 mm^3; volumen total: 24 000 − 1 005,3 = 22 994,7 mm^3 = 23,0 cm^3; masa = 23,0 × 1,24 = 28,5 g.
3. A 2:1 el ancho de 40 mm mide 80 mm en el papel.

Ampliación (Anexo 9)

1. Pasador: 10 × 10 × 12 = 1 200 mm^3. Base 40 × 30 × 15 = 18 000 mm^3 menos el hueco 10,3 × 10,3 × 12 = 1 273,1 mm^3 → 16 726,9 mm^3. Total = 17 926,9 mm^3 ≈ 17,9 cm^3.
2. Justificación esperada: holgura total de 0,3 mm para compensar la contracción del PLA (F8); pieza de prueba pequeña antes de la tanda.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Seguridad: pausas ergonómicas; la impresora solo la opera el profesorado. Sin impresora, el producto es el archivo, el plano y los cálculos.
- Preparación: probar el CAD antes de la sesión 3. Los datos de impresión (cama 220 × 220 mm, relleno 30 %, 20 €/kg, 10 cm^3/h) son didácticos: usar los reales del centro si se prefiere.

Errores frecuentes

- Escribir en la cota la medida del papel en lugar de la medida real.
- Repetir cotas o dejar cotas parciales que no suman la total.
- Cambiar la escala del dibujo sin cambiar el cajetín.
- Olvidar la holgura en los encajes o pasar paredes de menos de 1,2 mm.
- Calcular el volumen sin restar los huecos o mezclar mm^3 con cm^3 en la masa.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar cualquier pieza útil para la biblioteca que cumpla los requisitos de F1 con cifras coherentes.
- Valorar más la coherencia entre plano, modelo y cálculos que el acabado del dibujo.
- Admitir diferencias de 1 g o 0,1 cm^3 por redondeo.

06

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Programa una solución

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo diseñamos una aplicación sencilla que resuelva una necesidad real?

CURSO 2.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** B · C
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE4, CE5	**PRODUCTO FINAL** Miniaplicación o prototipo programado	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 5.1, 5.2, 4.1

Contexto, reto y producto

En el IES Ribera del Júcar (centro ficticio), 2.º B organiza en diciembre un mercadillo solidario de libros, juegos y ropa de segunda mano. En el ensayo general, con 20 ventas simuladas, la caja de papel y calculadora provocó seis errores de cambio, varias colas largas y un recuento final que no cuadraba. Los voluntarios y voluntarias tienen que recordar la oferta («a partir de 5 artículos, un 10 % de descuento»), calcular el cambio mentalmente y sumar la recaudación al cerrar. Nadie en la clase se había planteado que una **miniaplicación** de diez minutos pudiera evitar esos errores.

En esta situación, el alumnado recorre el ciclo completo de una **solución programada**. Primero **define una necesidad** que se pueda resolver con software y la descompone en entradas, proceso y salidas; después la dibuja como **diagrama de flujo** y **caso de uso**; construye una **versión mínima** y le añade **variables, condiciones, bucles y eventos**; la **prueba con casos normales y casos límite**, la **depura** con ayuda de usuarios, y por último **documenta las versiones** y elige la **licencia** de lo que ha creado. Cada equipo elige una de cuatro necesidades acotadas y trabaja con el entorno visual (bloques) o textual (Python) que use su aula. El producto es una miniaplicación demostrable, con su documentación técnica y su tabla de pruebas.

Reto

Diseñar, programar, probar y documentar una miniaplicación que resuelva una de las necesidades propuestas, con diagrama de flujo, interfaz pensada para el usuario, casos de prueba normales y límite, registro de errores depurados y licencia, de modo que otro equipo pueda entenderla, ejecutarla y modificarla.

Producto final

Miniaplicación o prototipo programado.

Enfoque: Proyecto / análisis / simulación / prototipado

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS (SÍNTESIS)

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.

5.2 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. En 2.º este criterio se trabaja de forma parcial y preparatoria (desempeño de programación, con un primer contacto opcional con un módulo de IA preconfigurado en la ampliación); la evaluación completa del criterio se reserva para 3.º (SdA 5, «Algoritmos, apps e IA»).

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.
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.
B4	Herramientas digitales para la elaboración, publicación y difusión de documentación técnica e información multimedia relativa a proyectos.

Concreción didáctica en esta situación

- Algoritmia: descomposición de un problema, diagrama de flujo (inicio/fin, entrada/salida, proceso, decisión) y traza de un algoritmo con datos concretos.
- Elementos de programación: variables y tipos de dato (número entero, texto), operadores aritméticos y de comparación, estructuras condicionales, bucles y programación por eventos; importes guardados en céntimos para evitar errores de redondeo.
- Aplicaciones sencillas: interfaz con entradas etiquetadas, botón y resultado visible, accesibilidad básica (contraste, tamaño, mensajes de error comprensibles) y primera idea de cómo se integra un módulo de inteligencia artificial preconfigurado.
- Depuración como parte del aprendizaje: casos de prueba normales y límite, prueba de escritorio, registro de errores, causa y corrección; el error como información útil.
- Documentación y difusión: control de versiones sencillo (v0.1, v0.2…), comentarios en el código, licencias Creative Commons y atribución de iconos y recursos.

Objetivos didácticos

- Analizar una necesidad susceptible de solución digital y descomponerla en entradas, proceso y salidas.
- Representar un algoritmo con un diagrama de flujo y describir cómo lo usaría una persona (caso de uso).
- Programar la solución con variables, condiciones, bucles y eventos en un entorno visual o textual, empezando por una versión mínima.
- Diseñar una interfaz básica clara y accesible, y probar la aplicación con casos normales y límite y con usuarios, depurando los errores encontrados.
- Documentar versiones, errores corregidos y licencia del contenido reutilizado, respetando los derechos de autor.

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 necesidades susceptibles de solución digital y elegimos una, descomponiéndola en entradas, proceso y salidas

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico de programación, análisis del caso del mercadillo (F1) y necesidad elegida con su descomposición.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Dibujamos diagramas de flujo y casos de uso sencillos para el algoritmo de la aplicación

Evidencia: Ficha 2: traza del diagrama F3 con un caso concreto, caso de uso y diagrama de flujo de la aplicación del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Construimos la versión mínima (v0.1) con una interfaz clara

Evidencia: Ficha 3: boceto de interfaz (F4), conversión de importes a céntimos, código o bloques de la v0.1 completados.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Añadimos decisiones, variables y bucles a la aplicación (v0.2)

Evidencia: Ficha 4: prueba de escritorio de calcular_total, programa de bloques analizado y funcionalidad nueva diseñada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Probamos con usuarios y depuramos con casos normales y límite

Evidencia: Ficha 5: tabla de pruebas (F7) del equipo, depuración de un código con tres errores y registro de incidencias.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Documentamos versiones, comentamos el código y elegimos la licencia del contenido

Evidencia: Ficha 6: historial de versiones, atribución correcta de un icono y licencia elegida con justificación.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Hacemos la demostración de la aplicación y resolvemos individualmente un reto de modificación

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: modificación de las reglas de descuento, pruebas límite e interpretación del resultado.

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 de la aplicación descrito con un diagrama de flujo correcto y con una traza con datos concretos; descomposición en entradas, proceso y salidas, y modificación del algoritmo en el reto individual.	Fichas 2, 4 y 7 / lista de cotejo
5.2	Desempeño de programación, trabajado de forma parcial y preparatoria: programa funcional en bloques o Python con variables, condiciones, bucle y evento, interfaz clara, casos de prueba normales y límite superados y depuración documentada. El módulo de IA preconfigurado se explora en la ampliación (no calificable); la evaluación completa de 5.2 se reserva para 3.º.	Fichas 3, 5 y 7, aplicación en demostración / rúbrica y observación
4.1	Documentación técnica de la miniaplicación: necesidad, diagrama, interfaz, código comentado, tabla de pruebas, historial de versiones, atribución y licencia; demostración oral con vocabulario técnico.	Ficha 6 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	Define una necesidad real con usuarios concretos, la descompone en entradas, proceso y salidas, dibuja un diagrama de flujo correcto y diseña una interfaz que justifica con criterios de claridad y accesibilidad.	Define la necesidad y dibuja un diagrama de flujo y una interfaz adecuados, con alguna justificación breve.	La necesidad es vaga, el diagrama tiene fallos de lógica o la interfaz no se ha pensado para el usuario.	No relaciona la aplicación con una necesidad ni con un algoritmo.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Funcionamiento / evidencia	La aplicación funciona con variables, condiciones y bucle; supera los casos normales y los límite de la tabla de pruebas, que muestra resultado esperado y obtenido, e interpreta sus límites.	La aplicación cumple su función principal y se aportan pruebas de los casos normales y de algún caso límite.	Funciona solo en parte, falla con algún dato límite o las pruebas son incompletas.	La aplicación no funciona o no hay pruebas.
Documentación técnica	Código o bloques con comentarios, historial de versiones, errores corregidos con su causa, diagrama, interfaz y vocabulario técnico correctos: otro equipo podría ejecutarla y modificarla.	Documentación suficiente, con algún comentario, versión o error sin explicar.	Faltan versiones, comentarios o pruebas; cuesta entender cómo funciona.	Documentación insuficiente para comprender el programa.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Usa solo datos ficticios y un entorno cerrado, atribuye todos los recursos con su licencia, elige y justifica la licencia de su aplicación y cuida el uso responsable del equipo.	Usa datos ficticios, cita los recursos y elige una licencia.	Necesita recordatorios sobre datos personales, atribución o licencia.	Usa datos reales, recursos sin licencia o publica fuera del entorno cerrado.
Iteración y cooperación	Registra los errores, su causa y su corrección, mejora la aplicación a partir de las pruebas de usuarios y los roles del equipo se cumplen y se rotan.	Corrige errores a partir de las pruebas y coopera adecuadamente.	La depuración es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el programa o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo de 3-4: un ordenador o tableta del centro con un entorno visual de bloques (Scratch, App Inventor, MakeCode u otro equivalente) o con Python 3 y un editor sencillo; cuentas del centro, nunca personales.
- Plantillas de los Anexos 3 y 4, tabla de casos de prueba (F7) impresa y bolígrafos de dos colores para anotar el resultado esperado y el obtenido.
- Banco de iconos del aula con licencia CC0 o CC BY, y una carpeta compartida cerrada del centro para guardar las versiones del programa (v0.1, v0.2…).

Seguridad, privacidad y uso responsable

Todos los datos son ficticios: no se escriben nombres, teléfonos ni importes reales de familias ni de compañeros. Las aplicaciones se ejecutan y se comparten solo dentro del entorno cerrado autorizado por el centro (carpeta o proyecto compartido de la clase), sin publicar en abierto. Se usan solo iconos y recursos con licencia compatible, citando autoría y licencia. Se cuida la ergonomía: pausas de 5 minutos cada 30-40 minutos y pantalla a la altura de los ojos.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (porcentajes, redondeo, números enteros y decimales) y Lengua Castellana (mensajes claros para el usuario, redacción de la documentación y de las instrucciones).

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

Código base y funcionalidades obligatorias reducidas.

Ampliación

Anexo 9

Añadir almacenamiento local simulado o una funcionalidad de IA preconfigurada y analizar su utilidad.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 6 · Programa una solución

ALUMNADO

Sábado de mercadillo: cola de veinte personas, una calculadora y un voluntario que duda si 2,50 € por 5 libros con un 10 % de descuento son 11,25 € o 12,50 €. Se equivoca, la clienta protesta y la caja no cuadra al final del día. Vosotros y vosotras vais a resolverlo como lo hace un equipo de desarrollo: entenderéis qué necesita la persona que cobra, dibujaréis el algoritmo, programaréis una primera versión que ya funcione, la someteréis a casos extraños y a usuarios de verdad, la depuraréis y la compartiréis con licencia. ¿Os atrevéis a tener una miniaplicación lista para la caja?

> *¿Cómo diseñamos una aplicación sencilla que resuelva una necesidad real?*

Vuestro reto

Diseñar, programar, probar y documentar una miniaplicación que resuelva una de las necesidades propuestas, con diagrama de flujo, interfaz pensada para el usuario, casos de prueba normales y límite, registro de errores depurados y licencia, de modo que otro equipo pueda entenderla, ejecutarla y modificarla.

Lo que vais a producir

Miniaplicación o prototipo programado.

Seguridad. Todos los datos son ficticios: no se escriben nombres, teléfonos ni importes reales de familias ni de compañeros.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos el caso del mercadillo, elegimos una necesidad y la descomponemos.
2. Dibujamos el diagrama de flujo y el caso de uso.
3. Construimos la versión mínima y su interfaz.
4. Añadimos variables, condiciones y bucle.
5. Probamos con casos límite y con usuarios, y depuramos.
6. Documentamos versiones y elegimos la licencia.
7. Demostramos la aplicación y modificamos un programa nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Analizar una necesidad susceptible de solución digital y descomponerla en entradas, proceso y salidas.
- Representar un algoritmo con un diagrama de flujo y describir cómo lo usaría una persona (caso de uso).
- Programar la solución con variables, condiciones, bucles y eventos en un entorno visual o textual, empezando por una versión mínima.
- Diseñar una interfaz básica clara y accesible, y probar la aplicación con casos normales y límite y con usuarios, depurando los errores encontrados.
- Documentar versiones, errores corregidos y licencia del contenido reutilizado, respetando los derechos de autor.

¿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 · Programa una solución

ALUMNADO

Todo lo necesario para programar sin búsquedas improvisadas: el caso del mercadillo, las cuatro necesidades entre las que elegir, el diagrama de flujo y la interfaz de la aplicación resuelta, su programa en Python y en bloques, la tabla de casos de prueba, el protocolo de pruebas con usuarios y depuración, una guía de licencias y versiones, y un glosario.

F1 Caso: la caja del mercadillo solidario de 2.º B

ESTUDIO DE CASO

El mercadillo solidario del IES Ribera del Júcar reúne libros, juegos y ropa donados por las familias. Todo lo que se recaude irá a un banco de alimentos del barrio. Las normas de la caja son:

- Cada artículo tiene un precio unitario (por ejemplo, un libro de bolsillo a 2,50 €).
- **Oferta:** si una persona compra **5 o más artículos del mismo precio**, se le descuenta un **10 %** del total.
- La persona entrega dinero. Si no llega, hay que decirle **cuánto falta**; si llega, se calcula el **cambio**.
- Al cerrar, hay que saber **cuántas ventas** se han hecho y **cuánto dinero** hay en caja.

En el ensayo general, la tutora anotó lo que ocurría con 20 ventas simuladas: 6 cambios mal calculados, 3 veces que se olvidó el descuento y un recuento final con 4,50 € de diferencia. Marta, la voluntaria de caja, resume: «Con la cola delante me equivoco, no me da tiempo a pensar». Daniel, que ayuda con las cuentas, añade: «Y cuando alguien da el dinero justo, no sé qué escribir en el cambio».

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno (centro, personas e importes inventados).

Subraya cuatro datos de la caja que una aplicación debería calcular o recordar. ¿Qué entradas necesita el programa y qué salidas debe mostrar?

F2 Cuatro necesidades entre las que elegir

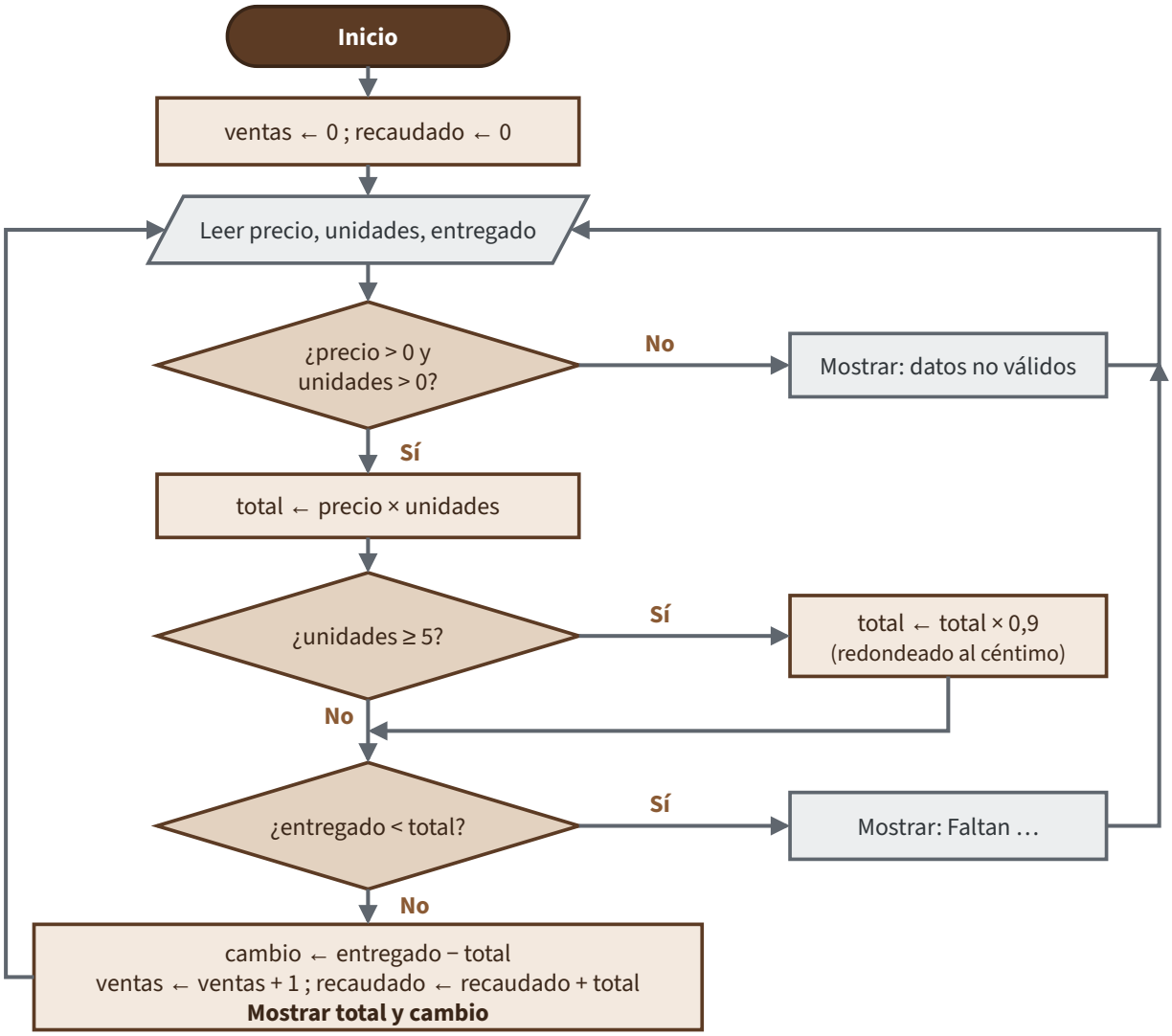
DATOS

Necesidad	Quién la tiene	Entradas	Salidas	Decisión y variable clave
A. Caja del mercadillo	Voluntarios del mercadillo	Precio, unidades y dinero entregado	Total, cambio o lo que falta, nº de ventas y recaudado	Descuento del 10 % desde 5 unidades; variables ventas y recaudado
B. Nota media ponderada	Alumnado que quiere saber cómo va una materia	Notas de exámenes, trabajos y actitud (0-10)	Nota media y mensaje «aprobado» o «suspenso»	Pesos 60 %, 30 % y 10 %; aprobado si la media es 5 o más
C. Contador de aforo de la biblioteca	Responsable de la biblioteca de aula (máximo 30 personas)	Pulsaciones de «entra» y «sale»	Personas dentro y mensaje «Completo» o «Hay sitio»	Variable personas; no puede ser negativa ni pasar de 30
D. Cuestionario de reciclaje	Profesorado que prepara una actividad de repaso	Respuesta a cada una de 5 preguntas	Puntuación y mensaje de ánimo	Variable puntos; se suma 1 si la respuesta es correcta; bucle por pregunta

Cada equipo elige una. El caso resuelto en este dossier es la **A**. Quien elija B, C o D debe seguir los mismos pasos: descomponer, dibujar el diagrama, programar la v0.1, añadir decisiones, probar y documentar.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Necesidades y reglas ficticias, pensadas para que se programen en una o dos sesiones.

F3 **Diagrama de flujo de la caja del mercadillo (necesidad A)** ESQUEMA

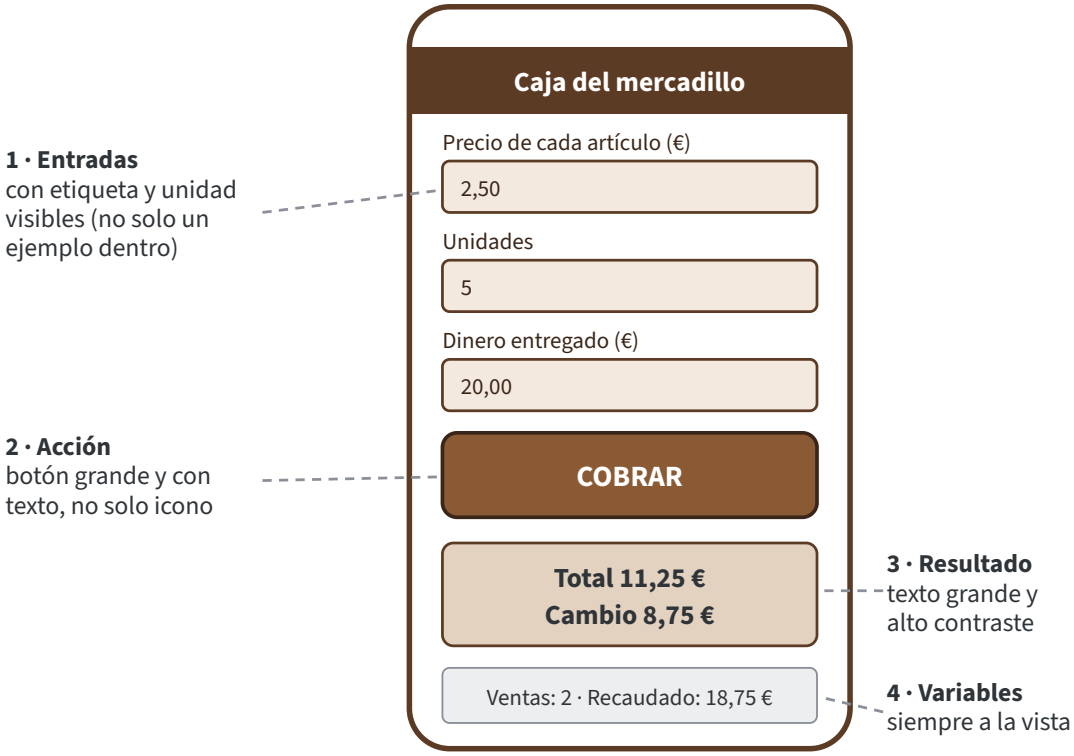


Los **rombos** son decisiones: de cada uno salen dos caminos (**Sí** / **No**). Las flechas que vuelven hacia arriba forman un **bucle**: la caja atiende a la persona siguiente. Si no hay descuento (salida «No» del segundo rombo), el total se queda como estaba.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Versión simplificada: no se dibuja la orden de cierre, que muestra ventas y recaudado y termina el programa.

F4 Boceto de la interfaz de la caja (wireframe)

ESQUEMA



Una buena interfaz se entiende sin explicaciones: **etiqueta** cada entrada, usa **botones grandes** (al menos 44 píxeles de alto en pantallas táctiles), muestra el resultado con **texto grande** y buen **contraste**, y escribe mensajes de error que digan cómo corregirlos («Escribe un número mayor que 0»).

Fuente: Esquema de elaboración propia. Un wireframe es un boceto de pantalla sin colores ni imágenes finales.

F5 Programa de la caja en Python (versión 1.0)

CÓDIGO

Todos los importes se guardan en **céntimos** (números enteros): así 2,50 € es 250 y no hay errores de redondeo de decimales.

PYTHON

```python
# Caja del mercadillo solidario - versión 1.0
# Los importes se guardan en céntimos (números enteros) para evitar errores de redondeo.

UMBRAL = 5          # unidades a partir de las cuales hay descuento
DESCUENTO = 10      # porcentaje de descuento

def a_centimos(texto):
    """Convierte «2,50» o «2.5» en 250 céntimos."""
    return round(float(texto.replace(",", ".")) * 100)

def en_euros(cent):
    """Convierte 1125 céntimos en «11,25 €»."""
    return f"{cent // 100},{cent % 100:02d} €"

def calcular_total(precio, cantidad):
    """Devuelve el total en céntimos, con descuento si cantidad ⩾ UMBRAL."""
    total = precio * cantidad
    if cantidad ⩾ UMBRAL:
        total = (total * (100 - DESCUENTO) + 50) // 100   # redondeo al céntimo
    return total

def cobrar(precio, cantidad, entregado):
    """Devuelve (mensaje, total cobrado en céntimos)."""
    if precio ⩽ 0 or cantidad ⩽ 0:
        return "Datos no válidos: precio y cantidad deben ser mayores que 0", 0
    total = calcular_total(precio, cantidad)
    if entregado < total:
        return "Faltan " + en_euros(total - entregado), 0
    return "Total " + en_euros(total) + " · Cambio " + en_euros(entregado - total), total

ventas = 0
recaudado = 0
while True:                                  # bucle: una venta tras otra
    texto = input("Precio de cada artículo en € (FIN para cerrar): ")
    if texto.upper() == "FIN":
        break
    try:
        precio = a_centimos(texto)
        cantidad = int(input("Unidades: "))
        entregado = a_centimos(input("Dinero entregado en €: "))
    except ValueError:
        print("Escribe solo números")
        continue
    mensaje, cobrado = cobrar(precio, cantidad, entregado)
    print(mensaje)
    if cobrado > 0:
        ventas = ventas + 1
        recaudado = recaudado + cobrado
print("Ventas:", ventas, "· Recaudado:", en_euros(recaudado))
```

Por qué céntimos: en Python, `0.1 + 0.2` da `0.30000000000000004`. Con enteros (`10 + 20 = 30`) no hay ese problema. **Por qué `+ 50` y `// 100`:** `//` es la división entera; sumar 50 antes de dividir entre 100 redondea al céntimo más cercano (4,455 € pasa a 4,46 €). En el listado, `≥`, `≤` y `═` pueden verse como ≥, ≤ y = (ligaduras de la tipografía), pero se escriben con dos caracteres.

Fuente: Programa de elaboración propia, ejecutado y probado con Python 3 (los resultados de F7 se han obtenido con este código).

F6 La misma caja en bloques (estilo Scratch o MakeCode)

PROGRAMA



Aquí los importes se escriben en céntimos, igual que dentro del programa de F5. En un entorno con **eventos**, el bloque «al presionar bandera verde» (o «al hacer clic en COBRAR») es el que arranca el programa.

Fuente: Programa de elaboración propia. Los nombres de los bloques cambian algo según el entorno; la lógica es la misma que en F5.

F7 Casos de prueba de la caja: esperado y obtenido

DATOS

N.º	Tipo	Precio (€)	Unidades	Entregado (€)	Resultado esperado	Obtenido	¿OK?
1	Normal	2,50	3	10,00	Total 7,50 €; cambio 2,50 €	Total 7,50 €; cambio 2,50 €	Sí
2	Normal con descuento	2,50	5	20,00	Total 11,25 €; cambio 8,75 €	Total 11,25 €; cambio 8,75 €	Sí
3	Límite: justo antes del descuento	1,20	4	5,00	Total 4,80 €; cambio 0,20 €	Total 4,80 €; cambio 0,20 €	Sí
4	Límite: redondeo	0,99	5	10,00	Total 4,455 € redondeado a 4,46 €; cambio 5,54 €	Total 4,46 €; cambio 5,54 €	Sí
5	Límite: dinero justo	3,00	2	6,00	Total 6,00 €; cambio 0,00 €	Total 6,00 €; cambio 0,00 €	Sí
6	Error: dinero insuficiente	3,00	2	5,00	Faltan 1,00 €	Faltan 1,00 €	Sí
7	Error: unidades = 0	2,00	0	5,00	Datos no válidos	Datos no válidos	Sí
8	Error: texto en vez de número	abc	1	1,00	Escribe solo números	Escribe solo números	Sí

Casos normales: lo que ocurre casi siempre. **Casos límite:** los valores justo en el borde de una regla (4 y 5 unidades, dinero justo, redondeo). **Casos de error:** datos que no deberían entrar. Un buen conjunto de pruebas incluye los tres tipos.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Los resultados «obtenidos» se han calculado ejecutando el programa de F5.

F8 Protocolo de pruebas con usuarios y depuración

PROTOCOLO

Material y herramientas: ordenador o tableta del centro, la aplicación en su versión actual, la tabla de pruebas (F7), el registro de incidencias (Ficha 5) y un cronómetro.

Equipo de protección y riesgos: no hay riesgo físico, pero sí de privacidad y de salud visual. Datos solo ficticios; ninguna cuenta personal; pausa de 5 minutos cada 30-40 minutos.

Procedimiento:

1. Escribe, antes de ejecutar, el resultado **esperado** de cada caso de prueba (calcúlalo con papel y lápiz).
2. Ejecuta uno a uno los casos de F7 y anota el resultado **obtenido**. Marca con un aspa los que no coinciden.
3. Para cada fallo, localiza el error con una **prueba de escritorio**: sigue el programa línea a línea con los datos del caso y anota el valor de cada variable.
4. Corrige **un solo error cada vez** y vuelve a ejecutar todos los casos (un arreglo puede romper otra cosa).
5. Pide a dos personas que no sean del equipo que usen la aplicación **sin ayudarles**. Anota cuánto tardan, dónde dudan y qué mensaje no entienden.
6. Guarda cada versión con un nombre nuevo (v0.1, v0.2…) y apunta en el historial qué cambió.

Cierre y privacidad: guarda el proyecto en la carpeta compartida cerrada del centro, sin datos reales, y cierra la sesión del equipo. No publiques la aplicación fuera del entorno autorizado.

Resultado esperable: una tabla de pruebas completa, un registro de al menos tres incidencias con su causa y una aplicación que supere todos los casos.

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

F9 Licencias Creative Commons y registro de versiones

DATOS

Licencia	¿Qué puedes hacer?	¿Qué debes hacer?
CC0	Usar, copiar y modificar sin condiciones, también con fines comerciales	Nada obligatorio (conviene citar la fuente)
CC BY	Copiar, modificar y compartir, también con fines comerciales	Citar la autoría y la licencia
CC BY-SA	Copiar, modificar y compartir, también con fines comerciales	Citar la autoría y compartir lo derivado con la misma licencia
CC BY-NC	Copiar, modificar y compartir, solo sin fines comerciales	Citar la autoría
CC BY-ND	Copiar y compartir sin modificar, también con fines comerciales	Citar la autoría y no cambiar la obra (ni recolorearla)

Cómo se cita un recurso (título, autoría, fuente y licencia): «Icono *Moneda*, de Marta R. (ficticia), banco de iconos del centro, licencia CC BY 4.0».

Historial de versiones (modelo):

- **v0.1** · Solo calcula el total (precio × unidades).
- **v0.2** · Añade el descuento y el mensaje de dinero insuficiente.
- **v0.3** · Corrige el redondeo con céntimos enteros y añade los contadores.
- **v1.0** · Supera los 8 casos de prueba y se publica en la carpeta cerrada con licencia CC BY-SA 4.0.

Fuente: Tabla de elaboración propia a partir de la información de Creative Commons (creativecommons.org, licencias versión 4.0 y CC0 1.0). En Scratch, los proyectos compartidos en su web se publican con la licencia CC BY-SA 2.0 (política de uso del Equipo Scratch).

F10 Glosario de programación y documentación

GLOSARIO

Algoritmo	Lista ordenada y finita de pasos que resuelve un problema.
Diagrama de flujo	Dibujo del algoritmo con símbolos (inicio/fin, entrada/salida, proceso, decisión) unidos por flechas.
Variable	Espacio con nombre donde el programa guarda un dato que puede cambiar (por ejemplo, ventas).
Condición	Pregunta que se responde con sí o no y que decide qué instrucciones se ejecutan.
Bucle	Estructura que repite instrucciones mientras se cumpla una condición o un número de veces.
Evento	Algo que ocurre (un clic, una tecla, la bandera verde) y que activa unas instrucciones.
Caso de prueba	Datos de entrada concretos y resultado esperado para comprobar un programa.
Caso límite	Caso en el borde de una regla (por ejemplo, 4 y 5 unidades cuando el descuento empieza en 5).
Depurar	Buscar, entender y corregir los errores de un programa.
Versión	Estado guardado de un programa con un nombre o número (v0.1, v1.0) para poder volver atrás.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 6 · Programa una solución

ALUMNADO

FICHA 1 Elegimos la necesidad

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, analiza el caso del mercadillo (F1) y las cuatro necesidades de F2.

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

Un algoritmo es…

◯ un tipo de pantalla táctil ◯ una lista ordenada de pasos para resolver un problema

◯ un programa escrito solo en Python

Una variable sirve para…

◯ elegir entre dos caminos ◯ repetir cinco veces una acción ◯ guardar un dato que puede cambiar

Un bucle…

◯ repite instrucciones mientras se cumple una condición ◯ borra los errores del código

◯ dibuja la interfaz de la aplicación

Un caso límite es…

◯ un dato en el borde de una regla, como 4 y 5 unidades ◯ un programa con muchos errores

◯ una versión final sin pruebas

2 **Con F1: ¿qué problema concreto tiene la caja del mercadillo? Escribe tres datos del caso que lo demuestren.**

_____

_____

_____

_____

3 **Elegid en equipo una necesidad de F2 y descomponedla.**

Pregunta	Respuesta de nuestro equipo
Necesidad elegida (A, B, C o D)	
¿Quién la usará?	
Entradas (datos que se piden)	
Proceso (cálculos y decisiones)	
Salidas (lo que se muestra)	

4 **Escribid el reto como «¿Cómo podríamos… para que…?» y dos requisitos que se puedan comprobar.**

FICHA 2 Diagrama de flujo y caso de uso

SESIÓN 2

Usa el diagrama de flujo de la caja (F3) y el glosario (F10).

1 **Relaciona cada símbolo del diagrama de flujo con su significado.**

1	Óvalo o rectángulo redondeado	a	Entrada o salida de datos
2	Rectángulo	b	Proceso o cálculo
3	Rombo	c	Decisión con dos caminos (sí / no)
4	Paralelogramo	d	Inicio o fin

2 **Sigue el diagrama F3 con este caso: precio 2,00 €, 6 unidades, dinero entregado 10,00 €. Completa la traza.**

Paso	Valor o respuesta
Total sin descuento (precio × unidades)	
¿unidades ≥ 5? (sí / no)	
Total tras la decisión	
¿entregado < total? (sí / no)	
Mensaje que se muestra	

3 **Caso de uso de vuestra aplicación: describid quién hace qué y qué obtiene.**

Actor	Acción	Resultado que obtiene

4 **Dibujad el diagrama de flujo de vuestra aplicación con los símbolos correctos. Debe incluir al menos una decisión y un camino que vuelva atrás.**

FICHA 3 Interfaz y versión mínima (v0.1)

SESIÓN 3

Usa el boceto de interfaz (F4) y el programa de F5 o de F6. La v0.1 solo debe hacer lo esencial.

1 **Convierte los importes a céntimos, como hace el programa.**

Importe	Céntimos
0,99 €	
12,50 €	
3 €	
1,05 €	

2 **Dibujad el boceto de la interfaz de vuestra aplicación: entradas con etiqueta, botón, resultado y contadores. Rotulad cada elemento.**

3 **Completa la versión mínima de la caja (solo calcula el total).**

PYTHON

```
precio = a_centimos(input("Precio de cada artículo en €: "))
cantidad = int(input("Unidades: "))
total = ___ * ___
print("Total:", en_euros(___))
```

4 **Anotad qué debe hacer exactamente la v0.1 de vuestra aplicación y qué dejáis para la v0.2.**

FICHA 4 Decisiones, variables y bucles (v0.2) SESIÓN 4

Usa calcular_total del programa de F5 y el glosario (F10).

1 **Prueba de escritorio. Con UMBRAL = 5 y DESCUENTO = 10, calcula qué devuelve calcular_total(precio, cantidad) (en céntimos). Apunta cada paso.**

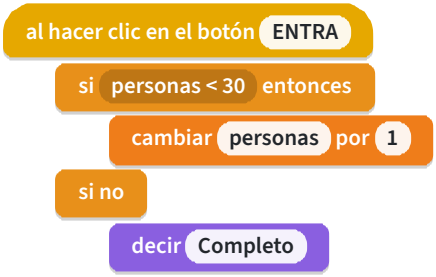
precio	cantidad	total = precio × cantidad	¿cantidad ≥ 5?	Valor devuelto (céntimos)
250	3			
250	5			
99	5			
1000	10			

2 **Completa la condición que decide si falta dinero.**

PYTHON

```
total = calcular_total(precio, cantidad)
if entregado ___ total:
    mensaje = "Faltan " + en_euros(total - entregado)
else:
    mensaje = "Cambio " + en_euros(___ - ___)
```

3 **Lee este programa de bloques de la necesidad C (contador de aforo) y explica qué hace y para qué sirve la variable.**



4 **Diseñad una funcionalidad nueva para vuestra aplicación que use una variable y una decisión. Describid cómo funciona con un ejemplo con datos.**

FICHA 5 Pruebas, usuarios y depuración

SESIÓN 5

Sigue el protocolo F8 y el modelo de pruebas de F7. Trabaja con otro equipo como usuario.

1 **Tabla de pruebas de vuestra aplicación: al menos dos casos normales, dos casos límite y un caso de error. Calculad el resultado esperado antes de ejecutar.**

N.º	Tipo	Datos de entrada	Resultado esperado	Obtenido	¿OK?

2 **Depura. El programa siguiente tiene tres errores. Encuéntralos y explica el fallo que provocaría cada uno.**

PYTHON

```python
def calcular_total(precio, cantidad):
    total = precio + cantidad
    if cantidad > UMBRAL:
        total = (total * (100 - DESCUENTO) + 50) // 100
    return total

def cobrar(precio, cantidad, entregado):
    total = calcular_total(precio, cantidad)
    if entregado > total:
        return "Faltan " + en_euros(total - entregado)
    return "Cambio " + en_euros(entregado - total)
```

Línea	Qué está mal	Qué ocurre al ejecutarlo	Corrección

3 **Registro de incidencias de vuestra aplicación: apuntad al menos tres errores reales que hayáis encontrado.**

Versión	Error observado	Causa	Solución aplicada

4 **Dos estrellas y un deseo de dos usuarios que no sean del equipo.**

Usuario	Estrella 1	Estrella 2	Deseo
1			
2			

FICHA 6

Versiones, comentarios y licencia

SESIÓN 6

Usa el historial de versiones y la tabla de licencias (F9).

1 **Completa el historial de versiones de vuestra aplicación.**

Versión	Qué cambió	Quién lo hizo	Fecha
v0.1			
v0.2			
v0.3			
v1.0			

2 **Relaciona cada licencia con lo que permite.**

1	CC0	a	Modificar citando solo la autoría
2	CC BY	b	Compartir sin modificar la obra
3	CC BY-SA	c	Copiar y modificar sin condiciones
4	CC BY-ND	d	Modificar citando autoría y manteniendo la misma licencia

3 **Quieres usar el icono «Moneda» (de Marta R., ficticia; banco de iconos del centro; licencia CC BY 4.0) en la interfaz. Escribe la atribución completa. Después, razona si podrías recolorear un icono con licencia CC BY-ND.**

4 **Elegid la licencia de vuestra aplicación y justificadla. Añadid un comentario de cabecera para el código con nombre del programa, versión, autoría y licencia.**

FICHA 7 Evidencia individual: nuevas reglas de descuento

SESIÓN 7

Trabajo individual. Modifica la caja del mercadillo con una regla nueva y pruébala.

1 **La tutora cambia la oferta: de 5 a 9 unidades, un 10 % de descuento, y desde 10 unidades, un 20 %. Completa la función.**

PYTHON

```python
def calcular_total(precio, cantidad):
    total = precio * cantidad
    if cantidad ⩾ 10:
        porcentaje = ___
    elif cantidad ⩾ ___:
        porcentaje = ___
    else:
        porcentaje = 0
    return (total * (100 - porcentaje) + 50) // 100
```

2 **Prueba la función nueva con un artículo de 2,00 € (200 céntimos). Calcula el total en céntimos para cada cantidad.**

Unidades	Total sin descuento (céntimos)	Porcentaje	Total devuelto (céntimos)
4			
5			
9			
10			

3 **Compara el total de 9 y de 10 unidades. ¿Qué observas? ¿Es un problema de la regla? ¿Qué cambio propondrías?**

4 **Explica con tus palabras para qué sirven en la aplicación una variable (ventas) y un bucle, y cómo se vería el resultado si faltara el bucle.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 6 · Programa una solución

ALUMNADO

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

Memoria técnica de nuestra miniaplicación. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la demostración final.

Necesidad y usuarios

¿Qué problema resuelve y quién la usa?

Entradas, proceso y salidas

Datos que pide, cálculos y resultados.

Diagrama de flujo

Algoritmo con símbolos correctos.

Interfaz (boceto)

Entradas, botón, resultado y contadores rotulados.

Código o bloques

Fragmento clave con comentarios.

Casos de prueba

Normal, límite y error: esperado y obtenido.

Errores depurados y versiones

Qué falló, causa y arreglo; versión final.

Licencia, recursos y mejoras

Licencia, atribuciones y siguientes pasos.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 6 · Programa una solución

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Miniaplicación o prototipo programado**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La necesidad está descrita con usuarios concretos y descompuesta en entradas, proceso y salidas.
- [ ] El diagrama de flujo usa los símbolos correctos y contiene una decisión y un camino que vuelve atrás.
- [ ] La aplicación funciona y usa al menos una variable, una condición y un bucle o un evento.
- [ ] La interfaz tiene entradas etiquetadas con su unidad, un botón claro y el resultado con texto grande y buen contraste.
- [ ] La tabla de pruebas incluye casos normales, casos límite y casos de error, con resultado esperado y obtenido.
- [ ] Los errores corregidos están registrados con su causa y se conserva el historial de versiones.
- [ ] Los datos son ficticios y la aplicación se ha guardado solo en el entorno cerrado del centro.
- [ ] Los iconos y recursos tienen licencia compatible y su atribución completa; la aplicación indica su propia licencia.
- [ ] El código está comentado y otra persona puede ejecutarlo siguiendo las instrucciones.

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 · Programa una solución

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Miniaplicación o prototipo programado**. 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 una necesidad real con usuarios concretos, la descompone en entradas, proceso y salidas, dibuja un diagrama de flujo correcto y diseña una interfaz que justifica con criterios de claridad y accesibilidad.	Define la necesidad y dibuja un diagrama de flujo y una interfaz adecuados, con alguna justificación breve.	La necesidad es vaga, el diagrama tiene fallos de lógica o la interfaz no se ha pensado para el usuario.	No relaciona la aplicación con una necesidad ni con un algoritmo.	
Funcionamiento / evidencia	La aplicación funciona con variables, condiciones y bucle; supera los casos normales y los límite de la tabla de pruebas, que muestra resultado esperado y obtenido, e interpreta sus límites.	La aplicación cumple su función principal y se aportan pruebas de los casos normales y de algún caso límite.	Funciona solo en parte, falla con algún dato límite o las pruebas son incompletas.	La aplicación no funciona o no hay pruebas.	
Documentación técnica	Código o bloques con comentarios, historial de versiones, errores corregidos con su causa, diagrama, interfaz y vocabulario técnico correctos: otro equipo podría ejecutarla y modificarla.	Documentación suficiente, con algún comentario, versión o error sin explicar.	Faltan versiones, comentarios o pruebas; cuesta entender cómo funciona.	Documentación insuficiente para comprender el programa.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Usa solo datos ficticios y un entorno cerrado, atribuye todos los recursos con su licencia, elige y justifica la licencia de su aplicación y cuida el uso responsable del equipo.	Usa datos ficticios, cita los recursos y elige una licencia.	Necesita recordatorios sobre datos personales, atribución o licencia.	Usa datos reales, recursos sin licencia o publica fuera del entorno cerrado.	
Iteración y cooperación	Registra los errores, su causa y su corrección, mejora la aplicación a partir de las pruebas de usuarios y los roles del equipo se cumplen y se rotan.	Corrige errores a partir de las pruebas y coopera adecuadamente.	La depuración es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el programa o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 6 · Programa una solución

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé dibujar un diagrama de flujo con decisiones y bucles y seguirlo con datos concretos.	○	○	○	○
Sé probar un programa con casos normales y límite y corregir el error que encuentro.	○	○	○	○
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 · Programa una solución

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Código base de la caja del mercadillo con las funcionalidades obligatorias reducidas: solo calcula el total y el cambio. Completa los huecos, pruébalo y añade una sola decisión.

Código base con huecos

Funcionalidades obligatorias (solo tres): leer los datos, calcular el total y mostrar el cambio. El descuento y los contadores son opcionales.

1. Convierte el precio y el dinero entregado a céntimos con `a_centimos`.
2. Calcula `total = precio * cantidad`.
3. Si `entregado < total`, muestra cuánto falta; si no, muestra el cambio.

Ejemplo resuelto

Datos: precio 2,00 €, 3 unidades, entrega 10,00 €.

- Céntimos: precio = 200; entregado = 1000.
- Total = 200 × 3 = 600 céntimos (6,00 €).
- ¿1000 < 600? No. Cambio = 1000 − 600 = 400 céntimos = 4,00 €.

1 **Completa el programa base.**

PYTHON

```
precio = a_centimos(input("Precio en €: "))
cantidad = int(input("Unidades: "))
entregado = a_centimos(input("Dinero entregado en €: "))
total = ___ * ___
if entregado < ___:
  print("Faltan", en_euros(total - entregado))
else:
  print("Cambio:", en_euros(___ - total))
```

2 **Comprueba el programa con estos casos y anota si coincide.**

Precio (€)	Unidades	Entregado (€)	Resultado esperado	¿Coincide?
1,50	4	10,00	Cambio 4,00 €	
2,00	3	5,00	Faltan 1,00 €	
3,00	2	6,00	Cambio 0,00 €	

3 **Añade a la caja una decisión: si las unidades son 0 o menos, debe mostrar «Datos no válidos». Escribe la línea de código o el bloque.**

ANEXO 9

Ampliación

SdA 6 · Programa una solución

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Guardar las ventas y valorar un módulo de IA

Una aplicación real guarda sus datos y puede apoyarse en la inteligencia artificial. Elige una de las dos mejoras para la caja (o para vuestra aplicación), prográmala en versión simulada y analiza si es útil.

Pasos

1. Opción A, almacenamiento local simulado: crea una lista (o un archivo ficticio ventas.txt) y guarda en ella el total de cada venta; al cerrar, muestra la lista, la suma y la venta más alta.
2. Opción B, módulo de IA preconfigurado: usa un bloque o función ya entrenada (por ejemplo, un clasificador de texto o un reconocedor de voz del entorno) para que el programa reconozca la orden «cobrar» o «borrar»; no entrenes ni subas datos personales.
3. Prueba tu mejora con tres casos (uno normal, uno límite y uno de error) y anota los resultados.
4. Analiza la utilidad: ¿qué problema resuelve?, ¿qué riesgo tiene (datos personales, errores del módulo de IA, privacidad)?, ¿qué haría falta para usarlo de forma segura en un mercadillo real?

Entrega

Programa con la mejora, tabla de tres pruebas y un análisis de utilidad y riesgos de 8-10 líneas.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 6 · Programa una solución

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: una lista ordenada de pasos para resolver un problema; guardar un dato que puede cambiar; repite instrucciones mientras se cumple una condición; un dato en el borde de una regla, como 4 y 5 unidades.
2. Datos del caso F1: 6 cambios mal calculados en 20 ventas, 3 olvidos del descuento y 4,50 € de diferencia en el recuento. El problema: calcular a mano total, descuento y cambio con cola es propenso a errores y la caja no cuadra.
3. Respuesta abierta según la necesidad. Modelo para A: usuarios, voluntarios de caja; entradas, precio, unidades y dinero entregado; proceso, total con descuento del 10 % desde 5 unidades y comparación con lo entregado; salidas, total, cambio o falta, nº de ventas y recaudado. Modelo para C: entradas, pulsaciones; proceso, sumar o restar sin pasar de 0 ni de 30; salidas, personas dentro y mensaje.
4. Modelo: «¿Cómo podríamos calcular el total y el cambio sin errores para que la cola avance rápido?». Requisitos comprobables: calcula el total con descuento correcto en el 100 % de los casos de la tabla de pruebas; un voluntario sin formación la usa para una venta en menos de 20 segundos.

Ficha 2

1. Óvalo, inicio o fin; rectángulo, proceso o cálculo; rombo, decisión con dos caminos (sí / no); paralelogramo, entrada o salida de datos.
2. Total sin descuento: 2,00 € × 6 = 12,00 €. ¿unidades ≥ 5? Sí. Total tras la decisión: 12,00 × 0,9 = 10,80 €. ¿entregado < total? 10,00 < 10,80: sí. Mensaje: «Faltan 0,80 €» (y no se suma a ventas ni a recaudado).
3. Respuesta abierta. Modelo para A: actor, voluntario; acción, escribe precio, unidades y dinero y pulsa COBRAR; resultado, ve el total y el cambio. Actor, responsable; acción, pide el cierre; resultado, ve ventas y recaudado.
4. Valorar símbolos correctos, entradas antes de usar los datos, al menos una decisión con dos salidas rotuladas y una flecha que vuelve a la entrada de datos.

Ficha 3

1. 0,99 € → 99; 12,50 € → 1250; 3 € → 300; 1,05 € → 105.
2. Valorar entradas con etiqueta y unidad, botón claro, resultado grande y contadores visibles, todo rotulado.
3. Código: total = precio * cantidad; print("Total:", en_euros(total)). Los dos primeros huecos son «precio» y «cantidad»; el tercero, «total».
4. Respuesta abierta. Debe distinguir lo esencial de la v0.1 (por ejemplo, entradas y total) de lo que se deja para la v0.2 (descuento, mensajes de error, contadores).

Ficha 4

1. (250, 3): 750, no hay descuento, devuelve 750. (250, 5): 1250; sí hay descuento; (1250 × 90 + 50) // 100 = 1125. (99, 5): 495; sí; (495 × 90 + 50) // 100 = 446. (1000, 10): 10000; sí; (10000 × 90 + 50) // 100 = 9000.
2. Condición: entregado < total. Cambio: en_euros(entregado - total).
3. El botón ENTRA suma 1 a la variable personas si hay menos de 30; si ya hay 30, muestra «Completo». La variable guarda cuántas personas hay dentro y recuerda el dato entre pulsaciones. Falta controlar el botón SALE y que no baje de 0.
4. Respuesta abierta. Ejemplo: variable «descuentoTotal» que acumula lo descontado a lo largo del día y mensaje «Oferta aplicada» si cantidad ≥ 5. Con datos: 5 libros a 2,50 € → total bruto 12,50 €, descuento 1,25 €.

Ficha 5

1. Tabla de pruebas propia. Se valorará que el esperado se calcule antes de ejecutar, que haya casos de los tres tipos y que se indique el nº del caso que falla.
2. Error 1 (línea 2): suma en lugar de multiplicar; con precio 250 y 3 unidades devuelve 253 en vez de 750. Error 2 (línea 3): usa «>» en lugar de «>=»; con exactamente 5 unidades no aplica el descuento (12,50 € en vez de 11,25 €). Error 3 (línea 9): la comparación está invertida; con total 750 y entregado 1000 muestra «Faltan -3,50 €» (importe absurdo) y cuando falta dinero muestra «Cambio» negativo. Correcciones: precio * cantidad; cantidad >= UMBRAL; entregado < total.
3. Respuesta abierta. Se valora que la causa sea técnica («no comprobaba el caso 0») y no «falló».
4. Comentarios de usuarios tal como los dicen; se espera al menos un deseo accionable (por ejemplo, un botón «Nueva venta»).

Ficha 6

1. Historial propio: cada versión con un cambio concreto y autoría (p. ej., v0.1 total; v0.2 descuento; v0.3 pruebas y contadores; v1.0 versión final).
2. CC0, copiar y modificar sin condiciones; CC BY, modificar citando solo la autoría; CC BY-SA, modificar citando autoría y manteniendo la misma licencia; CC BY-ND, compartir sin modificar la obra.
3. Atribución modelo: «Icono Moneda, de Marta R. (ficticia), banco de iconos del centro, licencia CC BY 4.0». No se puede recolorear un icono CC BY-ND, porque ND prohíbe crear obras derivadas (cambiarlo ya es una modificación).
4. Modelo: licencia CC BY-SA 4.0 porque se permite reutilizar la aplicación mejorándola si se comparte igual. Cabecera: # Caja del mercadillo · v1.0 · Equipo 3 (ficticio) · Licencia CC BY-SA 4.0.

Ficha 7

1. porcentaje = 20; elif cantidad >= 5; porcentaje = 10.
2. 4 uds: 800 céntimos, 0 %, 800. 5 uds: 1000, 10 %, 900. 9 uds: 1800, 10 %, 1620. 10 uds: 2000, 20 %, 1600.
3. Con 9 unidades se pagan 16,20 € y con 10 unidades 16,00 €: comprar una unidad más sale más barato. Es un efecto de la regla en escalón, que puede ser aceptable (incentiva comprar 10) pero conviene detectarlo; se podría aplicar el descuento por tramos o avisar al cliente. Valorar cualquier propuesta razonable.
4. La variable ventas guarda el número de ventas y conserva su valor mientras el programa corre; el bucle permite atender una venta tras otra. Sin bucle, el programa atendería una sola venta y terminaría, y los contadores no sumarían más de una.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Código: total = precio * cantidad; if entregado < total; print("Cambio:", en_euros(entregado - total)). Los dos primeros huecos son «precio» y «cantidad».
2. 1,50 € × 4 = 6,00 €; entregado 10,00 € → cambio 4,00 € (coincide). 2,00 € × 3 = 6,00 €; entregado 5,00 € → faltan 1,00 €. 3,00 € × 2 = 6,00 €; entregado 6,00 € → cambio 0,00 €.
3. if cantidad <= 0: print("Datos no válidos") (en bloques: si unidades < 1 entonces decir «Datos no válidos»).

Ampliación (Anexo 9)

1. Respuesta abierta. Opción A: lista con los totales (p. ej., 7,50; 11,25; 4,80 → suma 23,55 € y venta más alta 11,25 €). Opción B: orden «cobrar» reconocida por voz. Análisis esperable: utilidad (manos libres, accesibilidad) frente a riesgos (reconocimiento erróneo, grabación de voz, privacidad); un módulo preconfigurado debe usarse sin enviar voces ni datos personales y con alternativa manual.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (caso F1 y elección de necesidad, 50 min); sesión 2 (diagrama de flujo: dedicar 15 min a trazarlo en la pizarra con un caso); sesión 3 (v0.1, que debe funcionar al terminar la clase); sesión 4 (decisiones, variables y bucle); sesión 5 (pruebas cruzadas entre equipos y depuración); sesión 6 (versiones, comentarios y licencia, 40 min); sesión 7 (demostraciones de 3 minutos y ficha individual de 15).
- Preparación: comprobar que el entorno (Scratch, App Inventor, MakeCode o Python) funciona con las cuentas del centro, abrir la carpeta compartida cerrada y tener impreso el programa de F5 y los bloques de F6 como código base. El caso de la caja A se ha ejecutado con Python 3: todos los resultados de F7 son reproducibles.
- Diferenciación: el Anexo 8 reduce el programa a leer, calcular y mostrar el cambio, con código base; el Anexo 9 propone almacenamiento simulado o IA preconfigurada. Las necesidades B, C y D tienen la misma dificultad que A; si un equipo propone una necesidad propia, validad que tenga entradas, una decisión y una variable.
- Privacidad y ética: ningún dato real; cuentas del centro; las aplicaciones de ejemplo no se publican fuera del entorno cerrado. En la parte de IA, solo módulos preconfigurados y sin subir voces ni imágenes del alumnado.

Errores frecuentes

- Escribir el diagrama de flujo con una decisión que no tiene dos salidas rotuladas, o sin ningún camino de vuelta.
- Usar «>» en lugar de «>=» (o al revés) en el límite de una regla y no detectarlo porque no se prueba el caso de 4 y 5 unidades.
- Guardar importes en decimales (0,1 + 0,2) y obtener resultados como 0,30000000000000004; en el programa de ejemplo se usan céntimos enteros.
- Probar solo los casos que funcionan y no los de error (cero, negativo, texto).
- Cambiar varias cosas a la vez al depurar y no saber cuál arregló el fallo, o no guardar la versión anterior.
- Usar iconos descargados de internet sin comprobar la licencia ni citar la autoría.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar cualquier necesidad razonable con entradas, una decisión y una variable, aunque no esté en F2.
- Valorar más la lógica, las pruebas y la depuración documentada que el aspecto de la interfaz.
- En los casos de prueba, exigir que el resultado esperado se haya calculado antes de ejecutar el programa.
- En la ficha 7, aceptar soluciones distintas para el efecto escalón siempre que se detecte y se justifique.

07

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Robot con sentidos

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo consigue un robot detectar lo que ocurre y actuar de forma automática?

CURSO 2.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · C
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE3, CE4, CE5	**PRODUCTO FINAL** Robot o simulación con sensor y actuador	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 5.1, 5.3, 3.1, 4.1

Contexto, reto y producto

En el IES Vega del Tajuña (centro ficticio), la biblioteca presta cada semana cajas de libros a las aulas de 1.º y 2.º. El pasillo del ala norte mide solo 1,8 m de ancho y a la hora del recreo se llena de mochilas, estudiantes y alguna silla de ruedas. El club de robótica propone un carrito autónomo, el **BiblioBot**, que lleve las cajas de la biblioteca a las aulas a velocidad de paseo… siempre que sea capaz de **detectar lo que tiene delante y detenerse a tiempo**. La dirección acepta probarlo solo si el prototipo demuestra, con datos, que se para antes de tocar nada.

En esta situación, el alumnado descubre cómo un robot «siente» y «actúa». Primero **analiza sistemas automáticos** y los descompone en **sensor, controlador y actuador**; después **prueba un sensor de distancia por ultrasonidos y varios actuadores** en un simulador o en una placa, **diseña el algoritmo** (una respuesta condicionada por una entrada), **monta y programa** el prototipo de baja tensión, **calibra el umbral** con medidas reales, **resuelve fallos** y documenta todo el proceso. El producto es un robot (o una simulación equivalente) con un sensor y un actuador, con su diagrama de bloques, algoritmo, esquema de montaje, tabla de calibración y registro de depuración.

Reto

Construir y programar (o simular) un robot que mida la distancia con un sensor de ultrasonidos y se detenga y avise cuando un obstáculo esté más cerca de un umbral que el equipo calibre con medidas, documentando el montaje, el algoritmo y las pruebas para que otro equipo pueda reproducirlo.

Producto final

Robot o simulación con sensor y actuador.

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

- Sistemas de control programado: entrada (sensor), proceso (microcontrolador con un programa) y salida (actuador); respuesta condicionada y bucle continuo de medida y decisión.
- Sensor de ultrasonidos: principio de eco, fórmula d = v × t ÷ 2, alcance, ángulo de detección y límites con superficies blandas o inclinadas.
- Electricidad y electrónica básica: esquema de conexión, LED con resistencia limitadora (ley de Ohm, serie E12), potencia de un motor frente a la corriente de un pin, driver de motores y masa común, siempre en baja tensión.
- Fundamentos de robótica: velocidad del robot a partir del diámetro de la rueda y las revoluciones, distancia de parada y margen de seguridad, simulador o prototipo físico.
- Calibración y depuración: umbral y error de medida, histéresis, fallo seguro, tarjetas de avería y registro de pruebas; el error como fuente de información.

Objetivos didácticos

- Distinguir sensor, controlador y actuador en sistemas automáticos cotidianos y en el robot, y representarlos en un diagrama de bloques.
- Calcular una distancia a partir del tiempo de eco, la resistencia de un LED y la velocidad del robot, con unidades correctas.
- Diseñar y programar una respuesta condicionada por una entrada (si la distancia es menor que el umbral, el robot se detiene y avisa).
- Montar un circuito de baja tensión (sensor, driver, motores, LED y zumbador) o simularlo, interpretando su esquema de conexión y respetando las normas de seguridad.
- Probar, calibrar y depurar el comportamiento del robot con datos, y documentar el algoritmo, los fallos y las mejoras.

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 sistemas automáticos y los dividimos en sensor, controlador y actuador

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, tabla de sistemas automáticos (F1), análisis del diagrama de bloques del BiblioBot (F2) y requisitos del robot.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Probamos el sensor de distancia y los actuadores en simulador o placa

Evidencia: Ficha 2: tiempos de eco y distancias calculados (F5), resistencia del LED, tabla de lecturas reales y explicación del driver.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Diseñamos el algoritmo de decisión del robot

Evidencia: Ficha 3: tabla de decisión, diagrama de flujo y pseudocódigo completado con la regla de parada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Montamos y programamos el prototipo siguiendo el esquema de conexión

Evidencia: Ficha 4: esquema de conexión completado (F4), tabla de pines, código de movimiento y lista de comprobación previa a conectar.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Calibramos el umbral y registramos las pruebas del robot

Evidencia: Ficha 5: error del sensor con los datos de F8, distancia de parada, umbral elegido y tabla de pruebas del equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Resolvemos fallos con tarjetas de avería y optimizamos el comportamiento

Evidencia: Ficha 6: tarjetas de avería resueltas, comparación con y sin histéresis y registro de depuración.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Hacemos la demostración técnica del robot y una explicación individual con un caso nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: sistema de la papelera automática con tiempo de eco, algoritmo y explicación.

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 descrito con tabla de decisión, diagrama de flujo y pseudocódigo correctos, incluidos los casos límite (distancia igual al umbral y ausencia de eco), y aplicado a un caso nuevo en la ficha 7.	Fichas 3, 6 y 7 / lista de cotejo
5.3	Programación y control de un robot o simulación con un sensor de distancia y actuadores (motores, LED y zumbador), con respuesta condicionada en bucle y depuración documentada de los fallos.	Fichas 4 y 6, programa y demostración / rúbrica y observación
3.1	Montaje del circuito de baja tensión según el esquema (sensor, driver, motores, LED con resistencia de 220 Ω) con las normas de seguridad, y calibración del umbral con medidas, error y distancia de parada.	Fichas 2, 4 y 5, prototipo / observación sistemática y rúbrica
4.1	Documentación técnica: diagrama de bloques, esquema de conexión, algoritmo, tabla de calibración, tarjetas de avería y explicación oral con vocabulario técnico (sensor, actuador, umbral, eco).	Ficha 1 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	Formula requisitos medibles (distancia de parada, avisos, tensión máxima), representa el sistema en un diagrama de bloques correcto y diseña un algoritmo con casos límite razonados.	Define requisitos y diagrama de bloques adecuados y un algoritmo correcto con la decisión principal.	Requisitos poco medibles, diagrama con sensor, controlador o actuador confundidos o algoritmo incompleto.	No relaciona el robot con una necesidad ni distingue sus partes.
Funcionamiento / evidencia	El robot se detiene en todas las pruebas antes de tocar el obstáculo; el umbral está calibrado con datos de error y de distancia de parada, y se interpretan los límites (superficies blandas, ángulo, falta de eco).	El robot se detiene ante el obstáculo en la mayoría de las pruebas y hay una tabla de calibración con datos.	Funciona solo en parte o el umbral se ha elegido sin medir.	El robot no detecta el obstáculo o no hay ninguna prueba.
Documentación técnica	Esquema de conexión, algoritmo, cálculos con unidades, tabla de pruebas y registro de depuración claros y reproducibles por otro equipo.	Documentación suficiente, con algún cálculo, pin o unidad sin indicar.	Faltan cálculos, el esquema es ambiguo o las pruebas están incompletas.	Documentación insuficiente para entender el robot.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja siempre en baja tensión, desconecta antes de recablear, razona el fallo seguro del robot, reutiliza materiales y recoge los residuos electrónicos y las pilas correctamente.	Cumple las normas de seguridad y de baja tensión y recoge los residuos.	Necesita recordatorios al recablear o al probar el robot.	Incumple normas de seguridad o conecta el motor a un pin de la placa.
Iteración y cooperación	Registra cada fallo con su causa y su solución, mejora el robot a partir de las pruebas (por ejemplo, la histéresis) y los roles se cumplen y se rotan.	Corrige fallos a partir de las pruebas y coopera adecuadamente.	La depuración es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el robot o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo de 3-4: placa tipo Arduino (5 V) con cable USB, sensor de ultrasonidos HC-SR04 (o equivalente), módulo driver de motores de 2 canales, 2 motorreductores de corriente continua de 3-6 V con ruedas (chasis de kit o de cartón y madera), portapilas de 4 pilas AA (6 V), 1 LED rojo, 1 resistencia de 220 Ω, 1 zumbador activo de 5 V, protoboard y cables de conexión.
- Alternativa sin material físico: simulador de circuitos y de bloques o de código (Tinkercad Circuits, MakeCode, mBlock u otro equivalente) con sensor de distancia, motor, LED y zumbador.
- Cinta métrica de 2 m, regla, 3 obstáculos para probar (caja de cartón, mochila de tela y una chaqueta de lana), cinta de pintor para marcar la pista, plantillas de los Anexos 3 y 4 y móvil o tableta del centro para grabar las pruebas.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Todo el trabajo se hace a baja tensión (pilas de 6 V y USB de 5 V); nunca se conecta nada a la red de 230 V ni se abren cargadores ni baterías. Se desconecta el USB y se retira el portapilas antes de cambiar un cable. Los motores no se conectan directamente a los pines de la placa, sino al driver. El LED lleva siempre su resistencia. En la primera prueba, el robot se prueba con las ruedas levantadas y, después, en una pista despejada con el docente presente: nadie coloca las manos entre las ruedas ni el robot se prueba sobre mesas altas.

Interdisciplinariedad: Física y Química (velocidad, tiempo, velocidad del sonido y ley de Ohm) y Matemáticas (proporcionalidad, unidades, redondeo y estadística sencilla del error).

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

Programa base y sensor ya asignado.

Ampliación

Anexo 9

Combinar dos sensores o dos estados de actuación.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 7 · Robot con sentidos

ALUMNADO

Recreo en el pasillo norte: mochilas en el suelo, un grupo que sale corriendo, una silla de ruedas que pasa despacio… y, en medio, un carrito cargado de libros que se detiene justo a tiempo. ¿Magia? No: un sensor de ultrasonidos que envía un sonido que no oímos, escucha su eco y un programa que decide en milisegundos. Durante siete sesiones seréis el equipo de ingeniería del BiblioBot: aprenderéis a calcular distancias con ecos, a conectar un sensor y un motor sin quemar nada, a programar la decisión de parar y a calibrar el robot con medidas reales. Y cuando falle, que fallará, lo averiguaréis con método. ¿Conseguiréis que vuestro robot pare a tiempo?

> *¿Cómo consigue un robot detectar lo que ocurre y actuar de forma automática?*

Vuestro reto

Construir y programar (o simular) un robot que mida la distancia con un sensor de ultrasonidos y se detenga y avise cuando un obstáculo esté más cerca de un umbral que el equipo calibre con medidas, documentando el montaje, el algoritmo y las pruebas para que otro equipo pueda reproducirlo.

Lo que vais a producir

Robot o simulación con sensor y actuador.

Seguridad. Todo el trabajo se hace a baja tensión (pilas de 6 V y USB de 5 V); nunca se conecta nada a la red de 230 V ni se abren cargadores ni baterías.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Analizamos sistemas automáticos y dividimos el BiblioBot en sensor, controlador y actuador.
2. Probamos el sensor de distancia y los actuadores, y calculamos tiempos y resistencias.
3. Diseñamos el algoritmo con tabla de decisión y diagrama de flujo.
4. Montamos y programamos el prototipo con el esquema de conexión.
5. Calibramos el umbral y registramos las pruebas.
6. Resolvemos fallos con tarjetas de avería y optimizamos.
7. Hacemos la demostración técnica y explicamos individualmente un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- ✓ Distinguir sensor, controlador y actuador en sistemas automáticos cotidianos y en el robot, y representarlos en un diagrama de bloques.
- ✓ Calcular una distancia a partir del tiempo de eco, la resistencia de un LED y la velocidad del robot, con unidades correctas.
- ✓ Diseñar y programar una respuesta condicionada por una entrada (si la distancia es menor que el umbral, el robot se detiene y avisa).
- ✓ Montar un circuito de baja tensión (sensor, driver, motores, LED y zumbador) o simularlo, interpretando su esquema de conexión y respetando las normas de seguridad.
- ✓ Probar, calibrar y depurar el comportamiento del robot con datos, y documentar el algoritmo, los fallos y las mejoras.

¿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 · Robot con sentidos

ALUMNADO

Todo lo que necesitáis para construir y programar el robot: ejemplos de sistemas automáticos, el diagrama de bloques del BiblioBot, las especificaciones de los componentes, el esquema de conexión, los cálculos resueltos, el programa en Arduino y en bloques, los datos de calibración del sensor, el protocolo de montaje y pruebas con seguridad, y un glosario.

F1 Sistemas automáticos: sensor, controlador y actuador

DATOS

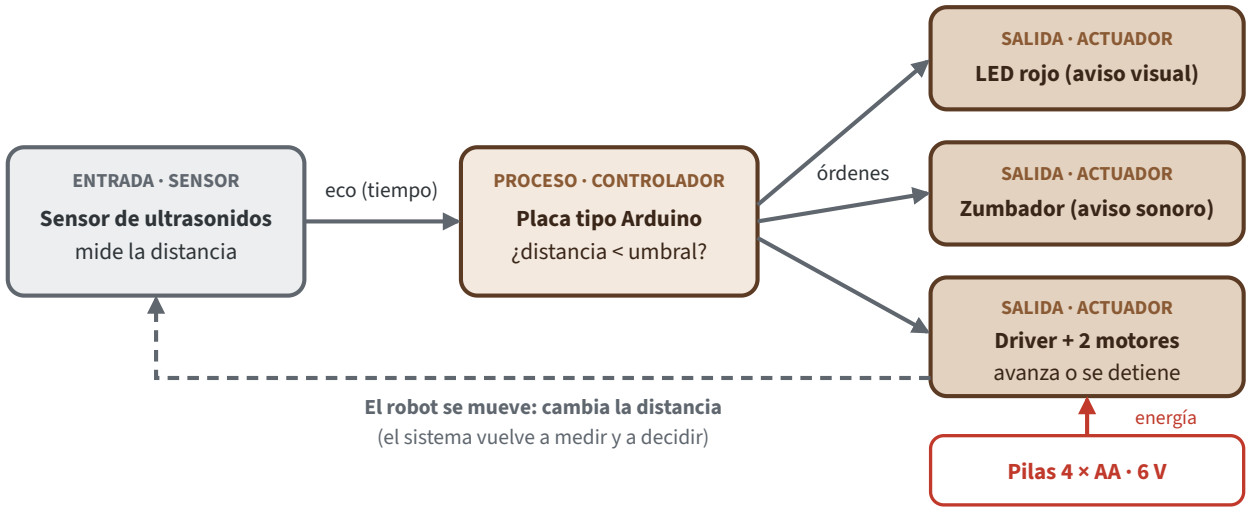
Sistema	Sensor (entrada)	Controlador (proceso)	Actuador (salida)
Puerta automática de un supermercado	Sensor de presencia (infrarrojo o de microondas)	Centralita electrónica	Motor que abre y cierra la hoja
Farola de la calle	Célula fotoeléctrica (LDR) que mide la luz	Circuito que compara la luz con un valor	Lámpara
Termostato de la calefacción	Termistor (mide la temperatura)	Termostato programable	Válvula o caldera
Grifo de un aseo público	Sensor de infrarrojos	Circuito de control	Electroválvula que deja pasar el agua
Aspiradora robot	Sensores de obstáculos y de caída	Microcontrolador con un programa	Motores de las ruedas y del cepillo

En todos los casos la información sigue el mismo camino: el **sensor** transforma una magnitud física (luz, presencia, temperatura) en una señal eléctrica; el **controlador** la compara con una regla y decide; el **actuador** transforma la orden en una acción (movimiento, luz, sonido, flujo de agua).

Fuente: Tabla de elaboración propia a partir de sistemas de uso cotidiano (sin marcas).

F2 Diagrama de bloques del BiblioBot

ESQUEMA



El robot repite sin parar: **medir, decidir, actuar**. La línea discontinua muestra que el propio movimiento cambia lo que mide el sensor: es un sistema **realimentado**.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F3 Componentes del BiblioBot y especificaciones

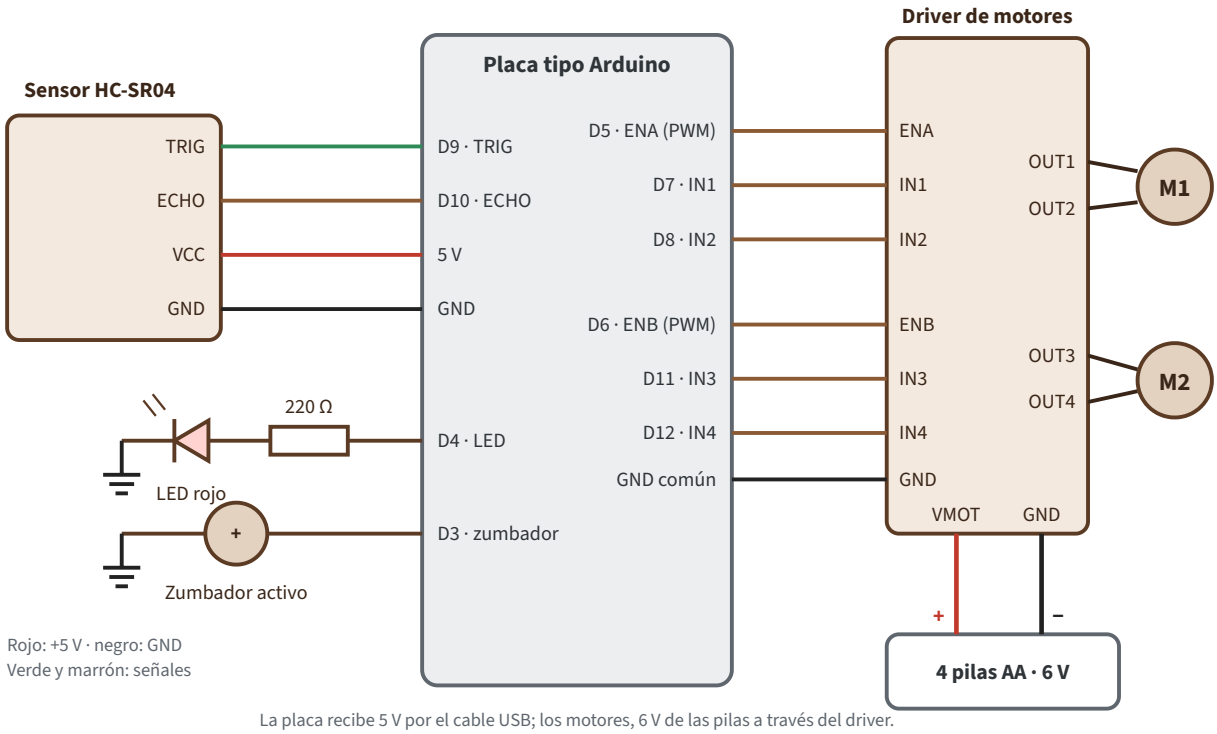
DATOS

Componente	Función	Alimentación	Corriente	Datos útiles
Sensor de ultrasonidos HC-SR04	Mide la distancia (entrada)	5 V	15 mA	Alcance 2-400 cm; ángulo de 15°; resolución 0,3 cm; pulso en TRIG de 10 µs como mínimo; esperar más de 60 ms entre medidas
Placa tipo Arduino (5 V)	Controlador: ejecuta el programa	5 V (cable USB)	≈ 45 mA	Cada pin da como máximo unos 20 mA: no mueve motores
Driver de motores (2 canales)	Amplifica las órdenes de la placa	6 V (pilas)	Soporta la corriente de los motores	Pines ENA y ENB (velocidad) e IN1 a IN4 (sentido); necesita masa común con la placa
Motorreductor de corriente continua	Actuador: mueve la rueda	3-6 V	≈ 180 mA (hasta unos 700 mA si se bloquea)	60 rpm; rueda de 6,5 cm de diámetro
LED rojo	Aviso visual	Caída de 2 V	15 mA como máximo	Siempre con resistencia limitadora
Resistencia de 220 Ω (serie E12)	Limita la corriente del LED	—	—	Colores: rojo, rojo, marrón
Zumbador activo de 5 V	Aviso sonoro	5 V	≈ 30 mA	Suena al ponerlo en HIGH; el lado + va al pin
Portapilas con 4 pilas AA	Energía de los motores	6 V	Capacidad ≈ 2000 mAh	No se abre ni se mezcla con pilas gastadas; se recicla en el contenedor de pilas

Fuente: Tabla de elaboración propia. HC-SR04: hoja de características del fabricante (ElecFreaks); placa tipo Arduino Uno R3: 5 V y 20 mA por pin; el resto son valores típicos ilustrativos de componentes genéricos.

F4 Esquema de conexión del BiblioBot

ESQUEMA



La placa recibe 5 V por el cable USB; los motores, 6 V de las pilas a través del driver.

Dos reglas de oro: (1) los motores nunca se conectan a los pines de la placa, sino al driver; (2) el GND de la placa y el del driver se unen (**masa común**), o las señales no tienen referencia y el robot se comporta de forma errática.

Fuente: Esquema de elaboración propia (simplificado, sin escala). Los pines D3 a D12 son los del programa de F6.

F5 Ejemplo resuelto: los cálculos del BiblioBot

TEXTO

1. De tiempo de eco a distancia. El sensor emite un pulso y mide el tiempo t que tarda en volver el eco. El sonido recorre el camino de **ida y vuelta**, así que la distancia al obstáculo es d = v × t ÷ 2.

- Un obstáculo a 30 cm = 0,30 m. Tiempo: t = 2 × 0,30 m ÷ 343 m/s = 0,001749 s = **1749 µs**.
- Al revés: si el sensor mide t = 1166 µs, d = 343 m/s × 0,001166 s ÷ 2 = 0,2 m = **20 cm**.
- Regla rápida: d (cm) ≈ t (µs) ÷ 58,3.
- El alcance máximo, 400 cm, corresponde a t = 2 × 4 m ÷ 343 m/s = **23,3 ms** (por eso se espera más de 60 ms entre medidas).

2. Resistencia del LED. Alimentación de 5 V, caída del LED rojo de 2 V y corriente deseada de 15 mA: R = (5 V − 2 V) ÷ 0,015 A = **200 Ω**. No existe 200 Ω en la serie E12; se usa **220 Ω** y la corriente real es I = 3 V ÷ 220 Ω = **13,6 mA** (menos de 15 mA y menos de 20 mA del pin).

3. Velocidad del robot. Rueda de 6,5 cm de diámetro a 60 rpm: v = π × 0,065 m × 60 vueltas ÷ 60 s = **0,204 m/s** (unos 0,7 km/h).

4. Distancia de parada. El robot mide cada 0,07 s y los motores tardan unos 0,15 s en parar: d_parada = 0,204 m/s × (0,07 s + 0,15 s) = 0,045 m = **4,5 cm**. Si exigimos parar a 8 cm del obstáculo como mínimo, el umbral mínimo es 4,5 cm + 8 cm = **12,5 cm**. Elegimos **20 cm**, que deja un margen mayor: el robot se detendría a unos 20 − 4,5 = **15,5 cm**.

5. Presupuesto de corriente. Por el USB: placa 45 mA + sensor 15 mA + LED 13,6 mA + zumbador 30 mA = **103,6 mA**, muy por debajo de los 500 mA de un puerto USB. Pilas: dos motores a 180 mA = 360 mA, así que 2000 mAh ÷ 360 mA = **5,6 h** de autonomía teórica.

Fuente: Cálculos de elaboración propia, comprobados con Python. Velocidad del sonido en el aire a 20 °C: 343 m/s; datos del HC-SR04 de la hoja de características del fabricante.

F6 Programa del BiblioBot en Arduino (versión 1.0)

CÓDIGO

ARDUINO (C++)

```
// BiblioBot v1.0 - se detiene ante un obstáculo (HC-SR04, 2 motores, LED y zumbador)
const int PIN_TRIG = 9, PIN_ECHO = 10;               // sensor de ultrasonidos
const int PIN_ENA = 5, PIN_IN1 = 7, PIN_IN2 = 8;     // motor izquierdo (ENA = velocidad)
const int PIN_ENB = 6, PIN_IN3 = 11, PIN_IN4 = 12;   // motor derecho
const int PIN_LED = 4, PIN_ZUMBADOR = 3;             // avisos (LED con 220 ohmios)
const int UMBRAL_CM = 20;   // por debajo de esta distancia, el robot se detiene
const int VELOCIDAD = 150;  // de 0 (parado) a 255 (máxima)

long medirDistanciaCm() {
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  delayMicroseconds(2);
  digitalWrite(PIN_TRIG, HIGH);                      // pulso de 10 microsegundos
  delayMicroseconds(10);
  digitalWrite(PIN_TRIG, LOW);
  long duracion = pulseIn(PIN_ECHO, HIGH, 12000UL);  // microsegundos; 0 si no hay eco
  if (duracion == 0) return 999;                     // sin eco en unos 2 m: libre
  return (long)(duracion * 0.0343 / 2 + 0.5);        // ida y vuelta, redondeado
}

void avanzar() {
  digitalWrite(PIN_IN1, HIGH);  digitalWrite(PIN_IN2, LOW);
  digitalWrite(PIN_IN3, HIGH);  digitalWrite(PIN_IN4, LOW);
  analogWrite(PIN_ENA, VELOCIDAD);  analogWrite(PIN_ENB, VELOCIDAD);
}

void parar() {
  analogWrite(PIN_ENA, 0);  analogWrite(PIN_ENB, 0);
}

void setup() {
  int salidas[] = {PIN_TRIG, PIN_ENA, PIN_IN1, PIN_IN2, PIN_ENB,
                   PIN_IN3, PIN_IN4, PIN_LED, PIN_ZUMBADOR};
  for (int i = 0; i < 9; i++) pinMode(salidas[i], OUTPUT);
  pinMode(PIN_ECHO, INPUT);
  Serial.begin(9600);
}

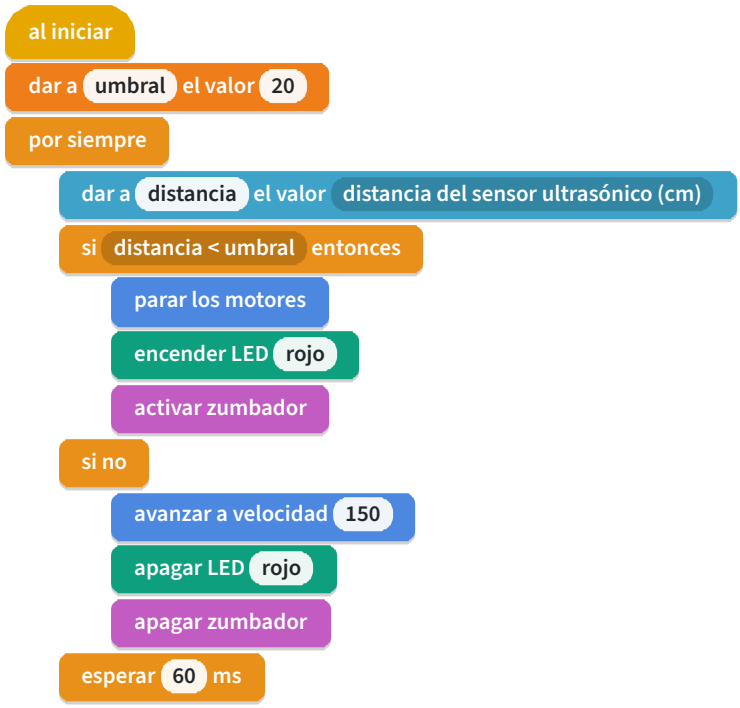
void loop() {
  long distancia = medirDistanciaCm();
  Serial.println(distancia);                         // lecturas en el monitor serie
  if (distancia < UMBRAL_CM) {
    parar();
    digitalWrite(PIN_LED, HIGH);  digitalWrite(PIN_ZUMBADOR, HIGH);
  } else {
    avanzar();
    digitalWrite(PIN_LED, LOW);  digitalWrite(PIN_ZUMBADOR, LOW);
  }
  delay(60);                                         // al menos 60 ms entre medidas
}
```

Qué hace: mide la distancia cada 60 ms; si es menor que el umbral, se detiene y avisa con el LED y el zumbador; si no, avanza. `setup()` se ejecuta una vez y configura los pines; `loop()` se repite sin fin (medir, decidir, actuar). `pulseIn` mide cuántos microsegundos dura el eco; si no hay eco en unos 2 m, se considera camino libre. El valor 999 es una marca de «sin eco», no una distancia real.

Fuente: Programa de elaboración propia. Su sintaxis y su lógica (decisión según el tiempo de eco, incluidos 19, 20 y 20,5 cm y la ausencia de eco) se han comprobado simulando el sensor con un compilador de C++; el montaje real depende de la placa y del driver.

F7 El mismo programa en bloques (estilo MakeCode o mBlock)

PROGRAMA

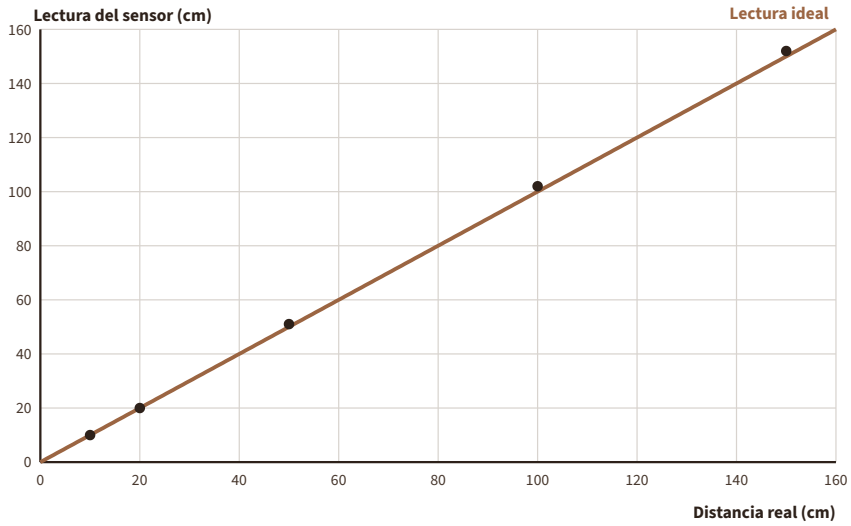


Pseudocódigo equivalente: repetir siempre: medir la distancia; si la distancia es menor que el umbral, parar y avisar; si no, avanzar; esperar 60 ms.

Fuente: Programa de elaboración propia. Los nombres de los bloques cambian según el entorno o el simulador; la lógica es la de F6.

F8 Calibración del sensor: lecturas frente a distancia real

GRÁFICO



Lecturas con un obstáculo plano y duro: 10 cm → 10 cm; 20 cm → 20 cm; 50 cm → 51 cm; 100 cm → 102 cm; 150 cm → 152 cm.

Lecturas con distintos obstáculos, todos a 30 cm reales: pared lisa → 31 cm; caja de cartón → 31 cm; persona de frente → 32 cm; mochila de tela → 34 cm; chaqueta de lana → **sin eco (999)**; tablero inclinado 45° → **sin eco (999)**.

Los materiales blandos absorben el ultrasonido y las superficies inclinadas desvían el eco: el sensor no «ve» esos obstáculos.

Fuente: Datos ficticios pero plausibles (no son medidas reales), creados para este cuaderno con un obstáculo plano y duro. El sensor del aula puede dar valores algo distintos.

F9 Protocolo de montaje, prueba y calibración del robot

PROTOCOLO

Material y herramientas: placa, sensor, driver, motores, LED con resistencia de 220 Ω, zumbador, protoboard, cables, portapilas, cinta métrica y cinta de pintor, ordenador del centro con el entorno de programación o el simulador.

Equipo de protección y riesgos: baja tensión (5 V por USB y 6 V de las pilas); riesgos de cortocircuito, de pilas mal colocadas, de ruedas en movimiento y de que el robot caiga de una mesa. Sin tocar nunca la red de 230 V. Pelo largo recogido y mesa despejada.

Procedimiento:

1. Con todo **desconectado** (USB fuera y portapilas sin pilas), monta el esquema de F4: sensor, LED con resistencia, zumbador y driver. Pide al docente que lo revise antes de dar corriente.
2. Conecta el USB y comprueba que el LED y el zumbador responden con un programa de prueba; mira las lecturas del sensor en el monitor serie.
3. Con el **robot levantado** (ruedas en el aire), coloca las pilas y comprueba que los motores giran y que el sentido es el correcto; si no, intercambia los cables de salida del driver.
4. Marca una pista de 2 m con cinta de pintor y un obstáculo al final. Suelta el robot a 1 m y anota a qué distancia se detiene (cinta métrica).
5. Repite la prueba 5 veces con cada umbral y cada obstáculo de F8. Anota resultados y fallos.
6. Desconecta **siempre** el USB y las pilas antes de cambiar un cable.

Limpieza y residuos: retira las pilas y guárdalas; las pilas gastadas van al contenedor de pilas, nunca a la basura general; cables y componentes, a su caja; pista sin cinta.

Resultado esperable: un robot que se detiene entre 12 y 18 cm del obstáculo con umbral de 20 cm y una tabla con al menos 5 pruebas.

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

F10 Glosario de robótica y control

GLOSARIO

Sensor	Dispositivo que convierte una magnitud física (distancia, luz, temperatura) en una señal eléctrica.
Actuador	Dispositivo que convierte una señal eléctrica en una acción (movimiento, luz, sonido).
Controlador	Circuito (por ejemplo, un microcontrolador) que ejecuta el programa y decide qué hacer con las señales.
Umbral	Valor límite que decide el cambio de comportamiento (por ejemplo, 20 cm).
Eco	Onda sonora que rebota en un obstáculo y vuelve al sensor.
PWM	Señal que se enciende y apaga muy rápido para controlar la potencia o la velocidad de un motor.
Driver	Módulo que permite que una señal débil de la placa mande la corriente de un motor.
Masa común	Unión de los GND de dos circuitos para que compartan referencia.
Histéresis	Diferencia entre el valor que activa y el que desactiva una acción, para evitar cambios continuos.
Fallo seguro	Diseño por el que, ante un error, el sistema se queda en el estado menos peligroso.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 7 · Robot con sentidos

ALUMNADO

FICHA 1 Analizamos sistemas automáticos

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usa la tabla de sistemas automáticos (F1) y el diagrama del BiblioBot (F2).

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

Un sensor es un dispositivo que…

◯ convierte una magnitud física en una señal eléctrica ◯ convierte una señal eléctrica en movimiento

◯ guarda el programa de un robot

Un actuador es…

◯ un motor, un LED o un zumbador que realiza una acción ◯ la pila del robot ◯ un programa de ordenador

Un robot que mide, decide y actúa una y otra vez, usa…

◯ solo un sensor ◯ solo un motor ◯ un bucle de medida, decisión y acción

Un LED necesita una resistencia porque…

◯ así no necesita pilas ◯ limita la corriente para que no se estropee ◯ así brilla más

2 **Completa la tabla con los tres elementos de cada sistema.**

Sistema	Sensor (entrada)	Controlador (proceso)	Actuador (salida)
Semáforo con pulsador para peatones			
Ventilador automático de un ordenador			
Riego automático de un jardín			

3 **Con F2: explica con tus palabras el recorrido de la información en el BiblioBot, desde que el sensor mide hasta que las ruedas se paran. ¿Qué significa la línea discontinua?**

4 **Escribid el reto como «¿Cómo podríamos…?» y tres requisitos medibles del robot (por ejemplo, de distancia de parada, de avisos y de tensión máxima).**

FICHA 2 Probamos el sensor y los actuadores

SESIÓN 2

Usa los cálculos resueltos (F5) y las especificaciones (F3). Si trabajas con simulador, mide distancias de 10, 20, 50 y 100 cm; si trabajas con placa, usa la cinta métrica.

1 **Calcula el tiempo de eco de cada distancia (velocidad del sonido, 343 m/s). Recuerda que el sonido hace ida y vuelta.**

Distancia	Cálculo	Tiempo de eco (µs)
10 cm		
30 cm		
100 cm		

2 **El sensor mide un eco de 2915 µs. ¿A qué distancia está el obstáculo?**

3 **El LED del robot funciona con 5 V, tiene una caída de 2 V y debe llevar 15 mA. Calcula la resistencia, elige el valor E12 más cercano por encima (…, 150, 180, 220, 270 Ω…) y calcula la corriente real.**

4 **Prueba el sensor ante una caja y completa la tabla de lecturas.**

Distancia real (regla)	Lectura del sensor	Diferencia
10 cm		
20 cm		
50 cm		
100 cm		

5 **¿Por qué los motores no se conectan directamente a los pines de la placa y se usa un driver? Responde con los datos de F3.**

FICHA 3 Diseñamos el algoritmo

SESIÓN 3

Piensa en la regla de decisión del robot (F6 y F7) con umbral de 20 cm. Fíjate en los casos límite.

1 **Tabla de decisión. Con la regla «si distancia < 20 cm, parar», indica qué hace el robot.**

Lectura (cm)	¿Qué hace el robot?	¿LED y zumbador?
45		
25		
20		
19		
8		
999 (sin eco)		

2 **Dibuja el diagrama de flujo del programa. Debe incluir inicio, medir distancia, una decisión y una flecha que vuelva a medir.**

3 **Completa el pseudocódigo.**

PSEUDOCÓDIGO

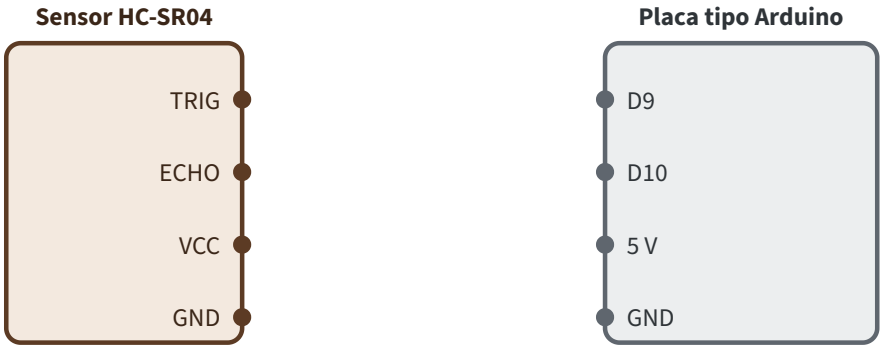
```
repetir siempre:
    distancia ← medir con el sensor de ultrasonidos
    si distancia ___ umbral entonces
        ___ los motores
        encender el LED y el ___
    si no:
        ___ a velocidad 150
        apagar el LED y el zumbador
    esperar ___ ms
```

4 **¿Qué ocurre si la lectura es exactamente igual al umbral (20 cm)? ¿Es correcto que avance? Justifica tu respuesta.**

FICHA 4 **Montamos y programamos** SESIÓN 4

Usa el esquema de conexión (F4), el programa (F6) y el protocolo (F9). Recuerda: se monta con todo desconectado.

1 **Completa el esquema: dibuja con colores los cuatro cables que unen el sensor con la placa (TRIG a D9, ECHO a D10, VCC a 5 V y GND a GND).**



2 **Tabla de conexiones del actuador: completa pin, componente y función.**

Pin de la placa	Componente	Función
D4	LED rojo + 220 Ω	
D3		
D5	Driver, entrada ENA	
D7 y D8		

3 **Completa la función que hace avanzar al robot (motor izquierdo y derecho en el mismo sentido).**

ARDUINO (C++)

```
void avanzar() {
  digitalWrite(PIN_IN1, ___);
  digitalWrite(PIN_IN2, LOW);
  digitalWrite(PIN_IN3, HIGH);
  digitalWrite(PIN_IN4, ___);
  analogWrite(PIN_ENA, ___);
  analogWrite(PIN_ENB, VELOCIDAD);
}
```

4 **Lista de comprobación antes de dar corriente. Marcad cada punto cuando lo hayáis revisado.**

- [ ] El USB está desconectado y el portapilas, sin pilas.
- [ ] El LED lleva su resistencia de 220 Ω y está en el sentido correcto.
- [ ] Los motores van al driver, no a los pines de la placa.
- [ ] El GND de la placa y el del driver están unidos (masa común).
- [ ] El robot está levantado y despejado antes de la primera prueba.
- [ ] El docente ha revisado el montaje.

FICHA 5 Calibramos el umbral

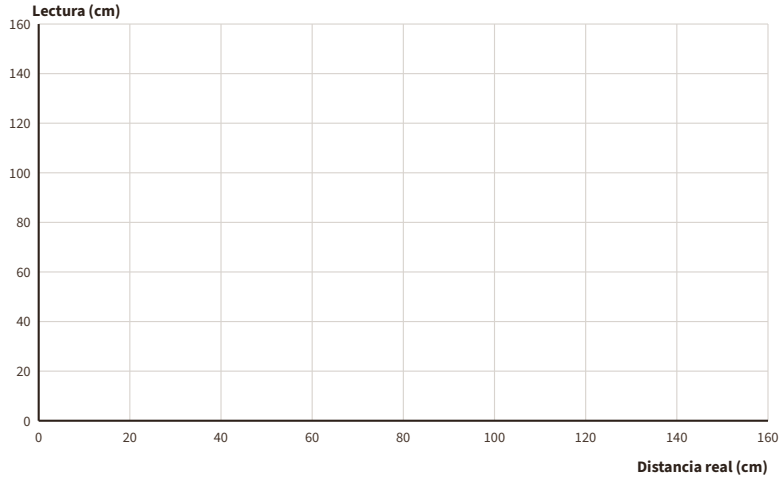
SESIÓN 5

Usa los datos de calibración (F8) o vuestras propias medidas, los cálculos de F5 y la tabla del protocolo (F9).

1 **Calcula el error de la lectura (lectura − distancia real) y el error relativo (error ÷ distancia real × 100) con los datos de F8.**

Distancia real (cm)	Lectura (cm)	Error (cm)	Error relativo (%)
10	10		
20	20		
50	51		
100	102		
150	152		

2 **Representa en la gráfica los cinco puntos (distancia real en el eje x, lectura en el eje y) y traza la recta ideal de «lectura = distancia real». ¿El sensor lee de más o de menos?**



3 **Distancia de parada. El robot va a 0,204 m/s, mide cada 0,07 s y los motores tardan 0,15 s en parar. Calcula la distancia de parada y el umbral mínimo para quedarse a 8 cm del obstáculo.**

4 **Probad el robot con dos umbrales y anotad dónde se detiene (cinta métrica). Elegid el umbral final y justificadlo.**

Umbral (cm)	Prueba 1	Prueba 2	Prueba 3	Media (cm)	¿Toca el obstáculo?
15					
20					

5 **Escribid el umbral elegido y la razón.**

FICHA 6 Resolvemos fallos y optimizamos

SESIÓN 6

Usa el esquema (F4), las especificaciones (F3), los datos de F8 y el programa (F6).

1 **Tarjetas de avería. Para cada síntoma, escribe una causa probable, cómo la comprobarías y cómo se soluciona.**

Síntoma	Causa probable	Cómo se comprueba	Solución
El LED y el sensor funcionan, pero las ruedas no giran			
El robot no se detiene delante de una chaqueta de lana			
El LED nunca se enciende, aunque el robot se detiene			
Las lecturas del monitor serie son siempre 999			

2 El robot «tiembla» cerca del umbral: avanza y se detiene a tirones. Prueba una solución con histéresis: se detiene si distancia < 20 cm y solo vuelve a avanzar si distancia > 25 cm. Completa la tabla para la secuencia de lecturas.

Lectura (cm)	Sin histéresis	Con histéresis
30		
22		
19		
21		
23		
26		
24		
18		

3 El robot no detecta las chaquetas de lana ni los tableros inclinados. Propón dos mejoras de diseño y explica qué decisión de fallo seguro tomarías.

4 Registro de depuración del equipo: apuntad al menos tres fallos reales o simulados.

Fallo observado	Causa	Solución aplicada	¿Resuelto?

FICHA 7

Evidencia individual: la papelera automática

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un robot nuevo: una papelera cuya tapa se abre sola cuando acercas la mano.

1 **La papelera lleva un sensor de ultrasonidos en el frente y un servomotor que levanta la tapa. Identifica sensor, controlador y actuador.**

Elemento	Componente
Sensor (entrada)	
Controlador (proceso)	
Actuador (salida)	

2 **La tapa se abre si la mano está a menos de 15 cm. ¿Qué tiempo de eco mide el sensor cuando la mano está a 12 cm? ¿Y a qué distancia estaría la mano si el eco dura 1166 µs? ¿Se abriría?**

3 **Completa el algoritmo.**

PSEUDOCÓDIGO

```
repetir siempre:
    distancia ← medir con el sensor
    si distancia ___ 15 entonces
        abrir la tapa (servo a 90°)
        esperar ___ segundos
        cerrar la tapa (servo a 0°)
    esperar 60 ms
```

4 **Explica con tus palabras cómo detecta el BiblioBot un obstáculo y cómo reacciona, usando las palabras sensor, controlador, actuador y umbral. Indica una limitación del sensor.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 7 · Robot con sentidos

ALUMNADO

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

Memoria técnica de nuestro robot. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la demostración final.

Necesidad y requisitos

Qué debe hacer el robot y cómo se medirá.

Sensor, controlador y actuador

Componentes y función de cada uno.

Diagrama de bloques y algoritmo

Entrada, proceso y salida; diagrama de flujo.

Esquema de montaje

Pines, componentes y valores (resistencia, tensión).

Programa o bloques

Fragmento clave con comentarios.

Cálculos con unidades

Eco, resistencia, velocidad y distancia de parada.

Calibración y pruebas

Umbral elegido, error y resultados de las pruebas.

Fallos y mejoras

Qué falló, causa, solución y siguiente mejora.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 7 · Robot con sentidos

ALUMNADO

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

Antes de entregar **Robot o simulación con sensor y actuador**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El robot mide la distancia con un sensor y actúa (motores, LED y zumbador) según un umbral.
- [ ] El diagrama de bloques distingue correctamente sensor, controlador y actuador.
- [ ] El esquema de conexión indica los pines, el valor de la resistencia del LED y la masa común.
- [ ] Los cálculos (eco, resistencia, velocidad y distancia de parada) llevan unidades y están comprobados.
- [ ] El algoritmo contempla el caso límite (distancia igual al umbral) y el caso sin eco.
- [ ] El umbral está calibrado con una tabla de medidas y se cumple la distancia mínima de parada.
- [ ] Los fallos están registrados con su causa y su solución.
- [ ] Todo el montaje es de baja tensión, se ha desconectado antes de recablear y los motores van al driver.
- [ ] Las pilas y los restos de material se han retirado y reciclado correctamente.

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 · Robot con sentidos

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Robot o simulación con sensor y actuador**. 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 requisitos medibles (distancia de parada, avisos, tensión máxima), representa el sistema en un diagrama de bloques correcto y diseña un algoritmo con casos límite razonados.	Define requisitos y diagrama de bloques adecuados y un algoritmo correcto con la decisión principal.	Requisitos poco medibles, diagrama con sensor, controlador o actuador confundidos o algoritmo incompleto.	No relaciona el robot con una necesidad ni distingue sus partes.	
Funcionamiento / evidencia	El robot se detiene en todas las pruebas antes de tocar el obstáculo; el umbral está calibrado con datos de error y de distancia de parada, y se interpretan los límites (superficies blandas, ángulo, falta de eco).	El robot se detiene ante el obstáculo en la mayoría de las pruebas y hay una tabla de calibración con datos.	Funciona solo en parte o el umbral se ha elegido sin medir.	El robot no detecta el obstáculo o no hay ninguna prueba.	
Documentación técnica	Esquema de conexión, algoritmo, cálculos con unidades, tabla de pruebas y registro de depuración claros y reproducibles por otro equipo.	Documentación suficiente, con algún cálculo, pin o unidad sin indicar.	Faltan cálculos, el esquema es ambiguo o las pruebas están incompletas.	Documentación insuficiente para entender el robot.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Trabaja siempre en baja tensión, desconecta antes de recablear, razona el fallo seguro del robot, reutiliza materiales y recoge los residuos electrónicos y las pilas correctamente.	Cumple las normas de seguridad y de baja tensión y recoge los residuos.	Necesita recordatorios al recablear o al probar el robot.	Incumple normas de seguridad o conecta el motor a un pin de la placa.	
Iteración y cooperación	Registra cada fallo con su causa y su solución, mejora el robot a partir de las pruebas (por ejemplo, la histéresis) y los roles se cumplen y se rotan.	Corrige fallos a partir de las pruebas y coopera adecuadamente.	La depuración es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el robot o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 7 · Robot con sentidos

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé distinguir el sensor, el controlador y el actuador de un sistema automático.	○	○	○	○
Sé calibrar un umbral con medidas y justificar por qué lo elijo.	○	○	○	○
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 · Robot con sentidos

ALUMNADO

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

Programa base y sensor ya asignado: el sensor de ultrasonidos y un solo actuador, el LED. Completa el programa, pruébalo y aprende a leer las lecturas.

Programa base con el sensor ya asignado

Para esta práctica solo necesitas el sensor de ultrasonidos (TRIG en D9, ECHO en D10) y un LED con resistencia de 220 Ω en D4. La función `medirDistanciaCm()` es la del programa de F6.

Regla: si la distancia es **menor de 20 cm**, el LED se enciende; si no, se apaga.

Ejemplo resuelto

Lectura de 12 cm → 12 < 20 → LED encendido.

Lectura de 20 cm → 20 no es menor que 20 → LED apagado.

Lectura de 999 (sin eco) → LED apagado.

1 **Completa el programa base.**

ARDUINO (C++)

```
void loop() {
  long distancia = medirDistanciaCm();
  if (distancia ___ 20) {
    digitalWrite(PIN_LED, ___);
  } else {
    digitalWrite(PIN_LED, ___);
  }
  delay(60);
}
```

2 **Comprueba el programa con estas lecturas y anota si el LED se enciende.**

Lectura (cm)	¿LED encendido? (sí/no)
35	
20	
19	
5	
999	

3 **Señala en el esquema de F4 qué pines usas en esta práctica y escribe sensor, controlador y actuador.**

ANEXO 9

Ampliación

SdA 7 · Robot con sentidos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Más sentidos: tres estados o dos sensores

Un robot más inteligente combina información o responde de más de una forma. Elige una mejora para el BiblioBot y documenta su diseño y sus pruebas.

Pasos

1. Opción A, tres estados de actuación: avanza rápido (velocidad 200) si la distancia es mayor de 40 cm; avanza despacio (velocidad 100) y el LED parpadea entre 20 y 40 cm; se detiene y suena el zumbador por debajo de 20 cm. Escribe la tabla de decisión y el diagrama de flujo.
2. Opción B, dos sensores: añade un sensor de luz (LDR en un divisor de tensión con una resistencia de 10 kΩ) para que el robot encienda sus luces frontales cuando el pasillo esté oscuro (lectura analógica por debajo de 300). Dibuja el esquema del divisor y define el umbral con medidas.
3. Programa la mejora en bloques o en código y prueba tres situaciones: normal, límite y de error.
4. Analiza: ¿qué problema resuelve?, ¿qué fallo nuevo puede aparecer?, ¿cómo lo detectarías?

Entrega

Tabla de decisión o esquema, programa, tres pruebas con resultado y un análisis de 6-8 líneas.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 7 · Robot con sentidos

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: convierte una magnitud física en una señal eléctrica; un motor, un LED o un zumbador que realiza una acción; un bucle de medida, decisión y acción; limita la corriente para que no se estropee.
2. Semáforo: pulsador (sensor), controlador del semáforo (centralita), lámparas (actuadores). Ventilador de PC: termistor o sensor de temperatura, controlador de la placa, ventilador (motor). Riego: sensor de humedad del suelo o temporizador y reloj, controlador, electroválvula.
3. El sensor mide la distancia con ultrasonidos y envía el tiempo de eco a la placa; la placa calcula la distancia y la compara con el umbral; si es menor, ordena al driver parar los motores y enciende el LED y el zumbador. La línea discontinua indica que el movimiento cambia lo que mide el sensor: sistema realimentado.
4. Reto modelo: «¿Cómo podríamos hacer que el carrito de la biblioteca se detenga solo antes de tocar a una persona?». Requisitos: se detiene a más de 8 cm del obstáculo en 5 de 5 pruebas; avisa con luz y sonido; funciona a no más de 6 V.

Ficha 2

1. 10 cm: t = 2 × 0,10 ÷ 343 = 583 µs. 30 cm: 2 × 0,30 ÷ 343 = 1749 µs. 100 cm: 2 × 1,00 ÷ 343 = 5831 µs.
2. d = 343 × 0,002915 ÷ 2 = 0,500 m = 50 cm.
3. R = (5 − 2) V ÷ 0,015 A = 200 Ω; valor E12 por encima: 220 Ω; corriente real: 3 V ÷ 220 Ω = 13,6 mA (menor que 15 mA).
4. Tabla propia con la caja. Valores esperables (obstáculo plano): 10, 20, 51 y 102 cm, con diferencias de 0 a 2 cm. Valorar que se identifique la diferencia (lectura − real).
5. Un pin da como máximo unos 20 mA (placa clásica) y un motor consume unos 180 mA, hasta 700 mA si se bloquea: sobrecargaría y dañaría el pin. El driver recibe la señal débil de la placa y conmuta la corriente de las pilas.

Ficha 3

1. 45: avanza, LED y zumbador apagados. 25: avanza, apagados. 20: avanza, apagados (20 no es menor que 20). 19: se detiene, LED y zumbador encendidos. 8: se detiene y avisa. 999: avanza (sin eco = camino libre).
2. Diagrama: inicio, medir distancia (paralelogramo o rectángulo), decisión «¿distancia < umbral?» con salidas Sí (parar y avisar) y No (avanzar), y flecha que vuelve a medir (con espera de 60 ms).
3. Pseudocódigo: si distancia < umbral; parar los motores; zumbador; avanzar a velocidad 150; esperar 60 ms.
4. Con la regla «<» y lectura de 20 cm, avanza. Es un caso límite coherente: el robot ya está en el umbral. Si se quiere parar a 20 cm, se usaría «<=» o un umbral algo mayor; lo importante es decidirlo y probarlo.

Ficha 4

1. Cuatro cables: TRIG—D9 (verde), ECHO—D10 (marrón), VCC—5 V (rojo), GND—GND (negro). Valorar que no se crucen y que se usen colores coherentes con F4.
2. D3: zumbador activo (aviso sonoro). D5: ENA del driver (velocidad del motor izquierdo, PWM). D7 y D8: IN1 e IN2 del driver (sentido del motor izquierdo).
3. Huecos: HIGH, LOW, VELOCIDAD.
4. Todas las casillas marcadas; el docente revisa antes de conectar el USB.

Ficha 5

1. Errores: 10 → 0 cm, 0 %; 20 → 0 cm, 0 %; 50 → +1 cm, 2 %; 100 → +2 cm, 2 %; 150 → +2 cm, 1,3 %.
2. Los puntos quedan casi sobre la recta ideal, ligeramente por encima: el sensor lee de más (hasta un 2 %), un error pequeño y aceptable para umbrales de 20 cm.
3. d_parada = 0,204 m/s × (0,07 s + 0,15 s) = 0,045 m = 4,5 cm. Umbral mínimo = 4,5 + 8 = 12,5 cm; se elige un valor mayor con margen (15 o 20 cm).
4. Resultados esperables (simulados): con umbral 15 cm se detiene hacia 11 cm; con 20 cm, hacia 15,5 cm. Ninguno toca el obstáculo.
5. Respuesta abierta: elegir 20 cm porque deja un margen de 7,5 cm sobre el mínimo, mayor que el error del sensor (≈ 2 cm).

Ficha 6

1. Ruedas no giran: pilas sin conectar al driver, falta de masa común, ENA sin PWM o cable de motor suelto; se comprueba con el multímetro del docente o levantando el robot y probando el driver. Chaqueta de lana: absorbe el ultrasonido (sin eco); se resuelve con otro sensor (parachoques o infrarrojo) o reglas de fallo seguro. LED: al revés, sin resistencia o mal cableado; se comprueba invirtiéndolo o con un programa de prueba. Lecturas 999: TRIG y ECHO intercambiados, cable suelto o 5 V sin conectar.
2. Sin histéresis: avanza, avanza, para, avanza, avanza, avanza, avanza, para. Con histéresis: avanza, avanza, para, para, para, avanza, avanza, para. Con histéresis no arranca a 21 ni a 23 cm; reanuda solo a 26 cm.
3. Respuesta abierta. Mejoras: un parachoques con pulsador o un segundo sensor de otro tipo, y un sensor inclinado hacia abajo. Fallo seguro: si el robot no recibe eco durante varias medidas seguidas, reduce la velocidad o se detiene y avisa; se discute que en espacios abiertos se pararía siempre.
4. Respuesta abierta; valorar causa técnica y solución comprobada.

Ficha 7

1. Sensor: sensor de ultrasonidos (HC-SR04); controlador: placa tipo Arduino; actuador: servomotor que mueve la tapa.
2. t = 2 × 0,12 m ÷ 343 m/s = 0,0007 s ≈ 700 µs. Con 1166 µs: d = 343 × 0,001166 ÷ 2 = 0,2 m = 20 cm; no se abriría porque 20 > 15.
3. distancia < 15 (o <=); esperar 3 segundos (cualquier valor razonable).
4. Respuesta modelo: el sensor mide el tiempo del eco, el controlador calcula la distancia y la compara con el umbral; si es menor, el actuador (los motores) se detiene y se activan LED y zumbador. Limitación: no detecta materiales blandos o inclinados, o tiene un ángulo de solo 15°.

Refuerzo (Anexo 8)

1. if (distancia < 20) ... HIGH ... LOW.
2. 35: no; 20: no; 19: sí; 5: sí; 999: no.
3. Pines D9 y D10 (sensor) y D4 (LED). Sensor: ultrasonidos; controlador: placa; actuador: LED.

Ampliación (Anexo 9)

1. Respuesta abierta. Opción A: tabla de decisión con tres tramos (más de 40 cm, entre 20 y 40 cm, menos de 20 cm). Opción B: divisor de tensión con la LDR; en luz, la LDR baja de resistencia y la tensión de salida cambia; el umbral se mide. Valorar pruebas con casos normal, límite y de error y un análisis honesto de fallos.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (sistemas automáticos y diagrama), sesión 2 (cálculos y pruebas del sensor, 50 min), sesión 3 (algoritmo), sesión 4 (montaje: imprescindible que el docente revise cada montaje antes de dar corriente), sesión 5 (calibración y pruebas en pista), sesión 6 (averías y optimización), sesión 7 (demostraciones de 3 minutos y ficha individual de 15).
- Seguridad: todo es de baja tensión; se desconecta antes de recablear; los motores solo al driver; primeras pruebas con las ruedas levantadas; pilas gastadas al contenedor de pilas. Si no hay material, toda la situación puede hacerse en un simulador con los mismos datos.
- Preparación: tener cargado el programa de F6 o los bloques de F7 como respaldo; comprobar los sensores y los drivers antes de la sesión 4; preparar un obstáculo plano y otros de tela o inclinados. Los datos de F8 son ficticios: se pueden sustituir por los del aula.
- Diferenciación: el Anexo 8 asigna el sensor y reduce el actuador a un LED con programa base; el Anexo 9 añade tres estados o un segundo sensor (LDR). Roles rotatorios: coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación.

Errores frecuentes

- Olvidar que el sonido hace ida y vuelta y no dividir por 2 al calcular la distancia.
- Conectar el motor a un pin de la placa en lugar de al driver, o no unir las masas (GND común).
- Conectar el LED sin resistencia o al revés; confundir 220 Ω con 220 kΩ.
- Usar un umbral menor que la distancia de parada del robot y no medirla: el robot se detiene tarde.
- Tratar la lectura 999 o 0 como una distancia real en vez de como «sin eco».
- Recablear con el USB o las pilas conectados.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar cualquier umbral razonable (15 a 25 cm) si está justificado con medidas y con la distancia de parada.
- Valorar más la calibración con datos, la depuración y la explicación que el acabado del chasis.
- En el algoritmo, exigir la distinción entre el caso límite y el caso sin eco, aunque la decisión adoptada sea distinta de la del dossier.
- En la ficha 7, aceptar otros umbrales y tiempos de apertura siempre que los cálculos sean coherentes.

08

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Conectados

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo viaja la información entre dispositivos y qué decisiones hacen una red más útil y segura?

CURSO 2.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** B · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE4, CE6	**PRODUCTO FINAL** Plano de red doméstica/escolar simulada	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.2, 6.1, 4.1

Contexto, reto y producto

Amina y su hermano Idris acaban de mudarse con su familia a un piso de 80 m² en el barrio de la Ribera (personas y lugar ficticios). El primer día contratan una fibra de 300 Mbit/s y colocan el router en la entrada, junto a la puerta, porque ahí llega el cable del operador. Pronto aparecen los problemas: el móvil de Amina apenas coge señal en su dormitorio, la consola del salón se corta en mitad de las partidas, la impresora del despacho no siempre aparece y el padre, que teletrabaja, sufre cortes en las videollamadas. Nadie sabe si falta velocidad, cobertura, cable o simplemente un orden para buscar la avería.

En esta situación, el alumnado actúa como el equipo técnico que **diseña y documenta la red del piso**. Primero **sigue el recorrido de un dato** desde el móvil hasta un servidor de internet; después **identifica los equipos de red** (router, punto de acceso, clientes, cables y ondas), **diseña la red** sobre un plano a escala, **analiza cobertura, longitud de cable y velocidad necesaria** con cálculos sencillos, **resuelve tarjetas de averías** siguiendo un orden de diagnóstico y **añade medidas de seguridad de red**. Todo se hace sobre papel o en un simulador de red, con direcciones privadas de ejemplo y sin tocar ninguna red ni router reales. El producto es un plano de red simulado con su memoria técnica.

Reto

Diseñar sobre el plano del piso de Amina una red doméstica simulada que dé servicio a siete dispositivos, justificando con cálculos los medios de conexión, la cobertura, la longitud de los cables y las medidas de seguridad, y documentarla con un plano a escala y un diagnóstico de averías que otra persona pueda seguir.

Producto final

Plano de red doméstica/escolar simulada.

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.
- **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.

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
D2	Sistemas de comunicación digital de uso común. Transmisión de datos. Tecnologías inalámbricas para la comunicación.
D1	Dispositivos digitales. Elementos del hardware y del software. Identificación y resolución de problemas técnicos sencillos.
D6	Seguridad en la red: amenazas y ataques. Medidas de protección de datos y de información. Bienestar digital: prácticas seguras y riesgos.
B2	Técnicas de representación gráfica: acotación y escalas.

Concreción didáctica en esta situación

- Comunicación digital: recorrido de un dato (dispositivo, router, ONT, red del operador, servidor), paquetes, medios de transmisión (cable de pares, fibra óptica, ondas de radio) y tecnologías inalámbricas (Wi-Fi de 2,4 y 5 GHz).
- Dispositivos y componentes de red: router, switch, punto de acceso, repetidor o nodo mesh, clientes e IoT; direcciones IP privadas (192.168.1.x), servicio DHCP y puerta de enlace.
- Transmisión de datos: bits y bytes, megabit por segundo frente a megabyte, tiempo de descarga y velocidad necesaria según el uso (streaming, videollamada, juego en línea).
- Representación gráfica: plano a escala 1:100, acotación en metros, cuadrícula, leyenda y distancias con el teorema de Pitágoras.
- Seguridad de red: contraseña de administración, cifrado WPA2/WPA3 con contraseña larga, actualización, red de invitados, nombre de red sin datos personales y bienestar digital; orden de diagnóstico de incidencias sencillas.

Objetivos didácticos

- Identificar router, punto de acceso, clientes y medios de conexión, y describir el recorrido de un dato desde un dispositivo hasta internet.
- Distinguir conexión alámbrica e inalámbrica (cable Ethernet, Wi-Fi de 2,4 y 5 GHz) y elegir la más adecuada para cada uso.
- Representar una red sencilla en un plano a escala, con acotación y simbología, e indicando las direcciones IP privadas de ejemplo.
- Calcular distancias, cobertura, longitud de cable, velocidad necesaria y tiempos de descarga, con unidades correctas.
- Aplicar un orden de diagnóstico a averías básicas y proponer medidas de seguridad de red a escala doméstica y escolar.

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

Seguimos el recorrido de un dato desde un dispositivo hasta internet y calculamos tiempos de transmisión

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, medios del recorrido (F1), cálculos de bits, bytes y tiempos de descarga y dispositivos conectados.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Identificamos los equipos de red, los medios de conexión y las direcciones IP privadas

Evidencia: Ficha 2: relación de equipos y funciones (F2), comparación cable frente a Wi-Fi (F6), verdadero o falso e IP del router.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Diseñamos la red para el piso ficticio de Amina: elección de medios y esquema lógico

Evidencia: Ficha 3: decisión de medio por dispositivo (F4), esquema lógico, cálculo de escala y requisitos de la red.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Analizamos cobertura, cableado y usuarios con cálculos sobre el plano

Evidencia: Ficha 4: distancias y cobertura (F5), longitud de cable y velocidad necesaria frente a la contratada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Resolvemos tarjetas de averías con un orden de diagnóstico

Evidencia: Ficha 5: cinco tarjetas de avería resueltas con el orden de F7 y un caso propio.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Añadimos medidas de seguridad y completamos el plano final de la red

Evidencia: Ficha 6: medidas y riesgos (F8), valoración de contraseñas ficticias, medidas aplicadas y plano final en el Anexo 4.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Defendemos el diseño y hacemos un diagnóstico individual con un caso nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: cobertura, descarga, diagnóstico y seguridad en el piso de Lucas.

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 del recorrido de un dato y de los equipos y medios de una red con cálculos de tiempos de transmisión, distancias, cobertura y cable, y uso de un modelo simplificado (plano y simulación en papel) para contrastar el diseño.	Fichas 1, 2 y 4 / lista de cotejo
6.1	Elección razonada de medios de conexión y uso seguro de dispositivos en la red simulada: orden de diagnóstico de averías, medidas de seguridad de red y buenas prácticas de contraseñas, sin acceder a redes reales.	Fichas 3, 5 y 6 / observación y rúbrica
4.1	Plano de red a escala con acotación, leyenda, dispositivos, medios e IP de ejemplo, junto con la memoria técnica y la defensa oral con vocabulario técnico (router, punto de acceso, IP, cobertura).	Plantilla (Anexo 4), ficha 7 y defensa / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Formula requisitos medibles (velocidad, cobertura, cableado, seguridad), diseña un plano con router y punto de acceso justificados con cálculos y elige el medio de cada dispositivo comparando alternativas.	Define requisitos y diseña un plano adecuado con una justificación suficiente de la posición de los equipos y de los medios.	El diseño no cubre todos los dispositivos o la justificación no se apoya en cálculos.	No relaciona la red con las necesidades de las personas usuarias.
Funcionamiento / evidencia	Todos los dispositivos quedan cubiertos según el modelo de cobertura; las distancias, el cable y la velocidad son correctos y se prueban con casos de avería y se interpretan sus límites.	La red cubre los dispositivos principales con cálculos correctos en su mayor parte y resuelve las averías con orden.	Quedan dispositivos sin cobertura o hay errores de cálculo importantes; el diagnóstico es desordenado.	No hay cálculos ni pruebas del diseño.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Documentación técnica	Plano a escala con acotación, leyenda, IP de ejemplo y esquema lógico claros; cálculos con unidades y vocabulario técnico correctos; otra persona podría montar la red.	Documentación suficiente, con alguna cota, unidad o IP sin indicar.	Faltan cotas, leyenda o cálculos; el plano es ambiguo.	Documentación insuficiente para entender la red.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Propone medidas de seguridad de red justificadas, usa solo datos y redes ficticias, valora la accesibilidad y el bienestar digital y razona el consumo y la reutilización de equipos.	Aplica las medidas básicas de seguridad y no usa datos reales.	Necesita recordatorios sobre contraseñas, datos reales o seguridad.	Intenta acceder a redes reales, usa claves reales o ignora la seguridad.
Iteración y cooperación	Corrige el diseño a partir de los cálculos y de las averías de otro equipo, y los roles se cumplen y se rotan.	Revisa el diseño tras las pruebas y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el diseño o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo de 3-4: plano del piso (F3) impreso en A3 o A4, tabla de dispositivos (F4), regla, escuadra, calculadora, lápices de colores (rojo para el cable, azul para el Wi-Fi) y la plantilla del Anexo 4.
- Opcional: simulador de red o de planos del centro (herramienta de dibujo o de diagramas del aula) para representar la red; imágenes o un router y un punto de acceso de demostración apagados y sin conectar, para identificar sus puertos, antenas y luces.
- Tarjetas de avería (Ficha 5) recortadas, cuadrícula de 1 cm y cinta métrica para medir distancias en el aula y comparar con las del plano.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Toda la actividad es en papel o en un simulador aislado: no se accede a la configuración de ningún router real ni se escanean ni se prueban redes ajenas o del centro, y no se piden contraseñas ni nombres de redes reales. Las direcciones IP son privadas de ejemplo (192.168.1.x) y los nombres de red, ficticios. Los equipos de demostración se manipulan apagados y desconectados, sin abrir cajas ni cargadores. Se cuidan los cables en el suelo para evitar tropiezos.

Interdisciplinariedad: Matemáticas (escala, teorema de Pitágoras, proporcionalidad, bits y bytes) y Digitalización (dispositivos, redes y seguridad).

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

Plano pequeño y dispositivos preseleccionados.

Ampliación

Anexo 9

Diseñar red con invitados/IoT separados conceptualmente y justificar.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 8 · Conectados

ALUMNADO

Amina tiene un examen en línea mañana y la señal de su dormitorio parpadea; su padre se queda congelado en mitad de una videollamada; la consola del salón sufre «lag» justo en la final… y la fibra es de 300 Mbit/s. ¿Quién tiene la culpa: el operador, el router, las paredes o el sitio donde está colocado cada aparato? Vosotros y vosotras vais a trabajar como el equipo técnico de la familia: seguiréis un dato desde el móvil hasta internet, calcularéis distancias y cables sobre un plano, resolveréis averías con método y dejaréis la red segura. Todo en papel y en simulación, sin tocar ninguna red real. ¿Conseguiréis que cada dispositivo de ese piso tenga una conexión estable?

> *¿Cómo viaja la información entre dispositivos y qué decisiones hacen una red más útil y segura?*

Vuestro reto

Diseñar sobre el plano del piso de Amina una red doméstica simulada que dé servicio a siete dispositivos, justificando con cálculos los medios de conexión, la cobertura, la longitud de los cables y las medidas de seguridad, y documentarla con un plano a escala y un diagnóstico de averías que otra persona pueda seguir.

Lo que vais a producir

Plano de red doméstica/escolar simulada.

Seguridad. Toda la actividad es en papel o en un simulador aislado: no se accede a la configuración de ningún router real ni se escanean ni se prueban redes ajenas o del centro, y no se piden contraseñas ni nombres de redes reales.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Seguimos el recorrido de un dato y calculamos tiempos de transmisión.
2. Identificamos los equipos de red, el cable, el Wi-Fi y las IP privadas.
3. Diseñamos la red del piso de Amina y elegimos el medio de cada dispositivo.
4. Calculamos cobertura, cable y velocidad sobre el plano.
5. Resolvemos tarjetas de averías con un orden de diagnóstico.
6. Añadimos medidas de seguridad y completamos el plano final.
7. Defendemos el diseño y diagnosticamos un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Identificar router, punto de acceso, clientes y medios de conexión, y describir el recorrido de un dato desde un dispositivo hasta internet.
- Distinguir conexión alámbrica e inalámbrica (cable Ethernet, Wi-Fi de 2,4 y 5 GHz) y elegir la más adecuada para cada uso.
- Representar una red sencilla en un plano a escala, con acotación y simbología, e indicando las direcciones IP privadas de ejemplo.
- Calcular distancias, cobertura, longitud de cable, velocidad necesaria y tiempos de descarga, con unidades correctas.
- Aplicar un orden de diagnóstico a averías básicas y proponer medidas de seguridad de red a escala doméstica y escolar.

¿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

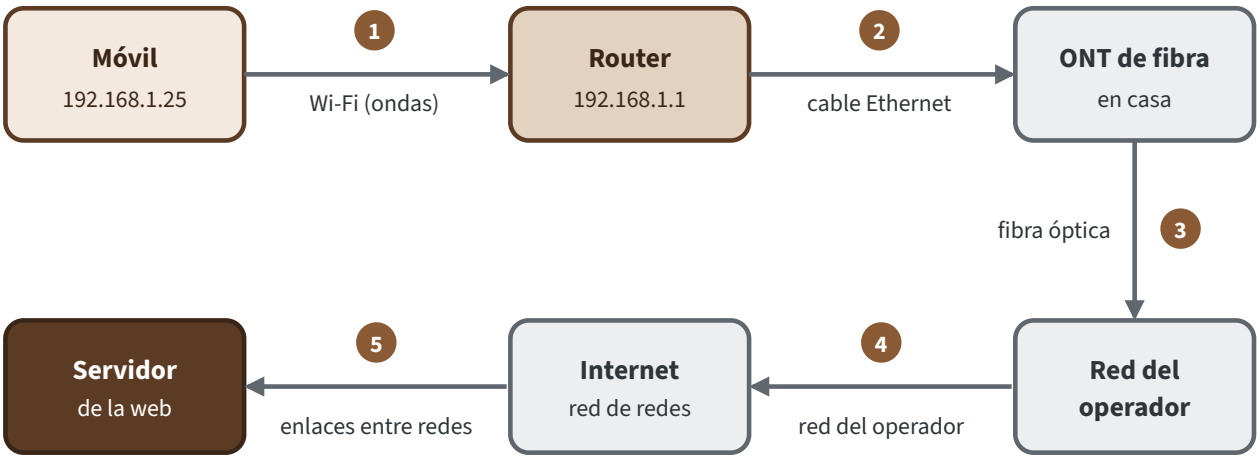
SdA 8 · Conectados

ALUMNADO

Todo lo necesario para diseñar la red sin conectarse a ninguna red real: el recorrido de un dato, los equipos y medios de red, el plano del piso con la cuadrícula, la tabla de dispositivos, un ejemplo resuelto con cobertura, cable y descargas, la comparación cable-Wi-Fi, el orden de diagnóstico de averías, las medidas de seguridad, el protocolo de trabajo y un glosario.

F1 El recorrido de un dato: del móvil a un servidor de internet

ESQUEMA



6 El servidor responde y la información vuelve por el camino inverso.

Un mensaje se divide en **paquetes** que viajan por distintos medios: **ondas de radio** (Wi-Fi), **cable de pares** (Ethernet) y **fibra óptica** (luz). Los dispositivos de casa usan **direcciones IP privadas** (192.168.1.x) y el router se comunica con internet con una **IP pública** que le da el operador.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Dato del INE: Encuesta sobre equipamiento y uso de tecnologías de información y comunicación en los hogares (TIC-H), nota de prensa del 20 de noviembre de 2025: el 97,4 % de los hogares con algún miembro de 16 a 74 años tenía acceso a internet y el 86,8 %, banda ancha fija.

Según el INE (TIC-H 2025), el 97,4 % de los hogares con algún miembro de 16 a 74 años tiene acceso a internet y el 86,8 %, banda ancha fija. ¿Qué medio usa cada tramo del esquema?

F2 Equipos de red y medios de conexión

DATOS

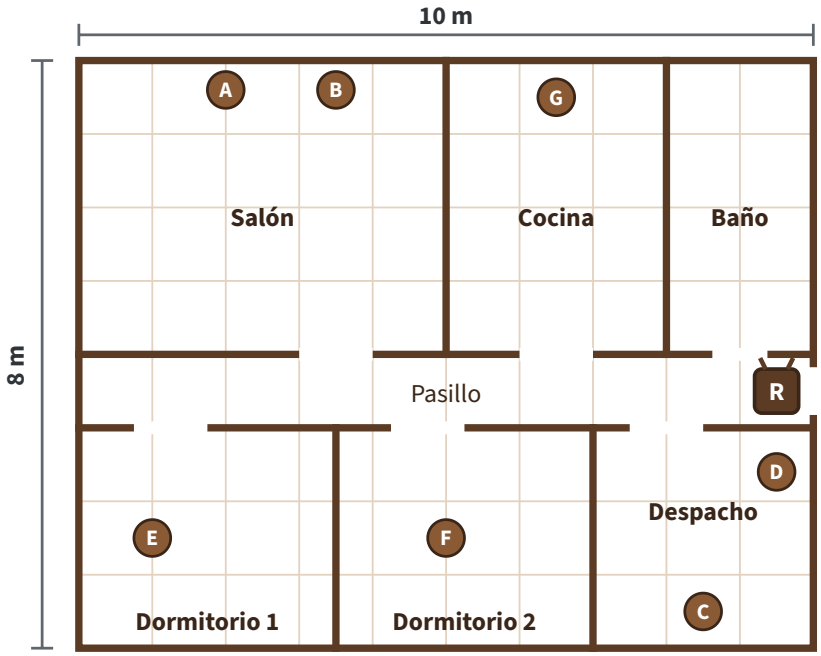
Equipo o medio	Función	Dónde se coloca	Ejemplo de conexión
ONT (terminal de red óptica)	Convierte la luz de la fibra en señal eléctrica para el router	Cerca de la entrada de la fibra	Fibra del operador a router por cable Ethernet
Router	Conecta la red de casa con internet, reparte direcciones IP (DHCP) y suele incluir Wi-Fi y 4 puertos	Zona central y alta, lejos de metales y microondas	ONT a router; router a dispositivos
Switch	Amplía los puertos de cable de una red local	Cerca de los equipos cableados	Router a switch; switch a varios equipos
Punto de acceso (AP)	Da Wi-Fi en una zona, conectado por cable al router	Donde el Wi-Fi del router no llega	Cable Ethernet entre router y AP
Repetidor o nodo mesh	Repite la señal Wi-Fi para ampliar la cobertura; con cable el rendimiento es mayor	A mitad de camino, donde aún hay buena señal	Wi-Fi o cable hasta el router
Cable Ethernet (par trenzado Cat5e o Cat6)	Medio alámbrico estable; hasta 1 Gbit/s y 100 m de longitud	Rutas por rodapié o canaleta	RJ45 en cada extremo
Cliente	Dispositivo que usa la red: móvil, portátil, consola, tableta, TV	En cualquier parte	Wi-Fi o cable
Dispositivo IoT	Objeto conectado: cámara, bombilla, enchufe inteligente, altavoz	Donde cumple su función	Normalmente Wi-Fi de 2,4 GHz

Una **red local** (LAN) conecta los equipos de un mismo espacio; **internet** es la red de redes a la que sale el router. La **puerta de enlace** es el equipo (el router) por el que los clientes salen de la red local.

Fuente: Tabla de elaboración propia a partir de equipos genéricos de uso habitual (sin marcas).

F3 Plano del piso de Amina con cuadrícula de 1 m

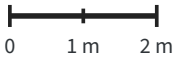
ESQUEMA



Leyenda

A · Smart TV (salón)
B · Consola (salón)
C · Portátil de teletrabajo
D · Impresora de red
E · Móvil de Amina
F · Tableta de Idris
G · Cámara IP de la cocina
R · Router y ONT, en la entrada

Los huecos blancos son puertas. La puerta de entrada está a la derecha del pasillo.



Escala gráfica: 1 cuadro = 1 m (origen del plano en la esquina superior izquierda)

Cómo leer el plano: el origen (0; 0) está en la esquina superior izquierda. El eje x crece hacia la derecha y el eje y, hacia abajo. El router está en (9,5; 4,5) y el pasillo mide 10 m × 1 m.

Fuente: Plano de elaboración propia (piso ficticio de 80 m², sin escala exacta de impresión): usa la cuadrícula y las cotas, donde cada cuadro mide 1 m. Los tabiques interiores se cuentan como paredes.

F4 Dispositivos del piso de Amina

DATOS

Letra	Dispositivo (habitación)	Posición (x; y) en m	Uso	Velocidad (Mbit/s)	Paredes al router	Paredes al AP (3; 4,5)
A	Smart TV (salón)	(2,0; 0,4)	Vídeo en 4K	15	3	1
B	Consola (salón)	(3,5; 0,4)	Juego en línea	5	3	1
C	Portátil de teletrabajo (despacho)	(8,5; 7,5)	Videollamadas	4	1	2
D	Impresora de red (despacho)	(9,5; 5,6)	Imprimir	1	1	2
E	Móvil de Amina (dormitorio 1)	(1,0; 6,5)	Vídeo en HD	5	3	1
F	Tableta de Idris (dormitorio 2)	(5,0; 6,5)	Clase en línea	4	2	1
G	Cámara IP (cocina)	(6,5; 0,5)	Vídeo de 1080p	2	2	2

El **router** (R) está en (9,5; 4,5). El **punto de acceso** (AP) opcional se propone en (3; 4,5), en el centro del pasillo. Las columnas de **paredes** cuentan los tabiques que cruza la línea recta entre el equipo y el dispositivo. **Contrato de fibra:** 300 Mbit/s de bajada.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Posiciones, usos y velocidades ficticios. Velocidades necesarias orientativas: Netflix recomienda 5 Mbit/s para Full HD y 15 Mbit/s para Ultra HD (Centro de ayuda de Netflix); videollamada, juego en línea, clase en línea y cámara: valores típicos aproximados.

F5 Ejemplo resuelto: la red del estudio de Hugo

TEXTO

Situación. Hugo vive en un estudio de 6 m × 5 m con una pared interior en x = 3,5 m. El router está en la entrada, en (0,5; 0,5). Tiene un portátil P en (2; 1), una Smart TV T en (5; 1) y una consola C en (5; 4).

1. Distancia (teorema de Pitágoras). $d = \sqrt{(\Delta x^2 + \Delta y^2)}$.

- Portátil: Δx = 1,5 m y Δy = 0,5 m; d = √(2,25 + 0,25) = √2,5 = **1,58 m**; paredes: 0.
- Smart TV: Δx = 4,5 m y Δy = 0,5 m; d = √(20,25 + 0,25) = **4,53 m**; paredes: 1.
- Consola: Δx = 4,5 m y Δy = 3,5 m; d = √(20,25 + 12,25) = **5,70 m**; paredes: 1.

2. Cobertura (modelo simplificado). Alcance = alcance base − pérdida por pared × número de paredes.

- Portátil: 2,4 GHz: 12 m; 5 GHz: 8 m. Cubre con las dos bandas (1,58 m es menor).
- Smart TV: 2,4 GHz: 12 − 3 = 9 m ≥ 4,53 m, **cubre**; 5 GHz: 8 − 4 = 4 m < 4,53 m, no cubre.
- Consola: 2,4 GHz: 9 m ≥ 5,70 m, cubre; 5 GHz: 4 m < 5,70 m, no cubre.

3. Decisión. Portátil por 5 GHz (más velocidad y cerca); Smart TV por 2,4 GHz; la consola, **por cable** para tener baja latencia.

4. Longitud del cable. El cable sigue rodapiés y puertas, así que se mide en «L»: |5 − 0,5| + |4 − 0,5| = 4,5 + 3,5 = **8 m**. Se añade un **15 %** de margen: 8 × 1,15 = 9,2 m. Se compra el cable de longitud estándar superior (2, 3, 5, 10, 15 o 20 m): **10 m**.

5. Velocidad y tiempos. Un byte son 8 bits: 100 Mbit/s = 12,5 MB/s. Descargar 600 MB a 100 Mbit/s: 600 × 8 = 4800 Mbit; 4800 ÷ 100 = **48 s**. Descargar 2 GB (2000 MB) a 300 Mbit/s: 2000 × 8 = 16 000 Mbit; 16 000 ÷ 300 = **53,3 s**.

6. Direcciones IP de ejemplo (red privada 192.168.1.0). Router 192.168.1.1 (puerta de enlace y servidor DHCP); portátil 192.168.1.20; Smart TV 192.168.1.21; consola 192.168.1.22.

Fuente: Ejemplo de elaboración propia, con cálculos comprobados con Python. El modelo de cobertura es un modelo didáctico simplificado (alcance útil en interior de 12 m a 2,4 GHz y de 8 m a 5 GHz, menos 3 m o 4 m por cada pared), basado en la tendencia general de que 2,4 GHz llega más lejos y atraviesa mejor las paredes y 5 GHz va más rápido, pero llega menos; no son medidas reales.

F6 Cable, Wi-Fi de 2,4 GHz y Wi-Fi de 5 GHz: comparación

DATOS

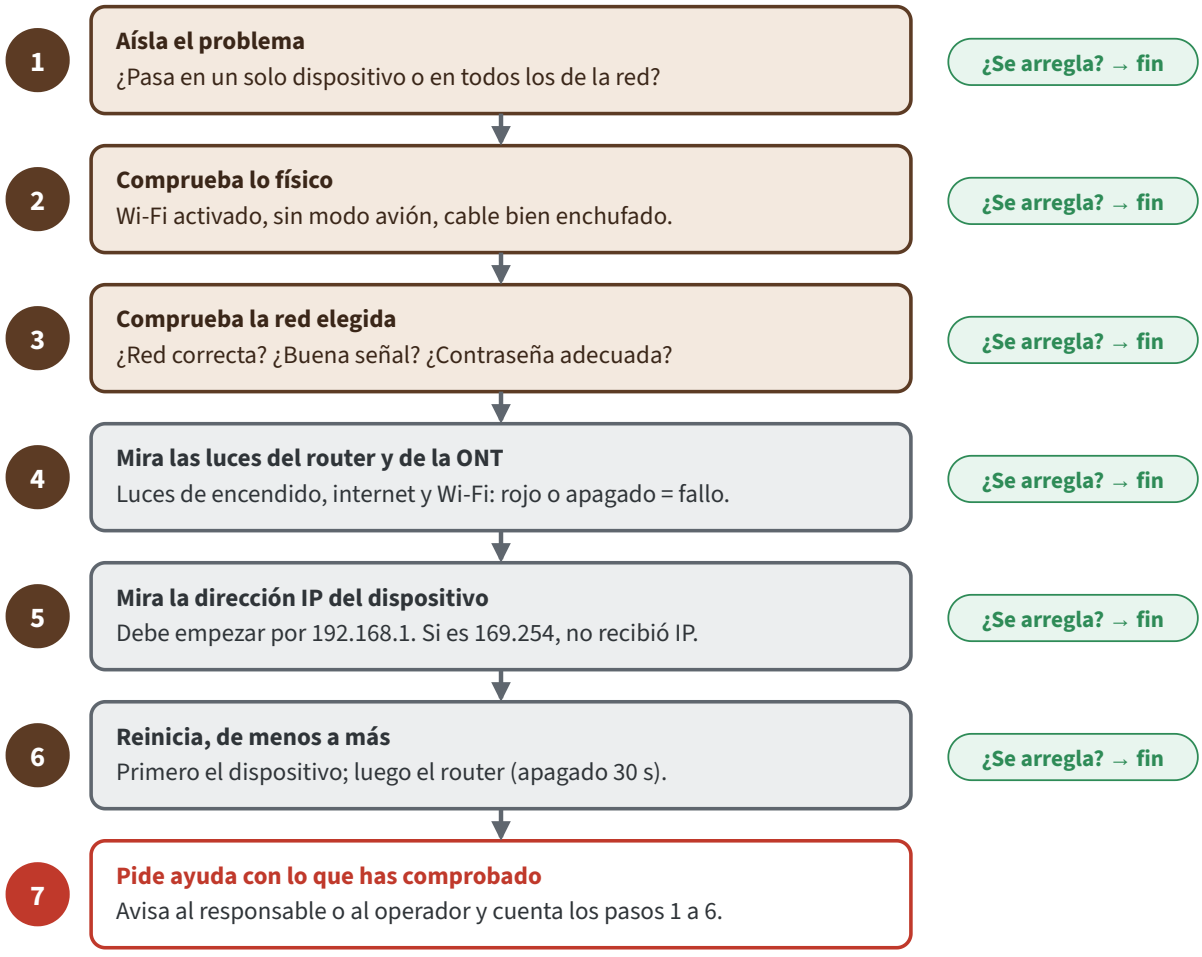
Medio	Velocidad	Alcance	Estabilidad e interferencias	Uso recomendado
Cable Ethernet (Cat5e o Cat6)	Hasta 1000 Mbit/s	Hasta 100 m por tramo	Muy estable; sin interferencias de radio	Consola, teletrabajo, TV fija, punto de acceso
Wi-Fi de 2,4 GHz	Más baja	Mayor; atraviesa mejor las paredes	Más interferencias (vecinos, microondas, bluetooth); pocos canales	Móviles lejos del router, IoT, cámaras
Wi-Fi de 5 GHz	Más alta	Menor; las paredes la debilitan más	Menos interferencias y más canales	Portátiles y móviles cerca, vídeo en HD

Bits y bytes: 1 byte = 8 bits. La velocidad de una conexión se mide en **megabit por segundo** (Mbit/s), mientras que el tamaño de un archivo se mide en **megabyte** (MB). Para pasar de Mbit/s a MB/s se divide entre 8. En la práctica, la velocidad real por Wi-Fi suele ser menor que la contratada.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Datos de referencia: cable Ethernet de pares hasta 100 m por tramo y 1 Gbit/s con Cat5e o Cat6 (norma IEEE 802.3ab, 1000BASE-T); 2,4 GHz llega más lejos y atraviesa mejor paredes pero tiene más interferencias; 5 GHz es más rápida y tiene más canales, pero llega menos.

F7 Orden de diagnóstico de una avería de red

ESQUEMA



En cada paso se hace **una sola comprobación o cambio** y se anota el resultado. Si el problema afecta a todos los dispositivos, se salta al paso 4; si solo afecta a uno, se centra en los pasos 2, 3 y 5. **Nunca** se abre ni se manipula un router o una ONT ajenos, ni se cambian ajustes que no se entienden.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Un orden de diagnóstico va de lo más simple y menos invasivo a lo más complejo.

F8 Medidas de seguridad de una red doméstica o escolar

DATOS

Medida	Qué riesgo evita	Cómo se aplica
Cambiar la contraseña de administración del router	Que alguien entre en el panel del router con la clave de fábrica y cambie ajustes	Contraseña larga y distinta de la del Wi-Fi
Cifrado WPA2 o WPA3 con contraseña larga	Que una persona ajena se conecte a la red o lea el tráfico	Mínimo 12 caracteres; una frase de varias palabras sin datos personales
Actualizar el router y los dispositivos	Que se aprovechen vulnerabilidades ya conocidas	Activar actualizaciones automáticas
Nombre de red (SSID) sin datos personales	Que se identifique a la familia o la vivienda	No usar nombres, apellidos ni número de piso
Red de invitados	Que las visitas accedan a los dispositivos de la familia	Una red separada con otra contraseña
Desactivar WPS y el acceso remoto si no se usan	Entradas innecesarias al router	Opciones del panel de administración
Cortafuegos y antivirus activos	Tráfico y programas dañinos	Mantenerlos activados y actualizados
Cuidado con las redes Wi-Fi públicas	Redes falsas que imitan a las reales y robo de datos	No iniciar sesión en servicios importantes ni compartir datos personales

Criterios de una buena contraseña: al menos 12 caracteres, sin datos personales (nombre, fecha, mascota), distinta para cada servicio y fácil de recordar si es una frase de varias palabras al azar. **En los ejercicios nunca escribas contraseñas reales:** usa siempre ejemplos ficticios.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Medidas habituales de seguridad doméstica; varias coinciden con las recomendaciones de INCIBE para proteger la red wifi de casa (cambiar la contraseña de administración y la del wifi, quitar del nombre de red los datos que revelen la operadora o el modelo, usar cifrado WPA2 sin recurrir nunca a WEP y desactivar WPS). Los criterios de longitud de la contraseña son de elaboración propia.

F9 Protocolo de trabajo: diseño y simulación de la red sin tocar redes reales

PROTOCOLO

Material y herramientas: plano F3 con cuadrícula, tabla F4, regla, calculadora, lápices de colores, plantilla del Anexo 4 y, si lo hay, un simulador de red o una herramienta de diagramas del centro.

Equipo de protección y riesgos: no hay riesgo eléctrico porque no se conectan equipos. Los riesgos son de privacidad y de seguridad: no se escribe ninguna contraseña ni nombre de red reales, no se accede a la configuración de ningún router, no se escanean redes y no se prueban conexiones ajenas. Si se manipula un equipo de demostración, se hace apagado y sin abrirlo.

Procedimiento:

1. Lee el plano F3 y la tabla F4. Marca en el plano la posición del router y de los siete dispositivos.
2. Elige para cada dispositivo si va por cable o por Wi-Fi (y, en ese caso, a 2,4 o 5 GHz) y anótalo.
3. Calcula distancias con Pitágoras y cobertura con el modelo de F5. Si un dispositivo queda sin cobertura, decide dónde colocar un punto de acceso.
4. Calcula la longitud de los cables en «L» con un 15 % de margen y elige las longitudes estándar.
5. Suma la velocidad que necesitan los dispositivos a la vez y compárala con la contratada.
6. Aplica las medidas de F8 y escribe las IP de ejemplo (192.168.1.x).
7. Pide a otro equipo que te lance una tarjeta de avería y resuélvela con el orden de F7.

Cierre y privacidad: guarda el plano sin datos reales; borra del simulador cualquier nombre o contraseña de ejemplo que se parezca a uno real; recoge los equipos de demostración desconectados.

Resultado esperable: un plano con todos los dispositivos cubiertos, cables medidos, IP de ejemplo y medidas de seguridad, más una avería resuelta con orden.

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

F10 Glosario de redes

GLOSARIO

Red local (LAN)	Red que conecta los equipos de un mismo espacio, como una casa o un aula.
Router	Equipo que conecta la red local con internet y reparte direcciones IP.
Punto de acceso	Equipo que da Wi-Fi y se conecta por cable a la red.
Cliente	Dispositivo que usa los servicios de la red: móvil, portátil, consola, TV.
Dirección IP	Número que identifica a un dispositivo en una red; en casa, privadas como 192.168.1.20.
DHCP	Servicio del router que reparte automáticamente las direcciones IP.
Wi-Fi	Tecnología inalámbrica de red local que usa ondas de radio de 2,4 GHz y 5 GHz.
Ethernet	Tecnología de red por cable de pares trenzados con conectores RJ45.
Mbit/s	Megabit por segundo: unidad de velocidad de transmisión; 8 Mbit/s = 1 MB/s.
Cobertura	Zona donde la señal de Wi-Fi llega con calidad suficiente.
WPA2 / WPA3	Sistemas de cifrado que protegen el Wi-Fi con contraseña.
Red de invitados	Red Wi-Fi separada para visitas, sin acceso a los equipos de la familia.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 8 · Conectados

ALUMNADO

FICHA 1 El recorrido de un dato

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, con el esquema de F1 y la comparación de F6, calcula tiempos de transmisión.

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

El router de casa sirve para…

◯ conectar la red de casa con internet y repartir direcciones IP ◯ guardar los archivos de la familia

◯ dar corriente a los dispositivos

Una dirección IP privada típica de una casa es…

◯ 8.8.8.8 ◯ 300.1.1.1 ◯ 192.168.1.20

Un byte equivale a…

◯ 1 megabit ◯ 8 bits ◯ 10 bits

Una conexión de 100 Mbit/s permite descargar, como máximo, unos…

◯ 100 MB cada segundo ◯ 1 MB cada segundo ◯ 12,5 MB cada segundo

2 **Con F1: completa el medio de transmisión de cada tramo del recorrido de un dato.**

Tramo	Medio de transmisión
1. Móvil → router	
2. Router → ONT	
3. ONT → red del operador	

3 **Calcula (con 1 byte = 8 bits). Escribe las operaciones. a) Una foto de 3 MB se envía a 24 Mbit/s: ¿cuánto tarda? b) Descargar 600 MB a 100 Mbit/s. c) Descargar 1,5 GB (1500 MB) a 300 Mbit/s.**

4 **Dispositivos conectados de tu casa o tu aula (solo tipos, sin nombres de redes ni contraseñas): anota cinco y cómo se conectan.**

Dispositivo	¿Cable o Wi-Fi?	¿Por qué crees que es así?

FICHA 2 Equipos de red y direcciones IP

SESIÓN 2

Usa la tabla de equipos (F2), la comparación cable-Wi-Fi (F6) y el glosario (F10).

1 **Relaciona cada equipo con su función.**

1	Router	a	Da Wi-Fi en una zona y se conecta por cable
2	Switch	b	Amplía los puertos de cable de una red local
3	Punto de acceso	c	Conecta la red de casa con internet y reparte IP
4	ONT	d	Convierte la luz de la fibra en señal eléctrica

2 **Elige cable, Wi-Fi de 2,4 GHz o Wi-Fi de 5 GHz para cada uso y explica por qué.**

Uso	Medio elegido	Motivo
Consola de juego en línea		
Tableta en el sofá del salón		
Impresora fija del despacho		
Bombilla inteligente lejos del router		

3 **Marca verdadero (V) o falso (F) y corrige las falsas.**

	V	F
Una IP como 192.168.1.20 se puede localizar desde cualquier parte de internet.	☐	☐
Un switch sirve para conectar varios equipos por cable en la misma red local.	☐	☐
El Wi-Fi de 5 GHz llega más lejos que el de 2,4 GHz.	☐	☐
Un cable Ethernet Cat6 puede medir hasta unos 100 m por tramo.	☐	☐

4 **Completa.**

El router de casa suele tener la IP privada _____ y reparte las direcciones al resto de equipos con el servicio _____. Cuando un dispositivo manda un dato a internet, el router actúa como _____ (puerta de salida) de la red local.

FICHA 3 Diseñamos la red del piso de Amina

SESIÓN 3

Usa el plano (F3), la tabla de dispositivos (F4) y la comparación de medios (F6).

1 **Decide cómo se conecta cada dispositivo y justifica tu elección con el uso y la distancia.**

Dispositivo	Medio (cable / 2,4 GHz / 5 GHz)	Justificación
A · Smart TV		
B · Consola		
C · Portátil de teletrabajo		
D · Impresora de red		
E · Móvil de Amina		
F · Tableta de Idris		
G · Cámara IP		

2 **Dibuja el esquema lógico de la red: router, punto de acceso (si lo proponéis), dispositivos y medios (línea continua para cable y discontinua para Wi-Fi). Escribe las IP de ejemplo.**

3 **Escala. En un plano a escala 1:100 el pasillo mide 10 cm en el papel. ¿Cuántos metros mide en realidad? Un dormitorio real de 3,5 m × 3 m, ¿qué medidas tiene en el plano?**

4 **Escribid cuatro requisitos medibles de la red (cobertura, cableado, velocidad y seguridad).**

N.º	Requisito	Cómo comprobaremos que se cumple
1		
2		
3		
4		

FICHA 4

Cobertura, cableado y velocidad

SESIÓN 4

Usa los datos de F4, el modelo de cobertura y el ejemplo de F5. Redondea las distancias a dos decimales.

1 **Calcula con el teorema de Pitágoras la distancia entre el router R (9,5; 4,5) y cada dispositivo. Después calcula el alcance en 2,4 GHz (12 m − 3 m × paredes) e indica si cubre.**

Dispositivo	Δx (m)	Δy (m)	Distancia (m)	Paredes	Alcance 2,4 GHz (m)	¿Cubre?
B · Consola (3,5; 0,4)				3		
C · Portátil (8,5; 7,5)				1		
E · Móvil (1,0; 6,5)				3		
F · Tableta (5,0; 6,5)				2		

2 **Proponemos un punto de acceso en (3; 4,5). Calcula si cubre al móvil de Amina (E) y al portátil (C) con 2,4 GHz. ¿Qué decides para cada uno?**

Dispositivo	Distancia al AP (m)	Paredes al AP	Alcance 2,4 GHz (m)	¿Cubre?
E · Móvil (1,0; 6,5)		1		
C · Portátil (8,5; 7,5)		2		

3 **Cable en «L» con un 15 % de margen. Calcula la longitud del cable de la consola B al router y la del punto de acceso al router. Cables estándar disponibles: 2, 3, 5, 10, 15 y 20 m.**

4 **Velocidad necesaria. Suma lo que piden los siete dispositivos a la vez (F4) y compáralo con los 300 Mbit/s contratados: ¿qué porcentaje se usa? ¿Basta la fibra o el problema es otro?**

FICHA 5 Tarjetas de avería

SESIÓN 5

Para cada tarjeta, sigue el orden de diagnóstico de F7. Anota el primer paso que comprobarías, la causa más probable y la solución.

1 **Resuelve las cinco tarjetas.**

Tarjeta y síntoma	Primer paso de F7, causa probable y solución
T1. El portátil del despacho, por cable, dice «sin conexión», pero el móvil de Amina navega bien. El LED del puerto del portátil está apagado.	
T2. Nadie tiene internet. La luz de «internet» (WAN) del router está roja; la del Wi-Fi, verde.	
T3. La tableta de Idris se conecta a la red, pero indica «sin acceso a internet» y tiene la IP 169.254.7.12.	
T4. La Smart TV se corta cada noche a las 21:00, cuando todos ven vídeo; los demás dispositivos van bien.	
T5. En el dormitorio 1 el vídeo se pausa cada pocos segundos; el móvil de Amina marca una sola barra de señal.	

2 **Inventad una tarjeta de avería (síntoma y causa) y dádsela a otro equipo para que la resuelva.**

3 **¿Por qué el orden de diagnóstico va de lo más simple a lo más complejo y no empieza por reiniciar el router?**

FICHA 6

Seguridad de la red y plano final

SESIÓN 6

Usa las medidas de seguridad (F8). Nunca escribas contraseñas reales: en esta ficha todas son ejemplos ficticios.

1 Relaciona cada medida con el riesgo que evita.

1	Cambiar la contraseña de administración	a	Que una persona ajena se conecte a la red
2	Cifrado WPA2 o WPA3 con contraseña larga	b	Que alguien entre en el panel del router con la clave de fábrica
3	Actualizar el router y los dispositivos	c	Que las visitas accedan a los dispositivos de la familia
4	Red de invitados	d	Que se aprovechen vulnerabilidades conocidas

2 Valora estas contraseñas ficticias: marca si son fuertes o débiles y explica por qué.

Contraseña de ejemplo	¿Fuerte o débil?	Motivo
12345678		
amina2012		
tren-lluvia-naranja-faro		
Wifi!Casa		

3 Elegid cinco medidas de seguridad para la red del piso y escribid qué riesgo evita cada una.

Medida	Riesgo que evita

4 **Redes Wi-Fi públicas (biblioteca, cafetería): escribe dos riesgos y dos precauciones.**

5 **Revisad el plano final del Anexo 4 con esta lista y marcad lo que esté listo.**

- [ ] Todos los dispositivos están dibujados y tienen su medio de conexión.
- [ ] Las distancias y las longitudes de cable están calculadas con unidades.
- [ ] El router y el punto de acceso tienen su IP de ejemplo.
- [ ] El plano tiene cotas, escala y leyenda.
- [ ] Las medidas de seguridad están escritas con su motivo.

FICHA 7 Evidencia individual: el piso de Lucas

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica el modelo de cobertura, el orden de diagnóstico y las medidas de seguridad a un piso nuevo.

1 **En el piso de Lucas, el router está en el salón y su portátil, en un dormitorio a 9 m en línea recta, con 2 paredes en medio. Calcula el alcance en 2,4 GHz y en 5 GHz con el modelo de F5. ¿Cubre? Propón una solución.**

2 **Lucas descarga un juego de 1,2 GB (1200 MB) y su conexión efectiva por Wi-Fi es de 50 Mbit/s. ¿Cuánto tarda? Expresa el resultado en minutos y segundos.**

3 **Avería. El móvil de Lucas dice «conectado, sin internet», pero su portátil y la TV funcionan bien. Escribe, en orden, los pasos de diagnóstico que seguirías y la causa más probable.**

4 **Seguridad. Escribe tres medidas para la red de Lucas y explica por qué recomendarías una red de invitados.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 8 · Conectados

ALUMNADO

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

Memoria técnica de nuestra red. Completadla en equipo a lo largo de las sesiones; es la base de la defensa final.

Espacio y usuarios

Quién usa la red y qué necesita.

Requisitos

Cuatro requisitos medibles.

Plano de la red a escala

Router, AP, dispositivos, cables y Wi-Fi; escala 1:100 y cotas.

Esquema lógico e IP de ejemplo

Equipos, medios y direcciones 192.168.1.x.

Dispositivos y conexión

Medio elegido y motivo de cada uno.

Cálculos con unidades

Distancias, cobertura, cable y velocidad.

Medidas de seguridad

Cinco medidas y riesgo que evitan.

Diagnóstico de una avería

Síntoma, orden de pasos y solución.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 8 · Conectados

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Plano de red doméstica/escolar simulada**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El plano indica el router, el punto de acceso (si procede) y los siete dispositivos con su medio de conexión.
- [ ] El plano tiene escala, cotas en metros y leyenda.
- [ ] Las distancias están calculadas con Pitágoras y la cobertura con el modelo, con unidades correctas.
- [ ] Todos los dispositivos quedan cubiertos o conectados por cable, y se justifica cada elección.
- [ ] La longitud de cable incluye el margen del 15 % y se elige una longitud estándar.
- [ ] La velocidad necesaria total se compara con la contratada y se interpreta el resultado.
- [ ] Las direcciones IP son privadas de ejemplo (192.168.1.x) y los nombres de red y contraseñas son ficticios.
- [ ] Hay al menos cinco medidas de seguridad de red con su motivo.
- [ ] Se ha resuelto una avería siguiendo el orden de diagnóstico, anotando cada comprobación.
- [ ] No se ha accedido a ninguna red ni router reales y se han usado recursos propios o con 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 8 · Conectados

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Plano de red doméstica/escolar simulada**. 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 requisitos medibles (velocidad, cobertura, cableado, seguridad), diseña un plano con router y punto de acceso justificados con cálculos y elige el medio de cada dispositivo comparando alternativas.	Define requisitos y diseña un plano adecuado con una justificación suficiente de la posición de los equipos y de los medios.	El diseño no cubre todos los dispositivos o la justificación no se apoya en cálculos.	No relaciona la red con las necesidades de las personas usuarias.	
Funcionamiento / evidencia	Todos los dispositivos quedan cubiertos según el modelo de cobertura; las distancias, el cable y la velocidad son correctos y se prueban con casos de avería y se interpretan sus límites.	La red cubre los dispositivos principales con cálculos correctos en su mayor parte y resuelve las averías con orden.	Quedan dispositivos sin cobertura o hay errores de cálculo importantes; el diagnóstico es desordenado.	No hay cálculos ni pruebas del diseño.	
Documentación técnica	Plano a escala con acotación, leyenda, IP de ejemplo y esquema lógico claros; cálculos con unidades y vocabulario técnico correctos; otra persona podría montar la red.	Documentación suficiente, con alguna cota, unidad o IP sin indicar.	Faltan cotas, leyenda o cálculos; el plano es ambiguo.	Documentación insuficiente para entender la red.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Propone medidas de seguridad de red justificadas, usa solo datos y redes ficticias, valora la accesibilidad y el bienestar digital y razona el consumo y la reutilización de equipos.	Aplica las medidas básicas de seguridad y no usa datos reales.	Necesita recordatorios sobre contraseñas, datos reales o seguridad.	Intenta acceder a redes reales, usa claves reales o ignora la seguridad.	
Iteración y cooperación	Corrige el diseño a partir de los cálculos y de las averías de otro equipo, y los roles se cumplen y se rotan.	Revisa el diseño tras las pruebas y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el diseño o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 8 · Conectados

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé explicar el recorrido de un dato desde mi móvil hasta un servidor de internet.	○	○	○	○
Sé comprobar una avería de red siguiendo un orden y aplicar medidas básicas de seguridad.	○	○	○	○
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 · Conectados

ALUMNADO

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

Plano pequeño y dispositivos preseleccionados: el estudio de Marina, con solo tres dispositivos. Calcula distancia y cobertura y decide el medio de cada uno.

Datos del estudio de Marina

El estudio mide 6 m × 4 m y tiene un tabique en x = 4 m. El router está en (0,5; 3,5).

Dispositivos preseleccionados: portátil (1,5; 1,5), Smart TV (5,0; 3,0) y tableta (5,0; 0,8).

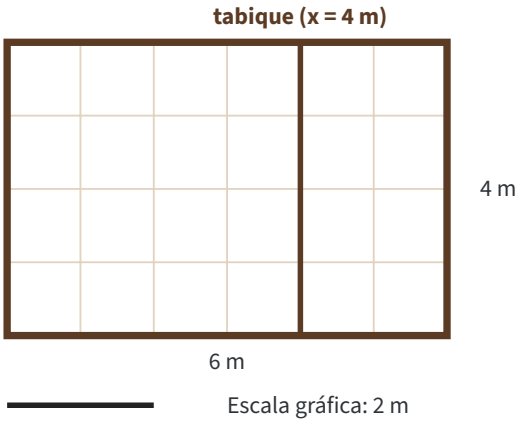
Modelo de cobertura: 2,4 GHz = 12 m − 3 m por pared; 5 GHz = 8 m − 4 m por pared.

Ejemplo resuelto: el portátil

Δx = 1,5 − 0,5 = 1 m; Δy = 3,5 − 1,5 = 2 m. Distancia = √(1 + 4) = √5 = 2,24 m.

Paredes: 0. Alcance 2,4 GHz: 12 m; 5 GHz: 8 m. Cubre con las dos bandas; se elige 5 GHz por velocidad.

1 **Completa el plano del estudio: dibuja el router y los tres dispositivos en la cuadrícula (1 cuadro = 1 m) y marca el tabique.**



2 **Completa la tabla de cobertura del estudio.**

Dispositivo	Distancia (m)	Paredes	Alcance 2,4 GHz (m)	Alcance 5 GHz (m)	Medio elegido
Portátil (1,5; 1,5)	2,24	0	12	8	
Smart TV (5,0; 3,0)		1			
Tableta (5,0; 0,8)		1			

3 **El estudio tiene una consola en (5,0; 3,0) que se quiere conectar por cable al router. Calcula la longitud del cable en «L» con un 15 % de margen y elige el cable estándar (2, 3, 5, 10 o 15 m).**

ANEXO 9

Ampliación

SdA 8 · Conectados

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Una red con invitados e IoT separados

Los objetos inteligentes (cámaras, bombillas, altavoces) y las visitas no deberían estar en la misma red que los ordenadores de la familia. Diseña, de forma conceptual y sobre el plano, una red con tres segmentos separados y justifica la separación.

Pasos

1. Divide los dispositivos del piso de Amina en tres redes: familiar (portátil, móviles, tableta, consola, impresora), IoT (cámara IP y Smart TV) e invitados (móviles de visitas).
2. Dibuja el esquema lógico con los tres segmentos, el router (con red de invitados) y la IP de ejemplo de cada red: 192.168.1.x para la familiar, 192.168.10.x para IoT y 192.168.20.x para invitados.
3. Escribe qué dispositivo de cada red puede comunicarse con cuál y qué no (por ejemplo, las visitas no ven la impresora ni el portátil) y por qué.
4. Analiza las limitaciones: ¿qué impide hacerlo en un router doméstico básico?, ¿qué ocurre si la cámara IP necesita una app que no se puede separar?, ¿qué coste y complejidad añade?

Entrega

Esquema lógico con tres segmentos, tabla de comunicaciones permitidas y un análisis de 6-8 líneas.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 8 · Conectados

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: conecta la red de casa con internet y reparte direcciones IP; 192.168.1.20; 8 bits; unos 12,5 MB cada segundo (100 ÷ 8).
2. 1. Móvil → router: ondas de radio (Wi-Fi). 2. Router → ONT: cable Ethernet (par trenzado). 3. ONT → red del operador: fibra óptica.
3. a) 3 MB × 8 = 24 Mbit; 24 Mbit ÷ 24 Mbit/s = 1 s. b) 600 × 8 = 4800 Mbit; 4800 ÷ 100 = 48 s. c) 1500 × 8 = 12 000 Mbit; 12 000 ÷ 300 = 40 s.
4. Respuesta abierta. Se espera: móvil y portátil por Wi-Fi; TV, consola o equipo de sobremesa por cable o Wi-Fi según la cercanía. Valorar que se justifique por movilidad o por estabilidad.

Ficha 2

1. Router, conecta la red de casa con internet y reparte IP; switch, amplía los puertos de cable; punto de acceso, da Wi-Fi y se conecta por cable; ONT, convierte la luz de la fibra en señal eléctrica.
2. Consola: cable (estable, poca latencia). Tableta: 5 GHz si está cerca o 2,4 GHz si hay paredes. Impresora fija: cable o Wi-Fi de 2,4 GHz. Bombilla inteligente: 2,4 GHz (más alcance y los dispositivos IoT suelen usar esa banda).
3. F, V, F, V. Correcciones: una IP privada solo vale dentro de la red local; el Wi-Fi de 5 GHz llega menos lejos que el de 2,4 GHz.
4. 192.168.1.1; DHCP; puerta de enlace.

Ficha 3

1. Propuesta modelo: A, 2,4 GHz (o cable si hay punto de acceso); B, cable; C, cable; D, Wi-Fi de 2,4 GHz o cable; E, Wi-Fi con punto de acceso; F, Wi-Fi con punto de acceso; G, 2,4 GHz. Valorar que cada medio se justifique con el uso y con la distancia.
2. Esquema lógico: router (192.168.1.1) conectado por cable a la consola, al portátil y al punto de acceso (192.168.1.2); el resto, por Wi-Fi; línea continua para el cable y discontinua para el Wi-Fi.
3. 10 cm en el papel a escala 1:100 son 10 m reales. El dormitorio: 3,5 m = 3,5 cm y 3 m = 3 cm en el plano (3,5 cm × 3 cm).
4. Ejemplos: cubrir todos los dispositivos con cobertura según el modelo; cable en «L» con margen del 15 %; la suma de velocidades menor del 50 % de la contratada; contraseña de más de 12 caracteres. Comprobación por cálculo o por prueba.

Ficha 4

1. B: Δx 6, Δy 4,1; $d = \sqrt{(36 + 16{,}81)} = 7{,}27$ m; 3 paredes; 12 − 9 = 3 m; no cubre. C: Δx 1, Δy 3; $d = \sqrt{10} = 3{,}16$ m; 1 pared; 9 m; cubre. E: Δx 8,5, Δy 2; $d = \sqrt{(72{,}25 + 4)} = 8{,}73$ m; 3 paredes; 3 m; no cubre. F: Δx 4,5, Δy 2; $d = \sqrt{(20{,}25 + 4)} = 4{,}92$ m; 2 paredes; 6 m; cubre.
2. E: Δx 2, Δy 2; $d = \sqrt{8} = 2{,}83$ m; 1 pared; alcance 9 m; cubre. C: Δx 5,5, Δy 3; $d = \sqrt{(30{,}25 + 9)} = 6{,}26$ m; 2 paredes; 6 m; no cubre (6,26 > 6). Decisión: E por el punto de acceso; C se queda con el router (por cable, mejor).
3. Consola: $|9{,}5 - 3{,}5| + |4{,}5 - 0{,}4| = 6 + 4{,}1 = 10{,}1$ m; × 1,15 = 11,6 m; cable de 15 m. Punto de acceso: $|9{,}5 - 3| + 0 = 6{,}5$ m; × 1,15 = 7,5 m; cable de 10 m. (Portátil: 1 + 3 = 4 m; × 1,15 = 4,6 m; cable de 5 m.)
4. 15 + 5 + 4 + 1 + 5 + 4 + 2 = 36 Mbit/s; 36 ÷ 300 = 12 %. La fibra basta de sobra: el problema es la cobertura y el uso del Wi-Fi, no la velocidad contratada.

Ficha 5

1. T1: pasos 1 y 2; el LED apagado indica sin enlace; cable mal enchufado o dañado; se prueba otro cable y otro puerto. T2: paso 4; WAN roja = sin línea del operador (ONT, fibra); se reinicia la ONT y el router y, si sigue, se avisa al operador. T3: paso 5; la IP 169.254.x.x es autoasignada porque no ha recibido IP del router (DHCP); se olvida la red y se reconecta, y se reinicia la tableta; después, el router. T4: pasos 1 y 4; saturación del Wi-Fi o señal débil a la hora de más uso; mejor cable o 5 GHz si cubre, o mover o añadir un punto de acceso; con 36 Mbit/s no es falta de velocidad contratada. T5: paso 3; cobertura insuficiente (3 paredes, 8,7 m); añadir un punto de acceso en el pasillo.
2. Respuesta abierta. Valorar que la tarjeta tenga síntoma observable y una causa realista resoluble con el orden de F7.
3. Respuesta modelo: porque lo más simple (cable, interruptor del Wi-Fi) es lo más probable y no cuesta nada; reiniciar el router corta a toda la familia y puede ocultar la causa.

Ficha 6

1. Contraseña de administración → entrar en el panel con la clave de fábrica; WPA2 o WPA3 → persona ajena conectada; actualizar → vulnerabilidades conocidas; red de invitados → visitas que acceden a los dispositivos de la familia.
2. 12345678: débil (corta y muy común). amina2012: débil (nombre y año, datos personales). tren-lluvia-naranja-faro: fuerte (24 caracteres, palabras al azar, fácil de recordar). Wifi!Casa: débil (corta y predecible, aunque lleve un símbolo).
3. Respuesta abierta. Se esperan las medidas de F8 con su riesgo.
4. Riesgos: redes falsas que imitan a la real y robo de datos de inicio de sesión. Precauciones: no iniciar sesión en servicios importantes ni compartir datos personales; confirmar el nombre de la red con el personal.
5. Lista de comprobación del plano: todas las casillas marcadas.

Ficha 7

1. 2,4 GHz: $12 - 3 \times 2 = 6$ m < 9 m, no cubre. 5 GHz: $8 - 4 \times 2 = 0$ m, no cubre. Soluciones: punto de acceso o nodo mesh en el pasillo, o cable hasta el dormitorio; en 5 GHz con punto de acceso cercano.
2. $1200 \times 8 = 9600$ Mbit; $9600 \div 50 = 192$ s = 3 min 12 s.
3. Orden: 1) aislar (solo el móvil falla); 2) comprobar Wi-Fi y modo avión; 3) comprobar la red elegida y la contraseña; 5) mirar la IP (¿169.254.x.x?); 6) olvidar la red, reconectar y reiniciar el móvil. Causa probable: el móvil no ha recibido IP o está en la red equivocada.
4. Medidas: contraseña de administración nueva, WPA2 o WPA3 con contraseña larga, actualizar. Red de invitados para que los amigos de Lucas no accedan a sus equipos ni a la impresora.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Plano: router en (0,5; 3,5), portátil en (1,5; 1,5), TV en (5,0; 3,0), tableta en (5,0; 0,8), con el tabique en $x = 4$ m.
2. Smart TV: Δx 4,5, Δy 0,5; $d = \sqrt{(20{,}25 + 0{,}25)} = 4{,}53$ m; 1 pared; 2,4 GHz: 9 m (cubre); 5 GHz: 4 m (no cubre) → 2,4 GHz. Tableta: Δx 4,5, Δy 2,7; $d = \sqrt{(20{,}25 + 7{,}29)} = 5{,}25$ m; 1 pared; 9 m (cubre); 5 GHz: 4 m (no) → 2,4 GHz.
3. Cable: $|5 - 0{,}5| + |3{,}5 - 3| = 4{,}5 + 0{,}5 = 5$ m; $\times 1{,}15 = 5{,}75$ m → cable de 10 m (el siguiente estándar por encima de 5,75 m).

Ampliación (Anexo 9)

1. Respuesta abierta. Valorar tres segmentos coherentes (familiar: portátil C, móviles, tableta, consola, impresora; IoT: cámara G y Smart TV A; invitados: móviles de visitas), IP de ejemplo correctas y reglas razonables (invitados e IoT solo a internet; IoT no ve la familiar). Limitaciones: muchos routers básicos solo ofrecen red de invitados, no IoT; las apps de la cámara pueden requerir estar en la misma red; más complejidad.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (recorrido de un dato y cálculos), sesión 2 (equipos, medios e IP), sesión 3 (diseño sobre el plano), sesión 4 (cálculos de cobertura y cable: la más exigente; conviene calculadora), sesión 5 (tarjetas de avería, que se pueden recortar y repartir entre equipos), sesión 6 (seguridad y plano final), sesión 7 (defensas de 3 minutos y ficha individual de 15).
- Seguridad y privacidad: todo es teórico o simulado; no se accede a ninguna configuración real ni se piden contraseñas ni nombres de redes reales. Los equipos de demostración, si los hay, se manipulan apagados y sin abrir. Contraseñas y SSID de los ejercicios siempre ficticios.
- Modelo de cobertura: es un modelo didáctico simplificado (12 m y 8 m de alcance y 3 m y 4 m de pérdida por pared) para razonar; no sustituye medidas reales. Si se dispone de una aplicación de medida de señal en un entorno controlado, se puede contrastar con el aula, siempre sin conectarse a redes ajenas.
- Diferenciación: el Anexo 8 reduce el plano a un estudio con tres dispositivos preseleccionados; el Anexo 9 propone separar conceptualmente invitados e IoT. Roles rotatorios: coordinación, documentación, cálculos, seguridad y comunicación.

⚠ Errores frecuentes

- Confundir Mbit/s con MB/s: dividir entre 8 para pasar de megabit a megabyte.
- Medir las distancias sobre el papel sin convertir con la escala, o confundir 1:100 con 100:1.
- Olvidar el margen del 15 % en el cable o medir la distancia en línea recta en vez de en «L».
- Usar el teorema de Pitágoras sin elevar al cuadrado o sin hacer la raíz.
- Pensar que más Wi-Fi o un repetidor siempre mejora la velocidad o que 5 GHz llega más lejos.
- Escribir contraseñas o nombres de red reales en los ejercicios, o reiniciar el router como primer paso sin aislar el problema.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar diseños distintos si todos los dispositivos quedan cubiertos o conectados por cable y la elección se justifica con el modelo de cobertura y el uso.
- Valorar más la justificación con cálculos y la coherencia del diagnóstico que el acabado del plano.
- Aceptar el cálculo del cable con ligeras diferencias de ruta si se explica el recorrido y se aplica el 15 %.
- En la ficha 7, aceptar pasos de diagnóstico en un orden distinto si es razonable y se aíslan primero las causas más simples.

09

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Tu entorno digital de aprendizaje

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo podemos trabajar en equipo sin perder archivos, versiones ni autoría?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES B · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE6	PRODUCTO FINAL PLE de proyecto y protocolo de colaboración	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 6.2, 6.3, 1.3

Contexto, reto y producto

En 2.º C del IES Valle del Ebro (centro ficticio) preparan la revista digital «El Eco de 2.º C». Cuatro estudiantes (Ana, Biel, Carla y Daniel, nombres ficticios) comparten una carpeta en la plataforma educativa del centro, y a las dos semanas es un caos: hay archivos llamados «trabajo final», «trabajo final (1)» y «trabajo_final_DEFINITIVO_v2_NUEVO»; dos personas editaron el mismo informe a la vez y una de ellas perdió un párrafo; un logo descargado de internet no indica de dónde salió; una hoja de cálculo con respuestas de encuesta incluye nombres y teléfonos (ficticios); y la carpeta está abierta para «cualquiera con el enlace». Nadie sabe qué versión es la buena ni qué pasaría si alguien borrara un archivo por error.

En esta situación, el alumnado construye el **entorno personal de aprendizaje (PLE) de su proyecto** y un **protocolo de colaboración**. Primero **audita un proyecto digital caótico**; después **diseña la estructura de carpetas y la convención de nombres y versiones**, **practica permisos y roles** en un entorno de prueba, **revisa licencias y citas**, **simula un conflicto de versiones y la pérdida de un archivo** aplicando la regla de las copias de seguridad, y redacta el protocolo de su equipo, incluida la netiqueta. Todo con documentos ficticios y cuentas del centro. El producto es el PLE del proyecto, listo para usar, junto a su protocolo de colaboración.

Reto

Diseñar y documentar el entorno de trabajo digital de un equipo (herramientas, carpetas, nombres, permisos, versiones, copias de seguridad, licencias y netiqueta) y comprobar con una simulación que protege el trabajo del equipo, de modo que otro grupo pueda adoptarlo y auditarlo.

Producto final

PLE de proyecto y protocolo de colaboración.

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)

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.

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
D3	Herramientas y plataformas de aprendizaje: configuración, mantenimiento y uso crítico.
D4	Herramientas de edición y creación de contenidos: instalación, configuración y uso responsable. Propiedad intelectual.
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.
B1	Habilidades básicas de comunicación interpersonal: vocabulario técnico apropiado y pautas de conducta propias del entorno virtual (etiqueta digital).

Concreción didáctica en esta situación

- Herramientas y plataformas de aprendizaje: elección de herramienta según la finalidad (documento compartido, calendario, tablero de tareas, mensajería, almacenamiento), configuración de cuentas del centro, notificaciones y mantenimiento.
- Organización de la información: carpetas jerárquicas, nombres con fecha AAAA-MM-DD, numeración de versiones (v01, v02…), historial de versiones y archivo de lo antiguo.
- Almacenamiento seguro y copias de seguridad: regla 3-2-1 (3 copias, 2 soportes distintos, 1 fuera de sitio), cálculo de tiempos con megabytes y megabit por segundo, restauración y plan de recuperación ante borrado accidental o ransomware simulado.
- Compartir con seguridad: permisos de propietario, editor, comentador y lector, principio de permisos mínimos, enlaces restringidos frente a públicos, datos personales y consentimiento para su tratamiento (art. 7 de la LOPDGDD).
- Propiedad intelectual y etiqueta digital: derechos de autor, licencias Creative Commons, atribución (título, autoría, fuente y licencia), derecho de cita y reglas de convivencia en entornos virtuales (netiqueta).

Objetivos didácticos

- Auditar un proyecto digital identificando problemas de organización, versiones, permisos, privacidad y licencias.
- Diseñar una estructura de carpetas y una convención de nombres y versiones que permita encontrar cualquier archivo en menos de 30 segundos.
- Asignar permisos mínimos por rol (propietario, editor, comentador y lector) y compartir enlaces de forma segura.
- Aplicar la regla de las copias de seguridad 3-2-1 y calcular el tiempo de copia y de restauración, y resolver un conflicto de versiones o la pérdida de un archivo.
- Citar y licenciar recursos (Creative Commons y derechos de autor) y aplicar normas de netiqueta y publicación responsable.

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

Auditamos un proyecto digital caótico y priorizamos sus riesgos

Evidencia: Ficha 1: diagnóstico, tabla de problemas de la carpeta caótica (F1), cálculo de archivos duplicados y los tres riesgos más graves.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Diseñamos la estructura de carpetas y la convención de nombres y versiones

Evidencia: Ficha 2: árbol de carpetas (F2), archivos renombrados con la convención de F3 y comparación de ordenaciones por fecha.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Practicamos permisos y roles en un entorno de prueba

Evidencia: Ficha 3: relación de roles y permisos (F4), matriz de permisos del equipo y registro de pruebas con una cuenta de lector.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Revisamos licencias y citas de los recursos del proyecto

Evidencia: Ficha 4: licencias (F5), atribución completa de dos recursos y decisión de uso para cinco casos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Simulamos un conflicto de versiones y la pérdida de un archivo, y aplicamos las copias de seguridad

Evidencia: Ficha 5: análisis del conflicto de las 10:30 (F6), recuperación de la versión, plan 3-2-1 y cálculo de tiempos de copia (F7).

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Creamos el protocolo PLE de equipo con herramientas, normas y calendario de copias

Evidencia: Ficha 6: herramientas por finalidad, normas de netiqueta, calendario de copias y borrador del protocolo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Prueba individual de organización y publicación responsable con un caso nuevo

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: reorganización, permisos, licencia, plan de copia y publicación responsable del proyecto de la exposición.

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
6.2	Configuración y uso de herramientas de trabajo en equipo según su finalidad, y difusión de contenidos con atribución correcta de recursos, licencia de la creación propia y normas de netiqueta.	Fichas 4 y 6 y plantilla (Anexo 4) / rúbrica
6.3	Organización estructurada de la información (carpetas, nombres, versiones) y almacenamiento seguro con permisos mínimos y copias de seguridad 3-2-1, con tiempos de copia y de restauración calculados.	Fichas 2, 3 y 5 / lista de cotejo y observación
1.3	Detección y análisis crítico de riesgos del trabajo en red (datos personales, enlaces públicos, pérdida de archivos, ransomware simulado) y medidas preventivas razonadas, con una publicación responsable.	Fichas 1, 5 y 7 / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Detecta con una auditoría los problemas del proyecto, formula requisitos medibles (encontrar un archivo en menos de 30 s, un único responsable por carpeta) y diseña carpetas, nombres, roles y copias que los cumplen y justifica.	Define requisitos y diseña un PLE coherente con justificación suficiente.	El diseño es parcial o no responde a los problemas detectados.	No relaciona el PLE con las necesidades del equipo.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Funcionamiento / evidencia	El PLE funciona en el entorno de prueba: se comprueban los permisos con una cuenta de lector, se resuelve el conflicto de versiones, se recupera un archivo y se calcula el tiempo de copia, con límites interpretados.	El PLE funciona y hay pruebas de permisos y de recuperación.	Funciona solo en parte o las pruebas son incompletas.	No hay pruebas de que el PLE funcione.
Documentación técnica	Árbol de carpetas, convención de nombres, matriz de permisos, calendario de copias y atribuciones completos y claros, con unidades y vocabulario correctos: otro equipo puede adoptar el protocolo.	Documentación suficiente, con algún elemento sin detallar.	Faltan carpetas, permisos, versiones o atribuciones; hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para entender el PLE.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Aplica permisos mínimos, enlaces restringidos, datos solo ficticios, licencias y atribuciones correctas, y razona la privacidad, la edad de consentimiento y el bienestar digital en su protocolo.	Aplica permisos razonables, no usa datos reales y cita los recursos.	Necesita recordatorios sobre permisos, datos personales o licencias.	Usa datos reales, enlaces públicos o recursos sin licencia.
Iteración y cooperación	Corrige el protocolo tras el conflicto de versiones y la pérdida simulada, reparte y rota los roles y deja constancia de los acuerdos y de las normas de netiqueta.	Revisa el protocolo tras las pruebas y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el protocolo o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo de 4: cuentas institucionales del centro con acceso a la plataforma educativa y a una carpeta compartida de prueba (sin información real), o la simulación en papel con las tarjetas de la ficha 5.
- Carpeta de prueba preparada por el docente con los 12 archivos ficticios de F1 (documentos vacíos con los nombres de la tabla) para auditar, renombrar y reorganizar.
- Plantillas de los Anexos 3 y 4, calculadora, banco de imágenes y audios con licencia CC0 o CC BY y un USB o disco externo del aula para la práctica de copia (opcional).

Seguridad, privacidad y uso responsable

Solo documentos ficticios: nunca se suben datos personales reales, fotos del alumnado ni contraseñas. Se usan únicamente cuentas institucionales y espacios compartidos autorizados; los permisos se dan siempre al mínimo necesario y los enlaces no se abren al público. La simulación de ransomware se hace con un archivo de texto y renombrando ficheros de prueba, sin ejecutar ni descargar ningún programa dañino. No se prueban ataques ni se accede a cuentas ajenas. Pausas para cuidar la vista y la postura.

Interdisciplinariedad: Lengua Castellana y Literatura (redacción de normas, citas y netiqueta) y Tutoría (convivencia, bienestar digital y trabajo en equipo).

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

Plantilla de estructura y roles.

Ampliación

Anexo 9

Diseñar plan de recuperación ante eliminación accidental o ransomware simulado.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 9 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

Viernes por la tarde, entrega de la revista del lunes. Ana abre el informe y falta la introducción; Biel jura que la subió; Carla encuentra tres archivos que se llaman «definitivo» y ninguno es el bueno; Daniel borró una carpeta «por limpiar»… y no hay copia de nada. Esto le pasa cada día a equipos de todo el mundo, y se evita con un entorno de trabajo bien pensado. Vosotros y vosotras vais a auditar un proyecto caótico, a diseñar el PLE de vuestro equipo con sus carpetas, nombres, permisos y copias de seguridad, a poner a prueba un desastre simulado y a redactar un protocolo que cualquier otro equipo pueda copiar. ¿Os atrevéis a que nadie vuelva a perder un archivo?

> *¿Cómo podemos trabajar en equipo sin perder archivos, versiones ni autoría?*

Vuestro reto

Diseñar y documentar el entorno de trabajo digital de un equipo (herramientas, carpetas, nombres, permisos, versiones, copias de seguridad, licencias y netiqueta) y comprobar con una simulación que protege el trabajo del equipo, de modo que otro grupo pueda adoptarlo y auditarlo.

Lo que vais a producir

PLE de proyecto y protocolo de colaboración.

Seguridad. Solo documentos ficticios: nunca se suben datos personales reales, fotos del alumnado ni contraseñas.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Auditamos un proyecto caótico y priorizamos riesgos.
2. Diseñamos carpetas, nombres y versiones.
3. Practicamos permisos y roles en un entorno de prueba.
4. Revisamos licencias y citamos los recursos.
5. Simulamos un conflicto de versiones y una pérdida, y hacemos copias.
6. Redactamos el protocolo PLE del equipo.
7. Hacemos la prueba individual de organización y publicación responsable.

Al terminar seré capaz de…

- Auditar un proyecto digital identificando problemas de organización, versiones, permisos, privacidad y licencias.
- Diseñar una estructura de carpetas y una convención de nombres y versiones que permita encontrar cualquier archivo en menos de 30 segundos.
- Asignar permisos mínimos por rol (propietario, editor, comentador y lector) y compartir enlaces de forma segura.
- Aplicar la regla de las copias de seguridad 3-2-1 y calcular el tiempo de copia y de restauración, y resolver un conflicto de versiones o la pérdida de un archivo.
- Citar y licenciar recursos (Creative Commons y derechos de autor) y aplicar normas de netiqueta y publicación responsable.

¿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 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

Todo lo necesario para auditar y diseñar el entorno de trabajo del equipo con documentos ficticios: el proyecto caótico, la estructura de carpetas, la convención de nombres, los permisos, las licencias, el conflicto de versiones, la regla de las copias de seguridad con su cálculo, la netiqueta, el protocolo de práctica y un glosario.

F1 El proyecto caótico de 2.º C: inventario de la carpeta

DATOS

N.º	Archivo	Tipo	Tamaño (MB)	Modificado	Propietario	Observación
1	trabajo final.docx	Texto	0,4	2026-11-03	Ana	Se edita desde varios equipos
2	trabajo final (1).docx	Texto	0,4	2026-11-03	Biel	Copia descargada
3	trabajo_final_DEFINITIVO_v2.docx	Texto	0,5	2026-11-05	Ana	—
4	trabajo_final_DEFINITIVO_v2_NUEVO.docx	Texto	0,5	2026-11-04	Carla	Fecha anterior a la de «v2»
5	presentación.pptx	Presentación	12,8	2026-11-06	Biel	—
6	Copia de Copia de presentación.pptx	Presentación	12,8	2026-11-02	Daniel	Idéntica a la 5, más antigua
7	foto1.jpg	Imagen	4,2	2026-11-02	Carla	Sin autoría ni fecha
8	IMG_20261102_153011.jpg	Imagen	5,1	2026-11-02	Daniel	Se ve la cara de una persona
9	logo descargado de internet.png	Imagen	0,3	2026-11-01	Ana	Sin fuente ni licencia
10	encuesta respuestas.xlsx	Hoja de cálculo	0,2	2026-11-04	Biel	Nombres y teléfonos (ficticios)
11	borrador.docx	Texto	0,1	2026-10-20	Ana	¿De este proyecto o de otro?
12	musica_fondo.mp3	Audio	3,6	2026-11-03	Carla	Sin licencia

Dato de partida: los 12 archivos suman 40,9 MB. La carpeta está en la plataforma del centro, pero cualquier persona con el enlace puede editarla y no existe ninguna otra copia.

Fuente: Inventario ficticio creado para este cuaderno (nombres, fechas, tamaños y datos de personas inventados). La carpeta está compartida con el enlace «cualquiera con el enlace puede editar» y no tiene copia de seguridad.

Busca al menos seis problemas distintos (nombres, duplicados, permisos, datos personales, licencias, copias) y piensa qué podría pasar con cada uno.

F2 **Estructura de carpetas propuesta para el PLE del proyecto** ESQUEMA



Los **números** delante del nombre fijan el orden (01, 02… 99) y no llevan tildes ni espacios. Cada carpeta tiene **un responsable** que edita y el resto solo lee, salvo en la de producción. El docente es propietario de la raíz: así nadie puede borrarla por error.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

F3 Convención de nombres y versiones

DATOS

Elemento	Regla	Ejemplo correcto	Ejemplo incorrecto
Fecha	AAAA-MM-DD al principio, para que los archivos se ordenen solos	2026-11-05_…	5-11-26_… o 05112026_…
Proyecto	Código corto de la materia y el proyecto	tec_ple_…	Trabajo de tecnología de la clase de 2º C
Contenido	Una palabra clara, sin tildes ni espacios (usa guion bajo)	…_informe_…	…informe final con fotos…
Versión	v01, v02, v03… (dos cifras); «definitivo» no es una versión	…_v02	…_DEFINITIVO_NUEVO
Quién	Iniciales de quien hace el cambio (opcional)	…_AL	…(1)
Prohibido	Espacios, tildes, eñes y símbolos como / \ : * ? «	informe_v01	informe/final?

Ejemplo resuelto: renombrar un archivo. «trabajo_final_DEFINITIVO_v2.docx», creado por Ana el 2026-11-05, es el informe del proyecto de tecnología. Nombre nuevo: **2026-11-05_tec_ple_informe_v02_AL.docx** (fecha, proyecto, contenido, versión e iniciales).

Por qué la fecha va así: si ordenas alfabéticamente «03-11-2026_informe», «15-10-2026_informe» y «21-12-2025_informe», el orden que salen es 03-11-2026, 15-10-2026 y 21-12-2025 (¡no es cronológico!). Con AAAA-MM-DD salen 2025-12-21, 2026-10-15 y 2026-11-03, que sí es el orden correcto.

Fuente: Tabla de elaboración propia. La ordenación por fecha en formato AAAA-MM-DD sigue la lógica del formato de fecha ISO 8601; los ejemplos de orden se han comprobado con Python.

F4 Roles y permisos de un archivo o carpeta compartidos

DATOS

Rol	Ver	Comentar o sugerir	Editar	Cambiar permisos y compartir	Eliminar
Propietario	Sí	Sí	Sí	Sí	Sí
Editor	Sí	Sí	Sí	Solo si el propietario lo permite	Según la plataforma
Comentador	Sí	Sí	No	No	No
Lector	Sí	No	No	No	No

Principio de permisos mínimos: cada persona recibe solo el permiso que necesita para su tarea y durante el tiempo necesario.

Tipos de acceso por enlace: (1) **restringido**: solo las personas indicadas; (2) **toda la organización**: cualquier cuenta del centro; (3) **cualquiera con el enlace**: público, el enlace puede reenviarse y llegar a desconocidos. Para trabajos del alumnado, se usan (1) o (2), con el permiso mínimo posible. El (3) no se usa con documentos del proyecto.

Fuente: Tabla de elaboración propia. Los nombres de los roles cambian algo según la plataforma (propietario, editor, comentador o colaborador, lector o visor).

F5 Derechos de autor, licencias Creative Commons y citas

DATOS

Situación o licencia	¿Qué puedes hacer?	¿Qué debes hacer?	Ejemplo de uso en el proyecto
© Todos los derechos reservados (por defecto)	Solo lo que permita la ley o el autor (por ejemplo, citar un fragmento breve)	Pedir permiso para copiar, modificar o publicar	No subir una foto de un artista a la revista sin permiso
CC0 o dominio público	Usar, copiar y modificar sin condiciones	Nada obligatorio (conviene citar)	Una imagen de un museo en dominio público
CC BY	Copiar, modificar y compartir, también con fines comerciales	Citar autoría y licencia	Un icono para la portada
CC BY-SA	Igual que CC BY	Citar y compartir lo derivado con la misma licencia	Un texto de una enciclopedia libre adaptado
CC BY-NC	Copiar, modificar y compartir sin fines comerciales	Citar autoría y licencia	Una foto usada en la revista del centro sin ánimo de lucro
CC BY-ND	Copiar y compartir sin modificar	Citar y no cambiar la obra (ni recortarla ni recolorearla)	Un audio que se pone entero, sin editar

Cómo se cita un recurso (título, autoría, fuente y licencia): «Fotografía *Biblioteca vacía*, de Lucía P. (ficticia), banco de imágenes del centro, licencia CC BY 4.0».

Derecho de cita: se puede reproducir un fragmento breve de una obra ajena para comentarla o enseñar, indicando siempre autoría y fuente. No vale copiar la obra entera.

Tu creación: decide una licencia para la revista (por ejemplo, CC BY-SA 4.0) y escríbela en el pie del documento. Si usas un recurso CC BY-SA, tu obra derivada debe llevar la misma licencia.

Fuente: Tabla de elaboración propia a partir de Creative Commons (licencias 4.0 y CC0 1.0) y de la Ley de Propiedad Intelectual de España: los derechos de explotación duran toda la vida del autor y 70 años después de su muerte, tras lo cual la obra pasa a dominio público (art. 26). El texto de las enciclopedias libres suele estar en CC BY-SA.

F6 Caso: el conflicto de versiones de las 10:30

DATOS

Hora	Persona	Acción	Estado del archivo en la nube
10:00	Ana	Descarga el informe en su versión v03 para trabajar con su portátil	v03
10:05	Biel	Descarga también la v03	v03
10:20	Ana	Añade la introducción y sube su archivo, sustituyendo el anterior	v04: tiene la introducción
10:30	Biel	Añade las conclusiones en su copia y la sube, sustituyendo el archivo existente	v05: tiene las conclusiones, pero no la introducción
10:40	Carla	Abre el informe y dice: «¡Falta la introducción!»	v05

Qué ha pasado: Ana y Biel trabajaron sobre **copias locales** de la misma versión y, al subir, el último en guardar **sustituyó** el trabajo del otro: «el último gana». La v04 sigue en el **historial de versiones**.

Cómo se resuelve (ejemplo resuelto): 1) Nadie sube nada más; 2) abrir el historial y consultar la v04; 3) copiar la introducción de la v04 a la v05 (o restaurar la v04 y añadir las conclusiones); 4) guardar como v06 con el nombre del tipo 2026-11-05_tec_ple_informe_v06_AL; 5) anotar el acuerdo en el protocolo.

Cómo se evita: trabajar a la vez en el **mismo documento en línea**, no en copias descargadas; o repartir por secciones; avisar en el chat antes de editar; y numerar cada versión.

Fuente: Caso didáctico ficticio, creado para este cuaderno.

F7 La regla de copias de seguridad 3-2-1 en el aula

ESQUEMA



Ejemplo resuelto: tiempos de copia y de restauración. El proyecto ocupa 2,4 GB = 2400 MB.

- **Copia a un disco externo** a 40 MB/s: 2400 ÷ 40 = **60 s**.
- **Primera copia a la nube** con una subida de 20 Mbit/s: 2400 MB × 8 = 19 200 Mbit; 19 200 ÷ 20 = 960 s = **16 min**.
- **Copia diaria solo de lo que ha cambiado** (150 MB): 150 × 8 = 1200 Mbit; 1200 ÷ 20 = **60 s**.
- **Restaurar desde la nube** con una bajada de 100 Mbit/s: 19 200 ÷ 100 = 192 s = **3 min 12 s**.
- **Cuota de la cuenta** (15 GB, dato ficticio): 2,4 ÷ 15 = **16 %**.

Pérdida máxima: si la copia se hace una vez al día, el peor caso es perder el trabajo de un día completo (24 h). Cuanta más frecuencia, menos se pierde.

Fuente: Esquema de elaboración propia. La regla 3-2-1 (tres copias, en dos dispositivos o soportes distintos y una de ellas en otro lugar) es la que recomienda INCIBE en sus guías de copias de seguridad.

F8 Netiqueta y publicación responsable

TEXTO

Etiqueta digital (netiqueta) en el trabajo en equipo:

- **Escribe con claridad y respeto**: saludo, asunto claro y tono amable; sin MAYÚSCULAS que parezcan gritos.
- **Respeta los tiempos y los horarios**: fija cuándo se responde (por ejemplo, en 24 h lectivas) y no escribas de madrugada.
- **Una conversación, un canal**: las decisiones del proyecto se anotan en el protocolo, no solo en el chat.
- **Pide ayuda y reconoce los errores**: «me he equivocado, vuelvo a la versión anterior».
- **Reconoce el trabajo ajeno**: cita siempre autoría y licencia.

Antes de publicar:

- ¿Aparece alguna persona reconocible, un nombre o un dato personal? **No lo publiques sin permiso.** No se publicarán imágenes identificables ni se recogerán datos personales reales sin la autorización que resulte aplicable y sin respetar las normas del centro. Cuando un tratamiento de datos se base en consentimiento, se aplicará el artículo 7 de la LOPDGDD. Nadie puede dar permiso por otra persona.
- ¿Todos los recursos tienen licencia y atribución correctas?
- ¿El texto o las imágenes son accesibles (descripción de imágenes, contraste)?
- ¿Se publica en el sitio autorizado del centro y con el enlace con el permiso mínimo?
- ¿Se ha pasado el corrector y se ha pedido una última lectura a otra persona?

Bienestar digital: pausas de 5 minutos cada 30-40 minutos, notificaciones silenciadas a horas de descanso y desconexión al terminar la jornada del proyecto.

Fuente: Guía de elaboración propia. Consentimiento: En España, cuando el tratamiento de datos de una persona menor se basa en su consentimiento, se aplica el artículo 7 de la LOPDGDD: el consentimiento del menor puede fundamentar el tratamiento cuando sea mayor de catorce años; por debajo de esa edad debe constar el de quien ejerza la patria potestad o tutela, salvo los supuestos previstos legalmente.

F9 Protocolo de práctica en el entorno de prueba

PROTOCOLO

Material y herramientas: cuentas institucionales, carpeta de prueba con los 12 archivos ficticios de F1, plantilla del Anexo 4, calculadora; si procede, un disco externo del aula.

Equipo de protección y riesgos: riesgos de privacidad y de pérdida de información. Solo se usan datos ficticios, cuentas del centro y la carpeta de prueba autorizada. No se comparte con enlaces públicos, no se prueban contraseñas ni ataques y no se descarga ni ejecuta ningún programa dañino. La simulación de ransomware se hace renombrando archivos de prueba con la terminación «.bloqueado».

Procedimiento:

1. Audita la carpeta de F1 y anota los problemas.
2. Crea la estructura de carpetas de F2 y mueve los archivos (los de datos personales, a una carpeta solo para docente o se descartan).
3. Renombra con la convención de F3.
4. Asigna permisos por rol (F4) y comprueba con una cuenta de lector que no puede editar ni borrar.
5. Simula el conflicto de F6: dos personas editan; recupera la versión anterior desde el historial.
6. Haz una copia 3-2-1 de la carpeta, anota el tiempo y simula el borrado de un archivo: restaura y comprueba que se abre.
7. Escribe en el protocolo las decisiones y pide a otro equipo que lo audite.

Cierre y privacidad: deja la carpeta de prueba con permisos mínimos, vacía los archivos ficticios cuando indique el docente y cierra la sesión del equipo.

Resultado esperable: un PLE con estructura y permisos comprobados, un conflicto resuelto, una restauración correcta y un protocolo auditado por otro equipo.

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

F10 Glosario del trabajo digital en equipo

GLOSARIO

PLE	Entorno personal de aprendizaje: conjunto de herramientas, recursos y personas con las que organizas lo que aprendes y haces.
Carpeta raíz	Carpeta principal de un proyecto, de la que cuelgan todas las demás.
Versión	Estado guardado de un archivo en un momento concreto (v01, v02…).
Historial de versiones	Función que guarda los cambios y permite volver a una versión anterior.
Permisos mínimos	Dar a cada persona solo el acceso que necesita para su tarea.
Copia de seguridad	Copia de los datos en otro soporte o lugar para recuperarlos si se pierden.
Regla 3-2-1	Tres copias, en dos soportes distintos y una de ellas fuera de sitio.
Licencia Creative Commons	Permiso público que indica cómo se puede usar y compartir una obra.
Atribución	Indicar título, autoría, fuente y licencia de un recurso.
Netiqueta	Normas de buena educación y convivencia en entornos virtuales.
Ransomware	Programa dañino que cifra archivos y pide dinero por devolverlos. Aquí solo se simula.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 9 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

FICHA 1 Auditamos un proyecto caótico

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usa el inventario de la carpeta (F1).

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

Un PLE (entorno personal de aprendizaje) es…

◯ un programa que borra archivos antiguos ◯ el conjunto de herramientas y recursos con los que organizas lo que aprendes

◯ una red social de videojuegos

Una copia de seguridad sirve para…

◯ recuperar los datos si se pierden o se estropean ◯ que el ordenador vaya más rápido

◯ ocultar los archivos a otras personas

Un enlace «cualquiera con el enlace puede editar» significa que…

◯ solo el profesor puede abrirlo ◯ el archivo está cifrado

◯ cualquier persona que reciba el enlace puede modificar el archivo

Una licencia CC BY exige…

◯ pagar al autor ◯ citar la autoría y la licencia ◯ no usar la obra nunca

2 **Con F1: escribe al menos seis problemas distintos de la carpeta, el archivo o archivos afectados y el riesgo.**

Problema	Archivo(s)	Riesgo

3 **Cálculo. Los archivos 2 y 6 son duplicados. ¿Cuántos MB ocupan entre los dos? ¿Qué porcentaje de los 40,9 MB totales es? Redondea a un decimal.**

4 **Elige los tres riesgos más graves y ordénalos, explicando por qué.**

5 **Escribid el reto del equipo como «¿Cómo podríamos…?» y dos requisitos que se puedan comprobar.**

FICHA 2 Carpetas, nombres y versiones

SESIÓN 2

Usa la estructura de F2 y la convención de F3. Los nombres no llevan tildes ni espacios.

1 **Completad la estructura de carpetas de vuestro proyecto: nombre, contenido y quién edita.**

Carpeta	Contenido	Quién edita
01_Planificacion		
02_Investigacion		
03_Produccion		
04_Recursos		
05_Entrega		
99_Archivo		

2 **Renombra estos archivos de F1 con la convención de F3. Supón que Ana los creó (iniciales AL) y que el proyecto es tec_ple.**

Nombre actual	Nombre nuevo	Carpeta donde va
trabajo_final_DEFINITIVO_v2.docx (2026-11-05)		
presentación.pptx (2026-11-06)		
encuesta respuestas.xlsx (2026-11-04)		
logo descargado de internet.png (2026-11-01)		

3 **Ordena alfabéticamente estos nombres con fecha en formato dd-mm-aaaa y después con aaaa-mm-dd: 03-11-2026_informe, 15-10-2026_informe, 21-12-2025_informe. ¿Con cuál queda el orden cronológico?**

4 **Dibujad el árbol de carpetas de vuestro proyecto con un ejemplo de archivo bien nombrado en cada carpeta.**

FICHA 3

Roles y permisos

SESIÓN 3

Usa la tabla de permisos (F4) y trabaja en el entorno de prueba con cuentas del centro.

1 **Relaciona cada rol con lo que puede hacer.**

1	Propietario	a	Solo ver
2	Editor	b	Ver, comentar y editar el contenido
3	Comentador	c	Ver y comentar, pero no cambiar el contenido
4	Lector	d	Ver, comentar, editar y cambiar los permisos

2 **Matriz de permisos de vuestro equipo. Escribe L (lector), C (comentador) o E (editor) para cada rol y carpeta. Aplica el principio de permisos mínimos.**

Rol del equipo	01_Planificacion	03_Produccion	04_Recursos	05_Entrega
Coordinación				
Documentación				
Material y seguridad				
Pruebas				
Comunicación				
Docente				

3 **La carpeta del equipo está compartida con «cualquiera con el enlace puede editar». Explica dos riesgos y cómo la configurarías.**

4 **Prueba en el entorno de prueba con una cuenta de lector. Anota qué ocurre al intentar cada acción.**

Acción con la cuenta de lector	Resultado esperado	Resultado observado
Abrir el archivo	Se abre	
Escribir en el documento	No se puede	
Borrar el archivo	No se puede	
Cambiar los permisos	No se puede	

FICHA 4 Licencias y citas

SESIÓN 4

Usa la tabla de licencias (F5) y los recursos de la carpeta del proyecto (F1).

1 **Relaciona cada licencia con lo que permite.**

1	CC0	a	Modificar citando la autoría y manteniendo la misma licencia
2	CC BY	b	Modificar citando la autoría
3	CC BY-SA	c	Compartir solo si no se modifica la obra
4	CC BY-ND	d	Usar sin condiciones

2 **Escribe la atribución completa (título, autoría, fuente y licencia) de estos dos recursos. a) Imagen «Mar de nubes», de Pablo S. (ficticio), banco de imágenes del centro, CC BY 4.0. b) Audio «Pasos en la lluvia», de Irene M. (ficticia), repositorio de sonidos libres, CC BY-SA 4.0.**

3 **¿Puedes usarlos? Decide para cada caso y justifica.**

Caso	¿Se puede? (sí / no / con condiciones)	Motivo
Una foto con «todos los derechos reservados» en la portada de la revista		
Una imagen CC BY-NC en la revista del centro, sin ánimo de lucro		
Un audio CC BY-ND recortado a 10 segundos		
Una música CC0 de fondo		
Un texto de una enciclopedia libre CC BY-SA adaptado		

4 **Elegid la licencia de vuestra creación y justificadla. ¿Qué os obliga a hacer si habéis usado un recurso CC BY-SA?**

FICHA 5 Conflicto de versiones y copias

SESIÓN 5

Usa el caso de las 10:30 (F6) y la regla 3-2-1 con su cálculo (F7).

1 **Con F6: ¿qué cambios se han perdido en la versión que ve Carla? ¿Qué versiones siguen existiendo en el historial?**

2 **Escribe, en orden, los pasos para recuperar el trabajo de Ana y mantener el de Biel, y cómo se llamaría el archivo resultante (fecha 2026-11-05, iniciales AL).**

3 **Propón dos medidas del protocolo del equipo que eviten este conflicto.**

4 **Cálculo de copias. Vuestro proyecto ocupa 1,8 GB (1800 MB). Calcula el tiempo de copia a un disco externo a 30 MB/s y a la nube con una subida de 16 Mbit/s. Escribe las operaciones.**

5 **Plan 3-2-1 de vuestro equipo.**

Copia	Dónde está	Cada cuánto se hace	Responsable
1 · original			
2 · segundo soporte			
3 · fuera de sitio			

FICHA 6

El protocolo PLE del equipo

SESIÓN 6

Redacta con tu equipo el protocolo. Usa F2, F3, F4, F7 y F8. Los datos son ficticios.

1 **Herramientas del PLE: elegid una por finalidad (de forma genérica, por ejemplo documento en línea) y escribid cómo se configura.**

Finalidad	Herramienta elegida	Configuración importante
Escribir el informe entre varios		
Guardar y compartir archivos		
Organizar tareas y fechas		
Hablar y decidir como equipo		

2 **Normas de netiqueta del equipo (cinco) y qué ocurre si no se cumplen.**

N.º	Norma	Si no se cumple…
1		
2		
3		
4		
5		

3 **Calendario de copias y de revisión.**

Cuándo	Qué se hace	Quién
Al final de cada sesión		
Cada semana		
Antes de la entrega		

4 **Redactad el borrador del protocolo en cinco frases que empiecen por «Siempre…» o «Nunca…».**

FICHA 7 Evidencia individual: el proyecto de la exposición

SESIÓN 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un proyecto nuevo con datos ficticios: la exposición de ciencias de 2.º A.

1 **La carpeta de la exposición contiene: «presentacion final final.pptx», «foto sala.jpg» (con cuatro compañeros reconocibles) y «informe_ciencias (2).docx». Propón una estructura de carpetas (tres) y un nombre nuevo para cada archivo (fecha 2026-12-10, proyecto cie_expo).**

2 **El equipo tiene tres miembros más el docente. Asigna permisos (propietario, editor, comentador o lector) a cada uno para la carpeta de entrega y justifica el enlace que usarías.**

3 **Una imagen de la exposición es de Mario T. (ficticio), CC BY-NC 4.0, y la revista del centro no tiene ánimo de lucro. Escribe la atribución y di si puedes usarla.**

4 **El proyecto ocupa 900 MB. Calcula el tiempo de copia a un disco a 30 MB/s y a la nube con 10 Mbit/s de subida. ¿Qué plan 3-2-1 propones?**

5 **Antes de publicar la foto de la sala en el blog del centro: ¿qué tres cosas compruebas?**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 9 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

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

Protocolo PLE de nuestro equipo. Completadlo a lo largo de las sesiones; es el documento que defenderéis y que otro equipo podrá adoptar.

Equipo y objetivos

Miembros, roles rotatorios y qué producimos.

Herramientas del PLE

Una por finalidad y su configuración.

Estructura de carpetas

Árbol con ejemplos de archivos nombrados.

Nombres y versiones

Convención y ejemplo completo.

Permisos y roles

Quién lee, comenta y edita; tipo de enlace.

Copias de seguridad 3-2-1

Dónde, cuándo, quién y tiempos calculados.

Licencias y atribuciones

Licencia propia y recursos usados con su cita.

Netiqueta y publicación

Normas, datos personales y comprobaciones.

Plan de recuperación

Qué hacemos si se borra o se bloquea un archivo.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 9 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

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

Antes de entregar **PLE de proyecto y protocolo de colaboración**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La carpeta raíz tiene una estructura numerada y cada carpeta tiene un responsable.
- [ ] Todos los archivos siguen la convención de nombres (fecha AAAA-MM-DD, versión v01, sin tildes ni espacios).
- [ ] Los permisos son mínimos y se ha comprobado con una cuenta de lector que no puede editar ni borrar.
- [ ] No hay enlaces públicos ni datos personales reales en los documentos del proyecto.
- [ ] Hay un plan de copias 3-2-1 con soporte, frecuencia, responsable y tiempos calculados con unidades.
- [ ] El conflicto de versiones se ha resuelto y se explica cómo se evita.
- [ ] Cada recurso usado tiene su atribución completa y se ha elegido y escrito la licencia de la creación propia.
- [ ] El protocolo incluye normas de netiqueta, publicación responsable y bienestar digital.
- [ ] El plan de recuperación indica qué hacer ante un borrado accidental o un archivo bloqueado simulado.

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 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **PLE de proyecto y protocolo de colaboración**. 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	Detecta con una auditoría los problemas del proyecto, formula requisitos medibles (encontrar un archivo en menos de 30 s, un único responsable por carpeta) y diseña carpetas, nombres, roles y copias que los cumplen y justifica.	Define requisitos y diseña un PLE coherente con justificación suficiente.	El diseño es parcial o no responde a los problemas detectados.	No relaciona el PLE con las necesidades del equipo.	
Funcionamiento / evidencia	El PLE funciona en el entorno de prueba: se comprueban los permisos con una cuenta de lector, se resuelve el conflicto de versiones, se recupera un archivo y se calcula el tiempo de copia, con límites interpretados.	El PLE funciona y hay pruebas de permisos y de recuperación.	Funciona solo en parte o las pruebas son incompletas.	No hay pruebas de que el PLE funcione.	
Documentación técnica	Árbol de carpetas, convención de nombres, matriz de permisos, calendario de copias y atribuciones completos y claros, con unidades y vocabulario correctos: otro equipo puede adoptar el protocolo.	Documentación suficiente, con algún elemento sin detallar.	Faltan carpetas, permisos, versiones o atribuciones; hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para entender el PLE.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Aplica permisos mínimos, enlaces restringidos, datos solo ficticios, licencias y atribuciones correctas, y razona la privacidad, la edad de consentimiento y el bienestar digital en su protocolo.	Aplica permisos razonables, no usa datos reales y cita los recursos.	Necesita recordatorios sobre permisos, datos personales o licencias.	Usa datos reales, enlaces públicos o recursos sin licencia.	
Iteración y cooperación	Corrige el protocolo tras el conflicto de versiones y la pérdida simulada, reparte y rota los roles y deja constancia de los acuerdos y de las normas de netiqueta.	Revisa el protocolo tras las pruebas y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa el protocolo o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 9 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé organizar un proyecto con carpetas, nombres y versiones que cualquiera entiende.	○	○	○	○
Sé decidir qué permiso dar, qué licencia usar y cómo hacer y restaurar una copia de seguridad.	○	○	○	○
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 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

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

Plantilla de estructura y roles ya iniciada para el proyecto de la revista: completa las carpetas, los nombres y los permisos.

Plantilla de estructura y roles

Carpetas: 01_Planificacion · 03_Produccion · 05_Entrega.

Roles: coordinación (cuida la planificación y la entrega), documentación (cuida las fuentes y las licencias) y comunicación (cuida la publicación).

Permisos: L (lector), C (comentador) o E (editor). Cada carpeta tiene una persona que edita y las demás leen.

Ejemplo resuelto

Archivo: «informe final v2.docx», creado el 2026-11-12 por Biel (BL) para el proyecto tec_ple.

- Nombre nuevo: **2026-11-12_tec_ple_informe_v02_BL.docx**.
- Carpeta: 03_Produccion.
- Permisos: edita todo el equipo; el docente comenta.

1 **Completa la matriz de permisos con L, C o E.**

Rol	01_Planificacion	03_Produccion	05_Entrega
Coordinación	E		
Documentación			
Comunicación			
Docente			

2 **Renombra con la convención (fecha 2026-11-14, proyecto tec_ple, autoría de Carla, CR): «presentación de la revista (3).pptx» y «foto portada.jpg».**

3 **Completa.**

Una copia de seguridad se hace siguiendo la regla _____: tres copias, en _____ soportes distintos y una de ellas _____ de sitio.

ANEXO 9

Ampliación

SdA 9 · Tu entorno digital de aprendizaje

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Plan de recuperación ante borrado accidental o ransomware simulado

Aunque se hagan copias, un día puede fallar algo. Diseña el plan de recuperación del equipo para dos incidentes simulados: el borrado accidental de una carpeta y un ransomware simulado en el que aparecen archivos con la terminación «.bloqueado» y una nota ficticia que pide dinero. No se ejecuta ningún programa dañino: la simulación consiste en renombrar archivos de prueba.

Pasos

1. Escribe la primera acción de cada incidente (por ejemplo, avisar al docente y dejar de usar el equipo) y explica por qué se hace antes de nada.
2. Describe, paso a paso, cómo se recupera cada incidente desde las copias 3-2-1 y cómo se comprueba que lo recuperado se abre y no está dañado.
3. Calcula el tiempo de restauración de un proyecto de 3,5 GB (3500 MB) desde un disco a 40 MB/s y desde la nube a 100 Mbit/s de bajada, y la pérdida máxima de trabajo si la copia se hace cada 24 horas.
4. Valora: ¿por qué no se debe pagar ni abrir la nota?, ¿qué medida preventiva reduciría más el riesgo?, ¿qué haríais distinto la próxima vez?

Entrega

Plan de recuperación de una página con los dos incidentes, los cálculos de tiempo y una valoración de 6-8 líneas.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 9 · Tu entorno digital de aprendizaje

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el conjunto de herramientas y recursos con los que organizas lo que aprendes; recuperar los datos si se pierden o se estropean; cualquier persona que reciba el enlace puede modificar el archivo; citar la autoría y la licencia.
2. Problemas esperables: nombres confusos y repetidos (archivos 1 a 4); duplicados (2 y 6); versiones con fechas incoherentes (4 anterior a 3); datos personales (10 y 8); recursos sin fuente ni licencia (7, 9, 12); permiso público «cualquiera con el enlace puede editar»; falta de copia de seguridad; archivo ajeno al proyecto (11). Riesgos: perder trabajo, publicar datos, incumplir derechos de autor.
3. Duplicados: 0,4 + 12,8 = 13,2 MB. Porcentaje: 13,2 ÷ 40,9 = 0,323 → 32,3 %.
4. Respuesta abierta. Modelo: 1) enlace público con permiso de edición y datos personales (cualquiera podría ver o borrar); 2) falta de copia (una pérdida es definitiva); 3) recursos sin licencia (problema de derechos de autor). Valorar la argumentación.
5. Modelo: «¿Cómo podríamos organizar la carpeta para que cualquiera encuentre la versión buena en menos de 30 segundos sin perder nada?». Requisitos: nombres con fecha y versión; copia 3-2-1 comprobada.

Ficha 2

1. Estructura según F2. Edita: coordinación en 01 y 05; documentación en 02 y 04; todo el equipo en 03.
2. 2026-11-05_tec_ple_informe_v02_AL.docx (03_Produccion); 2026-11-06_tec_ple_presentacion_v01_AL.pptx (03_Produccion; la fecha 2026-11-06 se mantiene aunque el autor sea otro: se adapta a las iniciales de quien lo cree); 2026-11-04_tec_ple_encuesta_v01_AL.xlsx (no debe tener datos personales: se anonimiza antes de guardarla en 02_Investigacion); 2026-11-01_tec_ple_logo_v01_AL.png (04_Recursos, con licencia.txt tras confirmar autoría y licencia). Se aceptan iniciales y numeraciones coherentes.
3. dd-mm-aaaa: 03-11-2026, 15-10-2026, 21-12-2025 (no cronológico). aaaa-mm-dd: 2025-12-21, 2026-10-15, 2026-11-03 (cronológico).
4. Árbol propio con las seis carpetas y un ejemplo de nombre correcto en cada una.

Ficha 3

1. Propietario: ver, comentar, editar y cambiar permisos; editor: ver, comentar y editar; comentador: ver y comentar sin cambiar el contenido; lector: solo ver.
2. Modelo: coordinación E en 01 y 05, L en 04; documentación E en 04 y L en 01; material y seguridad C en 01 y E en 03; pruebas E en 03 y C en 05; comunicación E en 03 y L en 05; docente C en todas (propietario de la raíz). Valorar la coherencia con los permisos mínimos.
3. Riesgos: cualquiera con el enlace podría editar o borrar y ver datos; el enlace puede reenviarse. Configuración: acceso restringido a las cuentas del equipo o a toda la organización del centro, con permiso mínimo.
4. Resultados esperables: abrir, sí; escribir, no; borrar, no; cambiar permisos, no. Valorar que se registre lo observado, también si no coincide.

Ficha 4

1. CC0, usar sin condiciones; CC BY, modificar citando la autoría; CC BY-SA, modificar citando la autoría y manteniendo la misma licencia; CC BY-ND, compartir solo si no se modifica la obra.
2. a) Imagen «Mar de nubes», de Pablo S. (ficticio), banco de imágenes del centro, licencia CC BY 4.0. b) Audio «Pasos en la lluvia», de Irene M. (ficticia), repositorio de sonidos libres, licencia CC BY-SA 4.0.
3. Foto con todos los derechos reservados: no, hay que pedir permiso. CC BY-NC en la revista del centro sin ánimo de lucro: sí, con atribución. Audio CC BY-ND recortado: no, recortar es modificar. Música CC0: sí. Texto CC BY-SA adaptado: sí, citando y publicando la obra derivada con CC BY-SA.
4. Modelo: CC BY-SA 4.0 para la revista; si se ha usado un recurso CC BY-SA, la obra derivada debe llevar la misma licencia, por lo que no se puede elegir una más restrictiva.

Ficha 5

1. Se pierde la introducción de Ana en la v05 que ve Carla. Siguen existiendo en el historial la v03, la v04 (con introducción) y la v05 (con conclusiones).
2. Pasos: 1) nadie sube más cambios; 2) abrir el historial y la v04; 3) copiar la introducción de la v04 a la v05 (o restaurar la v04 y copiar las conclusiones de la v05); 4) comprobar que están introducción y conclusiones; 5) guardar como 2026-11-05_tec_ple_informe_v06_AL y avisar al equipo.
3. Medidas modelo: trabajar siempre en el mismo documento en línea en vez de en copias descargadas; avisar en el chat antes de editar una sección; numerar cada versión; reparto por secciones.
4. Disco: 1800 ÷ 30 = 60 s. Nube: 1800 × 8 = 14 400 Mbit; 14 400 ÷ 16 = 900 s = 15 min.
5. Plan modelo: copia 1, carpeta compartida del centro; copia 2, disco externo o equipo del aula, al final de cada sesión; copia 3, cuenta del docente o del centro, cada semana. Responsables rotatorios.

Ficha 6

1. Respuesta abierta. Ejemplos: documento en línea compartido (edición simultánea y historial); carpeta compartida del centro (permisos por rol); tablero de tareas o calendario; mensajería o foro del aula para decidir y avisar.
2. Ejemplos: respondemos en 24 h lectivas; no escribimos de noche; citamos siempre; avisamos antes de editar; no publicamos datos personales. Consecuencias: recordatorio, reparto de tareas, hablar con el docente.
3. Ejemplo: al final de cada sesión, copia en el disco del aula (documentación); cada semana, copia fuera de sitio (coordinación); antes de la entrega, auditoría del protocolo y de la carpeta (todo el equipo).
4. Ejemplos: «Siempre trabajamos sobre el documento en línea»; «Nunca usamos enlaces públicos»; «Siempre citamos autoría y licencia»; «Siempre hacemos copia al final de la sesión»; «Nunca publicamos nombres o fotos sin permiso».

Ficha 7

1. Modelo: 01_Planificacion, 03_Produccion, 05_Entrega. 2026-12-10_cie_expo_presentacion_v01.pptx (03_Produccion); 2026-12-10_cie_expo_foto-sala_v01.jpg (04_Recursos, pero con aviso de que hay personas reconocibles y sin publicar hasta tener permiso); 2026-12-10_cie_expo_informe_v02.docx (03_Produccion).
2. Modelo: docente propietario o comentador, tres miembros editores en producción y lectores en entrega, salvo quien entrega (editor). Enlace restringido a cuentas del centro, nunca público.
3. Atribución modelo: «Imagen X, de Mario T. (ficticio), fuente indicada, licencia CC BY-NC 4.0». Sí se puede usar, porque la revista no tiene ánimo de lucro, citando autoría y licencia.
4. Disco: 900 ÷ 30 = 30 s. Nube: 900 × 8 = 7200 Mbit; 7200 ÷ 10 = 720 s = 12 min. Plan 3-2-1 como en la ficha 5.
5. Comprobaciones: que no haya personas reconocibles sin la autorización que corresponda según las normas del centro; que las licencias y atribuciones sean correctas; que se publique en el sitio autorizado con el permiso mínimo.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Matriz modelo: coordinación, E en 01, L en 03, E en 05; documentación, L, E, L; comunicación, L, E, L; docente, C, C, C. Cada carpeta con una persona que edita.
2. 2026-11-14_tec_ple_presentacion_v03_CR.pptx; 2026-11-14_tec_ple_portada_v01_CR.jpg.
3. 3-2-1; dos; fuera.

Ampliación (Anexo 9)

1. Respuesta abierta. Valorar: primera acción (parar, no tocar nada más y avisar al docente), recuperación desde la copia 2 o 3 y comprobación de que se abre; cálculos: disco 3500 ÷ 40 = 87,5 s; nube 3500 × 8 = 28 000 Mbit ÷ 100 = 280 s = 4 min 40 s; pérdida máxima 24 h; no pagar ni abrir la nota; medida preventiva: copias frecuentes y desconectadas y permisos mínimos.

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (auditoría de la carpeta caótica; conviene que el docente la haya preparado en la plataforma), sesión 2 (estructura y nombres), sesión 3 (permisos en el entorno de prueba; imprescindible usar cuentas del centro), sesión 4 (licencias y citas), sesión 5 (conflicto de versiones y copias: se puede hacer en papel si la plataforma no tiene historial), sesión 6 (protocolo), sesión 7 (presentaciones de 3 minutos y ficha individual de 15).
- Seguridad y privacidad: todo es ficticio; nada de datos ni fotos reales; cuentas institucionales; sin enlaces públicos; la simulación de ransomware se limita a renombrar archivos de prueba, sin programas dañinos. Los 12 archivos de F1 pueden crearse como documentos vacíos con esos nombres.
- Datos legales: consentimiento para el tratamiento de datos de menores según el art. 7 de la LOPDGDD (mayor de catorce años); duración de los derechos de autor de 70 años tras la muerte (art. 26 de la Ley de Propiedad Intelectual); regla 3-2-1 según INCIBE. Conviene recordar que las normas del centro sobre imágenes y autorizaciones prevalecen.
- Diferenciación: el Anexo 8 aporta una plantilla de estructura y roles ya iniciada; el Anexo 9 propone un plan de recuperación ante borrado o ransomware simulado. Roles rotatorios: coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación.

Errores frecuentes

- Usar «definitivo» o «nuevo» como número de versión, o escribir la fecha como dd-mm-aaaa (el orden alfabético no es cronológico).
- Compartir con «cualquiera con el enlace» y con permiso de edición por comodidad.
- Trabajar sobre copias descargadas y subirlas, sustituyendo el trabajo de otra persona.
- Creer que una sola copia en la nube es una copia de seguridad, o no comprobar que la copia se puede restaurar.
- Usar una imagen CC BY-ND recortándola o una CC BY-NC en un contexto comercial, o no citar autoría y licencia.
- Confundir megabyte y megabit al calcular los tiempos de copia (dividir entre 8).

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar estructuras de carpetas distintas de la de F2 si son coherentes, ordenadas y con un responsable por carpeta.
- Valorar más la lógica de los permisos mínimos, las pruebas y la recuperación que el aspecto de los documentos.
- En el protocolo, aceptar herramientas distintas si se justifica su finalidad y se respeta la privacidad.
- En la ficha 7, aceptar otros nombres y estructuras siempre que sigan la convención y protejan los datos personales.

10

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Tecnología sostenible en el centro

PREGUNTA GUÍA

¿Qué cambio tecnológico del centro tendría mayor impacto positivo con recursos limitados?

CURSO
2.º ESO

SESIONES
7 sesiones

BLOQUES DE SABERES
A · B · E

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS
CE1, CE2, CE4, CE7

PRODUCTO FINAL
Auditoría y propuesta tecnológica sostenible

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
1.1, 2.1, 4.1, 7.1, 7.2

Contexto, reto y producto

El consejo de sostenibilidad del IES Valle del Ebro (centro ficticio) dispone este curso de **500 euros** (dato ficticio) para mejorar el impacto ambiental del centro con tecnología, y no sabe en qué gastarlos: unas personas proponen cambiar las luces, otras apagar los ordenadores, otras imprimir menos y otras arreglar los ordenadores viejos que se acumulan en el aula de tecnología. Han pedido ayuda al alumnado de 2.º: «traednos datos, no opiniones».

En esta situación, cada equipo hace una **auditoría observacional y documental** del centro (consumo de energía, residuos y movilidad), sin tocar ninguna instalación ni equipo. Primero **dibuja un mapa** de los puntos de consumo, residuos y movilidad; después **recoge datos no personales** (ficticios o proporcionados), **investiga soluciones y la fiabilidad de las fuentes**, **construye una matriz de decisión con criterios ponderados**, **diseña una propuesta con su plan de prueba** y **comunica el resultado con un cartel o una diapositiva**. Termina presentándola ante un consejo ficticio y revisando la propuesta tras sus preguntas. El producto es una auditoría y una propuesta tecnológica sostenible con datos, cálculos, ODS, indicadores y límites.

Reto

Decidir con datos y criterios qué cambio tecnológico del centro tendría mayor impacto positivo con 500 euros, y presentar una auditoría y una propuesta con indicadores, relación con los ODS y límites que otro equipo o el consejo puedan comprobar.

Producto final

Auditoría y propuesta tecnológica 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.

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.
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 e impacto: obsolescencia, residuos de aparatos eléctricos y electrónicos (RAEE), consumo de energía de los equipos y efecto rebote; tecnologías emergentes y su uso ético y responsable.
- Tecnología sostenible y ODS: contribución de la propuesta a los ODS 7, 11, 12 y 13; eficiencia energética, reutilización y reducción de residuos.
- Cálculo de energía y coste: energía (kWh) = potencia (W) × tiempo (h) ÷ 1000; coste = kWh × precio; emisiones = kWh × factor de emisión; retorno de la inversión = inversión ÷ ahorro anual.
- Búsqueda crítica de información: tipos de fuentes, criterios de fiabilidad (autoría, fecha, evidencia, intereses) y contraste con más de una fuente.
- Documentación y difusión: matriz de decisión en hoja de cálculo, gráficos con unidades y fuente, cartel o diapositiva accesibles y presentación de la propuesta.

Objetivos didácticos

- Identificar los puntos de consumo de energía, de residuos y de movilidad del centro y los impactos tecnológicos asociados.
- Recoger e interpretar datos sencillos no personales: calcular medias, energía (kWh), coste (euros), emisiones (kg de CO2) y plazo de retorno de la inversión.
- Contrastar fuentes de información valorando su autoría, fecha, evidencia e intereses.
- Comparar soluciones con una matriz de decisión de criterios ponderados (impacto, coste, facilidad, accesibilidad y valor educativo) y comprobar cómo cambia la decisión si cambian los pesos.
- Relacionar la propuesta con los ODS, definir indicadores y comunicar sus límites y posibles efectos no deseados.

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

Mapamos el consumo, los residuos y la movilidad del centro

Evidencia: Ficha 1: mapa clasificado con F4, tabla de problemas observados y reto en forma de pregunta «¿Cómo podríamos…?».

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Recogemos datos ficticios no personales y calculamos energía, coste y emisiones

Evidencia: Ficha 2: media de la ronda de cierre (F3), energía en espera, ahorro con LED y ahorro de papel, con límites de los datos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Investigamos soluciones y la fiabilidad de las fuentes

Evidencia: Ficha 3: valoración de cuatro fuentes (F7), comprobación del factor de emisión y de los datos de residuos electrónicos (F8).

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Construimos la matriz de decisión con criterios ponderados

Evidencia: Ficha 4: matriz con pesos y puntuaciones, totales calculados y decisión dentro del presupuesto.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Diseñamos la propuesta y su plan de prueba

Evidencia: Ficha 5: retorno de la inversión, indicadores, plan de prueba piloto, ODS y efectos no deseados.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Creamos la comunicación visual de la propuesta

Evidencia: Ficha 6: mensaje principal, elementos visuales y boceto del cartel o la diapositiva accesibles.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentamos al consejo ficticio y revisamos la propuesta tras las preguntas

Evidencia: Producto final (Anexo 4) y Ficha 7: decisión con datos en un centro nuevo, matriz, plan de prueba y límites.

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 de sostenibilidad del centro a partir de un mapa y de datos, y contraste crítico de fuentes valorando su fiabilidad y pertinencia.	Fichas 1, 2 y 3 / rúbrica y observación
2.1	Diseño de una propuesta eficaz y sostenible elegida con una matriz de decisión ponderada, con cálculos de energía, coste, emisiones y retorno, y un plan de prueba.	Fichas 4 y 5 / lista de cotejo y rúbrica
4.1	Comunicación de la auditoría y la propuesta con documentación técnica y gráfica (tablas, matriz, cartel o diapositiva), unidades y vocabulario técnico adecuados y trabajo colaborativo.	Fichas 6 y 7, plantilla (Anexo 4) / rúbrica
7.1	Reconocimiento de la influencia de la actividad tecnológica en la sociedad y en la sostenibilidad ambiental (consumo de energía, residuos electrónicos y obsolescencia) y de su importancia para el desarrollo sostenible.	Fichas 1, 3 y 5 / rúbrica
7.2	Valoración de las aportaciones y los límites de las tecnologías (LED, reutilización, digitalización) al bienestar, la igualdad y la reducción del impacto ambiental, con un uso responsable, y relación con los ODS.	Fichas 5 y 7 / observación y rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Necesidad y diseño	Define el problema con un mapa y datos, formula criterios, compara varias alternativas con una matriz ponderada y justifica la decisión, incluido el efecto de cambiar los pesos.	Define el problema y los criterios y justifica la decisión con una matriz coherente.	La decisión es parcial o la matriz está poco justificada.	No relaciona la propuesta con un problema definido.
Funcionamiento / evidencia	Los cálculos (energía, coste, emisiones y retorno) son correctos, tienen unidades y se acompañan de un plan de prueba con indicadores medibles y una interpretación de sus límites.	Los cálculos son correctos en lo principal y hay un plan de prueba con indicadores.	Hay errores de cálculo o el plan de prueba es incompleto.	No hay cálculos ni pruebas que respalden la propuesta.
Documentación técnica	Mapa, tablas, matriz, cartel o diapositiva claros, con unidades, fuente y año de los datos y vocabulario correcto: otra persona puede repetir la auditoría.	Documentación suficiente, con algún elemento sin detallar.	Faltan unidades, fuentes o pasos; hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para entender la auditoría.
Seguridad, ética y sostenibilidad	Hace una auditoría solo observacional con datos no personales, relaciona la propuesta con los ODS, y razona límites, efectos no deseados y accesibilidad de la solución.	Cumple las normas de seguridad y privacidad y relaciona la propuesta con algún ODS.	Necesita recordatorios sobre seguridad, privacidad o fuentes; trata los impactos superficialmente.	Manipula equipos, usa datos personales o ignora los impactos y los límites.
Iteración y cooperación	Revisa la propuesta tras las preguntas del consejo ficticio y los cambios de pesos, reparte y rota los roles y deja constancia de las decisiones.	Revisa la propuesta tras las preguntas y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa la propuesta o dificulta el trabajo del equipo.

Recursos y seguridad

Recursos y materiales

- Por equipo de 4: hoja de cálculo (o papel y calculadora), los datos ficticios del dossier (F2, F3 y F5), la plantilla del Anexo 4 y material para el cartel (cartulina o presentación digital).
- Fuentes institucionales preparadas por el docente (extractos del Global E-waste Monitor 2024 y del avance del sistema eléctrico de Red Eléctrica 2024) para consultar y contrastar.
- Ordenador o tableta con acceso a internet para contrastar las fuentes, y la ficha de ronda de cierre (F3) con los datos de la semana.

Seguridad, privacidad y uso responsable

Auditoría solo observacional y documental: no se manipulan instalaciones eléctricas, climatización, regletas ni equipos del centro; no se enciende ni se apaga nada sin el docente. La ronda de observación se hace acompañados, sin fotografiar a personas. Los datos son ficticios o no personales: no se recogen nombres ni datos de nadie. Los cambios propuestos (luces, regletas, equipos) los ejecutaría, en su caso, el personal de mantenimiento del centro, nunca el alumnado. Pausas para cuidar la vista y la postura.

Interdisciplinariedad: Geografía (consumo, recursos, movilidad y desarrollo sostenible) y Matemáticas (medias, porcentajes, proporcionalidad, ponderaciones y unidades).

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

Datos proporcionados y dos soluciones preseleccionadas.

Ampliación

Anexo 9

Realizar análisis de sensibilidad cambiando pesos de la matriz.

ANEXO 1

Lanzamiento del reto

SdA 10 · Tecnología sostenible en el centro

ALUMNADO

Un lunes por la mañana, el consejo de sostenibilidad abre el sobre: 500 euros para que el centro sea más sostenible con tecnología. Hay cuatro ideas encima de la mesa: cambiar las luces por LED, apagar de verdad los ordenadores, imprimir menos y arreglar los ordenadores viejos que se amontonan en el aula de tecnología. Cada persona del consejo defiende la suya con mucha seguridad, pero nadie ha traído un solo dato. Vosotros y vosotras vais a hacer la auditoría: un mapa del centro, una ronda de observación sin tocar nada, cálculos de energía, coste y emisiones, una matriz para decidir y una propuesta con su plan de prueba. ¿Qué cambio tecnológico del centro tendría mayor impacto positivo con recursos limitados?

> *¿Qué cambio tecnológico del centro tendría mayor impacto positivo con recursos limitados?*

Vuestro reto

Decidir con datos y criterios qué cambio tecnológico del centro tendría mayor impacto positivo con 500 euros, y presentar una auditoría y una propuesta con indicadores, relación con los ODS y límites que otro equipo o el consejo puedan comprobar.

Lo que vais a producir

Auditoría y propuesta tecnológica sostenible.

Seguridad. Auditoría solo observacional y documental: no se manipulan instalaciones eléctricas, climatización, regletas ni equipos del centro; no se enciende ni se apaga nada sin el docente.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Mapeamos el consumo, los residuos y la movilidad.
2. Recogemos datos no personales y calculamos.
3. Investigamos soluciones y contrastamos las fuentes.
4. Construimos la matriz de decisión.
5. Diseñamos la propuesta y su plan de prueba.
6. Creamos la comunicación visual.
7. Presentamos al consejo ficticio y revisamos.

Al terminar seré capaz de…

- Identificar los puntos de consumo de energía, de residuos y de movilidad del centro y los impactos tecnológicos asociados.
- Recoger e interpretar datos sencillos no personales: calcular medias, energía (kWh), coste (euros), emisiones (kg de CO_2) y plazo de retorno de la inversión.
- Contrastar fuentes de información valorando su autoría, fecha, evidencia e intereses.
- Comparar soluciones con una matriz de decisión de criterios ponderados (impacto, coste, facilidad, accesibilidad y valor educativo) y comprobar cómo cambia la decisión si cambian los pesos.
- Relacionar la propuesta con los ODS, definir indicadores y comunicar sus límites y posibles efectos no deseados.

¿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 sostenible en el centro

ALUMNADO

Todo lo necesario para auditar el centro ficticio sin tocar nada: el caso, el inventario, la ronda de cierre, el mapa, las opciones con sus supuestos, el método de cálculo y de decisión con ejemplos resueltos, la valoración de fuentes, los datos reales con su fuente, el protocolo de auditoría y un glosario.

F1 El sobre del consejo de sostenibilidad

ESTUDIO DE CASO

Acta de la reunión del consejo de sostenibilidad del IES Valle del Ebro (ficticio):

- El centro recibe **500 euros** este curso para una mejora tecnológica sostenible.
- **Idea A, Marta (profesorado):** «Hay que apagar los ordenadores del aula de informática: al salir siempre quedan encendidos o en espera».
- **Idea B, Samir (mantenimiento):** «Los tubos fluorescentes de los pasillos gastan el doble que los LED».
- **Idea C, Lucía (administración):** «Imprimimos demasiado papel y casi nunca a doble cara».
- **Idea D, Iván (tecnología):** «Tenemos diez ordenadores viejos guardados que se podrían reacondicionar en lugar de tirarlos».
- **Petición del consejo:** una auditoría con datos, una propuesta con su coste, su plazo de retorno y su relación con los ODS, y un plan para comprobar que funciona.

Condiciones: el presupuesto total es de 500 euros; las instalaciones del centro no se tocan durante la auditoría; los datos de las personas no se recogen.

Fuente: Caso ficticio creado para este cuaderno. El centro, el presupuesto de 500 euros y las personas del consejo son inventados.

Piensa qué datos te harían falta para decidir cuál de las cuatro ideas conviene más.

F2 Inventario del centro: consumo, residuos y movilidad

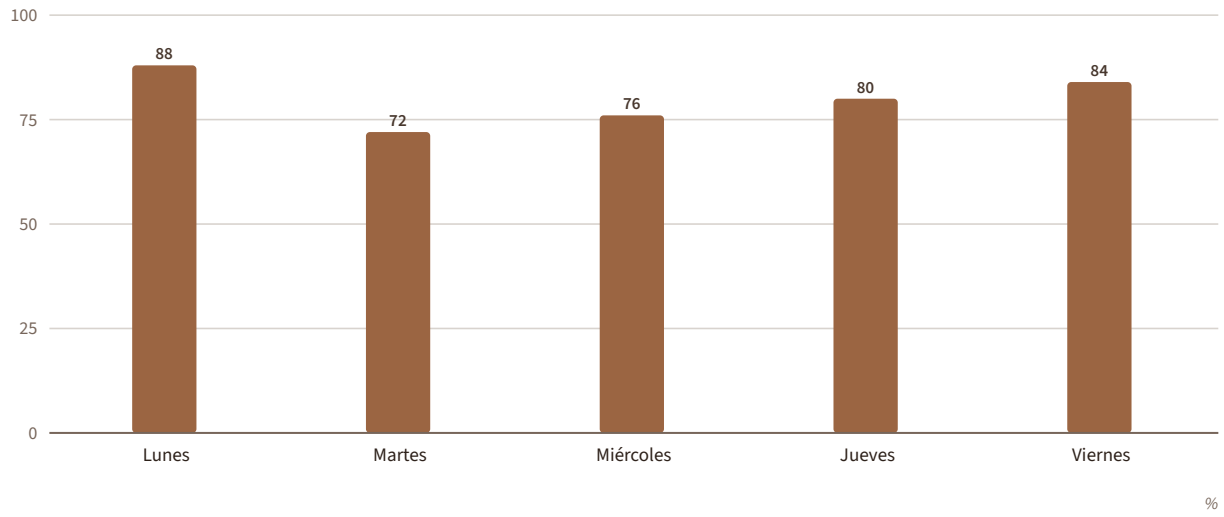
DATOS

N.º	Zona	Elemento	Cantidad	Dato clave	Observación
1	Aula de informática	Ordenadores con monitor	25	6 W cada uno en espera; uso 6 h al día, 180 días	Tras las clases quedan en espera (ronda de cierre, F3)
2	Pasillos y escaleras	Tubos fluorescentes de 36 W	60	Encendidos unas 1100 h al año	Se podrían sustituir por tubos LED de 18 W
3	Administración y reprografía	Hojas impresas al curso	40 000	Un paquete de 500 hojas cuesta 5 euros	Doble cara no activada por defecto
4	Aula de tecnología	Ordenadores antiguos guardados	10	8 kg cada uno	Sin gestionar; podrían reacondicionarse o entregarse a un gestor de residuos
5	Biblioteca	Monitores en espera	8	3 W cada uno en espera	Usados en el ejemplo resuelto (F6)
6	Patio	Aparcabicis	8 plazas	Se usan 5	No se sabe cómo llega el alumnado al centro
7	Patio	Contenedores amarillo y azul	2	—	No hay punto de recogida de pilas ni de pequeños aparatos

Datos de partida: precio de la electricidad **0,15 euros por kWh** (dato ficticio, orden de magnitud) y factor de emisión **0,11 kg de CO2 por kWh** (calculado en la ficha 3 a partir de datos de Red Eléctrica). El presupuesto es de **500 euros**.

Fuente: Datos ficticios creados para este cuaderno (plausibles, no son medidas reales). La potencia en espera de 6 W por ordenador con monitor es un valor ilustrativo: el reglamento europeo limita cada aparato en espera a 1-2 W, y un equipo con monitor y altavoces suma varios vatios.

F3 **Ronda de cierre: porcentaje de ordenadores en espera a las 15:30** GRÁFICO



Recuentos (equipos en espera de 25): lunes 22, martes 18, miércoles 19, jueves 20 y viernes 21. Ronda observacional: a las 15:30, con el docente, se cuentan pilotos encendidos sin tocar nada; solo se cuentan equipos, nunca personas.

Fuente: Datos ficticios, creados para este cuaderno. Son el resultado inventado de una ronda observacional de una semana (se cuentan pilotos encendidos, sin tocar nada) en un aula con 25 equipos.

F4 **Mapa de consumo, residuos y movilidad del centro (ficticio)** ESQUEMA



El mapa es **esquemático** (no está a escala). Las letras indican el tipo de impacto de cada punto. Observa que algunos puntos tienen cifras (para calcular) y otros solo señalan que falta información.

Fuente: Esquema de elaboración propia sobre el inventario ficticio F2.

F5 Las cuatro opciones preseleccionadas y sus supuestos

DATOS

Opción	Qué se haría	Inversión	Supuestos para calcular	Límites y riesgos	ODS
O1 Regletas	Colocar 5 regletas con interruptor en el aula de informática y apagar los equipos al salir	5 regletas × 12 euros	Se evita el 90 % de la energía en espera de los equipos que quedan en espera (media de F3)	Si no se pulsa el interruptor, no se ahorra nada; depende del hábito	7, 12, 13
O2 LED	Sustituir 60 tubos fluorescentes de 36 W por tubos LED de 18 W	60 tubos × 5 euros	Mismas 1100 h al año de uso	Lo instala el personal de mantenimiento; los tubos viejos son residuo que debe ir a un punto de recogida	7, 12, 13
O3 Impresión	Doble cara y digital por defecto en la reprografía	0 euros	Se reduce el 30 % de las 40 000 hojas; cada hoja A4 de 80 g por metro cuadrado pesa unos 5 g	Algunas personas necesitan papel (adaptaciones); puede haber resistencia al cambio	12, 13
O4 Taller de reacondicionamiento	Reacondicionar 10 ordenadores antiguos con piezas nuevas para préstamo al alumnado	150 euros en piezas	Cada equipo pesa 8 kg y se retrasa su baja	Necesita tiempo y supervisión docente; hay que borrar los datos con seguridad; el ahorro de energía es nulo	11, 12

Presupuesto del consejo: 500 euros. El alumnado no ejecuta ninguna de las obras: son propuestas para el consejo y, en su caso, para el personal de mantenimiento.

Fuente: Opciones y supuestos ficticios creados para este cuaderno (costes y porcentajes de ahorro inventados, plausibles). Los ODS son los de la Agenda 2030 de Naciones Unidas: 7 Energía asequible y no contaminante, 11 Ciudades y comunidades sostenibles, 12 Producción y consumo responsables, 13 Acción por el clima.

F6 Método de cálculo y de decisión con ejemplos resueltos

TEXTO

Fórmulas (con unidades):

- **Energía** (kWh) = potencia (W) × tiempo (h) ÷ 1000.
- **Coste** (euros) = energía (kWh) × 0,15 euros por kWh.
- **Emisiones** (kg de CO2) = energía (kWh) × 0,11 kg por kWh.
- **Retorno de la inversión** (años) = inversión (euros) ÷ ahorro anual (euros).
- **Horas en espera al año** = 8760 h − horas de uso. Si se usa 6 h al día durante 180 días: 6 × 180 = 1080 h de uso, y 8760 − 1080 = **7680 h en espera**.

Ejemplo resuelto 1: los 8 monitores de la biblioteca (F2, fila 5).

- Potencia total en espera: 8 × 3 W = **24 W**.
- Energía: 24 × 7680 ÷ 1000 = **184,32 kWh al año**.
- Coste: 184,32 × 0,15 = **27,65 euros**; emisiones: 184,32 × 0,11 = **20,3 kg de CO2**.
- Una regleta de 12 euros que evita el 90 %: ahorro = 0,9 × 184,32 = 165,9 kWh = 24,88 euros al año; retorno = 12 ÷ 24,88 = **0,48 años**, unos 6 meses.

Ejemplo resuelto 2: matriz de decisión ponderada. Se elige dónde colocar un contenedor de pilas con tres criterios cuyos pesos suman 100: visibilidad 50, seguridad 30, coste 20. Puntuación de 1 (muy mala) a 5 (muy buena).

- **Entrada:** visibilidad 5, seguridad 4, coste 5 → total **4,7**.
- **Pasillo:** visibilidad 3, seguridad 5, coste 5 → total **4,0**.
- **Patio:** visibilidad 2, seguridad 3, coste 4 → total **2,7**.

Total = (peso × puntos sumados) ÷ 100. Entrada: (50 × 5 + 30 × 4 + 20 × 5) ÷ 100 = (250 + 120 + 100) ÷ 100 = 4,7. **Gana la entrada.**

Análisis de sensibilidad: si cambian los pesos, el resultado puede cambiar. Si visibilidad pasa a 20 y seguridad a 60 (coste 20), la entrada baja a 4,4 y el pasillo sube a 4,6: **cambia la decisión**. La decisión depende de los pesos, y por eso conviene comprobarlo.

Fuente: Método de elaboración propia. Los datos de los ejemplos son los ficticios de F2 y de este recuadro.

F7 Cuatro fuentes sobre el consumo en espera

DATOS

Fuente	Qué afirma	Autoría	Fecha	Evidencia	Intereses
A · Informe de una agencia de energía (ficticia)	El consumo en espera supone una parte pequeña pero constante del consumo de oficinas y centros	Equipo técnico firmado	2025	Medidas en 40 centros y metodología publicada	Institución pública, sin venta de productos
B · Blog «Ahorra ya»	«El stand-by te cuesta 500 euros al año a ti solo»	Sin autoría	Sin fecha	Ninguna	Anuncios y enlaces de compra
C · Folleto de un fabricante de regletas	«Con nuestra regleta ahorras el 100 % de la energía»	Departamento de marketing	2024	Sin datos ni método	Vende regletas
D · Artículo de una asociación de consumidores	Los aparatos en espera consumen energía de forma continua; conviene apagarlos del todo	Firmado por analistas	2016	Ensayos de laboratorio explicados	Defensa de las personas consumidoras

Criterios para valorar una fuente:

- **Autoría:** ¿quién lo firma y qué experiencia tiene?
- **Fecha:** ¿está actualizada para el tema?
- **Evidencia:** ¿se apoya en datos y se pueden comprobar?
- **Intereses:** ¿quién gana si te lo crees?
- **Contraste:** ¿otra fuente independiente dice lo mismo?

Una fuente es más fiable cuantos más criterios cumple. Un dato extraordinario («100 %») sin método es una señal de alerta.

Fuente: Cuatro fuentes ficticias creadas para practicar la valoración crítica. Los criterios de fiabilidad (autoría, fecha, evidencia e intereses) son los habituales en la búsqueda crítica de información.

F8 Datos reales de contexto y su fuente

DATOS

Dato	Valor	Fuente y año
Residuos electrónicos generados en el mundo	62 millones de toneladas (Mt) en 2022	Global E-waste Monitor 2024 (UNITAR y UIT), datos de 2022
Parte documentada como recogida y reciclada correctamente	22,3 % (unos 13,8 Mt)	Global E-waste Monitor 2024
Emisiones de CO_2 del sector eléctrico en España	27 millones de toneladas en 2024	Red Eléctrica de España, avance del sistema eléctrico 2024
Demanda de electricidad en España	248 811 GWh en 2024	Red Eléctrica de España, avance del sistema eléctrico 2024
Generación renovable en España	56,8 % del total en 2024	Red Eléctrica de España, 2024
Límite de potencia en espera de un aparato	1 W (2 W si muestra información en pantalla)	Reglamento (CE) 1275/2008, citado por la OCU (2016)
Peso de una hoja A4 de 80 g por metro cuadrado	unos 5 g (0,0624 m^2 × 80 g/m^2)	Cálculo propio: 210 mm × 297 mm

Cuidado con las unidades: 1 Mt = un millón de toneladas = 10^9 kg; 1 GWh = un millón de kWh. Los datos de otros años, países o contextos no se pueden mezclar sin decirlo.

Fuente: Datos verificados en las fuentes indicadas: Global E-waste Monitor 2024 (UNITAR y UIT, datos de 2022); Red Eléctrica, avance del sistema eléctrico español 2024 (marzo de 2025); Reglamento (CE) 1275/2008 de la UE sobre consumo en espera y OCU (2016). El factor 0,11 kg de CO_2 por kWh es un cálculo aproximado propio a partir de las cifras de Red Eléctrica.

F9 Protocolo de auditoría observacional y documental

PROTOCOLO

Material y herramientas: inventario F2, ficha de ronda de cierre (F3), calculadora u hoja de cálculo, plantilla del Anexo 4.

Equipo de protección y riesgos: riesgos de manipular aparatos eléctricos o de fotografiar a personas. **No se toca ningún interruptor, regleta, equipo ni instalación.** La ronda se hace acompañados del docente y solo se cuentan equipos, nunca se anotan nombres. No se apaga nada y no se entra en salas sin permiso. Si se detecta algo peligroso (cable suelto, olor a quemado), se avisa al docente y no se toca.

Procedimiento:

1. Recorre el mapa (F4) y confirma con el inventario (F2) qué es consumo, residuo o movilidad.
2. Haz la ronda de cierre cinco días y anota el número de equipos en espera.
3. Calcula la media, la energía, el coste y las emisiones con las fórmulas de F6.
4. Contrasta al menos dos fuentes para cada dato que uses (F7 y F8) e indica la fuente y el año.
5. Puntúa cada opción con la matriz y calcula los totales.
6. Comprueba que la opción elegida cabe en el presupuesto y propón indicadores y un plan de prueba piloto.
7. Presenta al consejo ficticio, anota las preguntas y revisa la propuesta.

Cierre y privacidad: no se guardan datos personales; las anotaciones se entregan al docente; la propuesta indica sus límites.

Resultado esperable: una decisión razonada dentro de 500 euros, con cálculos correctos, indicadores comprobables y límites reconocidos.

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

F10 Glosario de tecnología sostenible

GLOSARIO

Auditoría	Revisión sistemática que recoge datos de una situación para valorarla. Aquí es solo observacional y documental.
Consumo en espera	Energía que gasta un aparato conectado aunque no se use.
kWh	Kilovatio hora: energía que consume un aparato de 1000 W durante una hora.
Factor de emisión	Kilos de CO2 que se emiten por cada kWh de electricidad generada.
Retorno de la inversión	Tiempo que tarda el ahorro en igualar lo invertido.
RAEE	Residuos de aparatos eléctricos y electrónicos.
Obsolescencia	Pérdida de utilidad de un aparato, por desgaste o por quedar anticuado.
Matriz de decisión	Tabla que puntúa cada opción según varios criterios con distinto peso.
Ponderación	Peso que se da a cada criterio según su importancia.
Análisis de sensibilidad	Comprobar si la decisión cambia al cambiar los pesos o los datos.
Efecto rebote	Aumento de uso que anula parte del ahorro conseguido.
ODS	Objetivos de Desarrollo Sostenible de la Agenda 2030 de Naciones Unidas (17 objetivos).
Indicador	Dato medible que permite comprobar si una medida funciona.

Fuente: Glosario de elaboración propia.

ANEXO 3

Fichas del alumnado

SdA 10 · Tecnología sostenible en el centro

ALUMNADO

FICHA 1 Mapamos el centro

SESIÓN 1

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

Primero, el diagnóstico individual. Después, en equipo, usad el caso (F1), el inventario (F2) y el mapa (F4).

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

Una auditoría observacional consiste en…

◯ cambiar las luces del centro ◯ observar y registrar datos sin tocar instalaciones ni equipos

◯ apagar los equipos para ahorrar

El consumo en espera es…

◯ la energía de los aparatos apagados y desenchufados ◯ la energía que no se factura

◯ la energía que gasta un aparato conectado aunque no se use

Una matriz de decisión sirve para…

◯ medir la potencia de un ordenador ◯ dibujar planos del centro

◯ comparar opciones puntuando criterios con distinto peso

Los ODS son…

◯ una marca de bombillas LED ◯ los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas

◯ las normas de seguridad del centro

2 **Clasifica seis elementos del mapa (F4) en C (consumo), R (residuos) o M (movilidad) y explica por qué pueden ser un problema.**

Elemento observado	Tipo (C, R o M)	¿Por qué puede ser un problema?
Ordenadores del aula de informática tras las clases		
Ordenadores antiguos del aula de tecnología		
Tubos fluorescentes de los pasillos		
Aparcabicis con 5 bicis de 8 plazas		
Hojas impresas al curso		
Contenedores sin punto de pilas		

3 **¿Qué dato falta para valorar la movilidad del centro y cómo lo recogerías respetando la privacidad (sin nombres)?**

4 **Escribid el reto del equipo como «¿Cómo podríamos…?» con el presupuesto de 500 euros y dos requisitos que se puedan comprobar.**

FICHA 2 Datos, energía, coste y emisiones

SESIÓN 2

Usa los datos ficticios de F2 y de la ronda de cierre (F3) y las fórmulas de F6. Escribe las operaciones con unidades.

1 **Con los recuentos de F3: calcula la media de ordenadores en espera de la semana y el porcentaje que representa sobre los 25 equipos.**

2 **Energía en espera del aula de informática: cada equipo gasta 6 W en espera y se usan 6 h al día durante 180 días. Completa con la media de equipos de la pregunta anterior.**

Magnitud	Operación	Resultado
Potencia total en espera (W)		
Horas en espera al año (h)		
Energía al año (kWh)		
Coste al año (euros)		
Emisiones al año (kg de CO2)		

3 **Tubos LED (F2, fila 2 y F5): ¿cuánta energía, cuánto dinero y cuántos kg de CO2 se ahorran al año al cambiar 60 tubos de 36 W por tubos de 18 W durante 1100 h?**

4 **Papel (F2, fila 3 y F5): si se reduce el 30 % de las 40 000 hojas, ¿cuántas hojas, cuántos euros (500 hojas cuestan 5 euros) y cuántos kg de papel (5 g cada hoja) se ahorran?**

5 **Dos límites de estos datos (son ficticios y de una sola semana) que debes decir al consejo.**

FICHA 3 Fuentes y datos reales

SESIÓN 3

Valora las fuentes de F7 y comprueba los datos reales de F8. Contrasta siempre con más de una fuente.

1 **Relaciona cada criterio de fiabilidad con la pregunta que lo comprueba.**

1	Autoría	a	¿Quién lo firma y qué experiencia tiene?
2	Fecha	b	¿Se apoya en datos que se pueden comprobar?
3	Evidencia	c	¿Quién gana si me lo creo?
4	Intereses	d	¿Está actualizado para el tema?

2 **Valora las cuatro fuentes de F7 (fiabilidad alta, media o baja) y explica el motivo.**

Fuente	Fiabilidad (alta, media o baja)	Motivo
A · Agencia de energía		
B · Blog «Ahorra ya»		
C · Folleto del fabricante		
D · Asociación de consumidores		

3 **Comprueba el factor de emisión con F8: 27 millones de toneladas de CO_2 y 248 811 GWh de demanda. Pasa a kg y a kWh (1 Mt = 10^9 kg; 1 GWh = 10^6 kWh) y calcula los kg de CO_2 por kWh. Redondea a dos decimales.**

4 **Con F8: el 22,3 % de 62 Mt se documenta como reciclado correctamente. ¿Cuántos Mt son? ¿Cuántos Mt quedan sin documentar como reciclados?**

5 **Dos preguntas que harías al fabricante de la fuente C antes de usar su dato.**

FICHA 4

La matriz de decisión

SESIÓN 4

Compara las cuatro opciones de F5 con cinco criterios. Puntúa de 1 (muy mala) a 5 (muy buena) con lo que has calculado y justifica con datos.

1 **Los pesos de los criterios son 35, 25, 15, 10 y 15. ¿Suman 100? Comprueba y escribe qué criterio pesa más.**

2 **Completa la matriz con tus puntuaciones (1 a 5) y calcula el total de cada opción. Total = suma de (peso × puntos) ÷ 100.**

Criterio	Peso (%)	O1 Regletas	O2 LED	O3 Impresión	O4 Taller
Impacto ambiental (energía, CO2, residuos)	35				
Coste inicial (más barato, más puntos)	25				
Facilidad de implantación	15				
Accesibilidad y bienestar	10				
Valor educativo	15				
TOTAL (de 5)	100				

3 **Escribe la operación del total de una de las opciones.**

4 **¿Qué opción gana? ¿Cabe en los 500 euros? Si hay dinero sobrante, propón una segunda opción que cabe y justifícala.**

5 **Justifica con un dato la puntuación que más dudas te ha dado.**

FICHA 5 Propuesta y plan de prueba

SESIÓN 5

Diseña la propuesta de tu equipo. Los cambios los haría el personal de mantenimiento: vosotros solo proponéis y diseñáis cómo comprobarlos.

1 **Calcula el retorno de la inversión de cada opción con los datos de la ficha 2 (ahorro anual en euros) y los kg de CO2 que evita.**

Opción	Inversión (euros)	Ahorro (euros al año)	Retorno (años)	CO2 evitado (kg al año)
O1 Regletas (90 % de la energía en espera)				
O2 LED				
O3 Impresión (sin cifra de CO2)				

2 **Plan de prueba piloto de tu propuesta: indicadores que se pueden observar o medir sin tocar instalaciones.**

Indicador	Cómo se observa o mide	Valor inicial	Meta

3 **Efectos no deseados y límites de tu propuesta (efecto rebote, accesibilidad, residuos, hábitos).**

4 **Marca los ODS a los que contribuye tu propuesta y justifica uno.**

- ☐ ODS 4 · Educación de calidad
- ☐ ODS 7 · Energía asequible y no contaminante
- ☐ ODS 11 · Ciudades y comunidades sostenibles
- ☐ ODS 12 · Producción y consumo responsables
- ☐ ODS 13 · Acción por el clima

5 **Tres preguntas que podría hacerte el consejo y tu respuesta con un dato.**

Pregunta posible	Respuesta con un dato

FICHA 6 Comunicación visual

SESIÓN 6

Diseña un cartel o una diapositiva para el consejo. Debe entenderse en 30 segundos.

1 **Escribe el título del cartel como una frase que diga la conclusión (por ejemplo, con un dato) y no solo el tema.**

2 **Elige tres mensajes clave, el dato que los apoya y el elemento visual (gráfico de barras, icono, tabla…) que los muestra.**

Mensaje clave	Dato (con unidad y fuente)	Elemento visual

3 **Boceto del cartel o de la diapositiva.**

4 **Revisa la accesibilidad y la rigurosidad de tu comunicación.**

- [ ] El texto tiene buen contraste y un tamaño grande y legible.
- [ ] Los gráficos tienen título, unidades y fuente con año.
- [ ] No me apoyo solo en el color para dar información.
- [ ] Hay una descripción en texto de cada imagen o gráfico.
- [ ] Indico los límites de los datos (ficticios, una semana).
- [ ] No aparece ningún nombre ni dato personal.

FICHA 7 Evidencia individual: otro centro, otra decisión

SESIÓN 7

Trabajo individual con datos ficticios del IES Río Seco (centro ficticio). Usa 0,15 euros por kWh, 0,11 kg de CO2 por kWh y las fórmulas de F6.

1 **El centro tiene un presupuesto de 120 euros y tres opciones. A: 12 regletas con interruptor, 40 euros, ahorra 400 kWh al año. B: 10 focos LED, 100 euros, ahorra 450 kWh al año. C: campaña «el último apaga la luz», 10 euros, ahorra 150 kWh al año. Calcula para cada una el ahorro en euros, los kg de CO2 evitados y el retorno en años.**

2 **Matriz con pesos impacto 40, coste 35 y facilidad 25. Puntuaciones: A (4, 5, 5), B (5, 2, 3) y C (2, 5, 4). Calcula el total de cada opción.**

3 **Elige una opción o una combinación que quepa en 120 euros y justifica con tus cálculos.**

4 **Propón un indicador, cómo lo observarías sin tocar nada y una meta.**

5 **Un efecto no deseado o un límite de los datos y el ODS al que contribuye tu elección.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 10 · Tecnología sostenible en el centro

ALUMNADO

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

Auditoría y propuesta tecnológica sostenible de nuestro equipo. Completadla a lo largo de las sesiones; es el documento que presentaréis al consejo ficticio.

Problema

Qué impacto del centro queremos reducir y por qué. Reto en forma de pregunta.

Datos

Datos usados con unidad, fuente y año; límites.

Opciones

Opciones comparadas con su inversión y supuestos.

Cálculos

Energía, coste, emisiones y retorno de la opción elegida.

Matriz de decisión

Criterios, pesos, puntuaciones y totales.

Propuesta

Qué proponemos, coste y por qué.

ODS

ODS a los que contribuye y cómo.

Indicadores y plan de prueba

Qué se mide, cómo y con qué meta.

Límites y efectos no deseados

Qué no sabemos y qué podría salir mal.

ANEXO 5

Lista de cotejo

SdA 10 · Tecnología sostenible en el centro

ALUMNADO

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

Antes de entregar **Auditoría y propuesta tecnológica sostenible**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El mapa clasifica los puntos de consumo, residuos y movilidad y señala qué datos faltan.
- [ ] Los datos tienen unidades, fuente y año, y se indica cuáles son ficticios.
- [ ] Los cálculos de energía, coste, emisiones y retorno son correctos y llevan unidades.
- [ ] Se han contrastado al menos dos fuentes y se justifica su fiabilidad.
- [ ] La matriz tiene pesos que suman 100, puntuaciones justificadas y totales bien calculados.
- [ ] La opción elegida cabe en el presupuesto de 500 euros.
- [ ] La propuesta indica ODS, indicadores medibles y un plan de prueba piloto.
- [ ] Se explican los límites y los posibles efectos no deseados.
- [ ] La auditoría ha sido solo observacional: no se ha tocado ningún equipo ni instalación y no hay datos personales.

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 sostenible en el centro

ALUMNADO · DOCENTE

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

Rúbrica para valorar **Auditoría y propuesta tecnológica 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	Define el problema con un mapa y datos, formula criterios, compara varias alternativas con una matriz ponderada y justifica la decisión, incluido el efecto de cambiar los pesos.	Define el problema y los criterios y justifica la decisión con una matriz coherente.	La decisión es parcial o la matriz está poco justificada.	No relaciona la propuesta con un problema definido.	
Funcionamiento / evidencia	Los cálculos (energía, coste, emisiones y retorno) son correctos, tienen unidades y se acompañan de un plan de prueba con indicadores medibles y una interpretación de sus límites.	Los cálculos son correctos en lo principal y hay un plan de prueba con indicadores.	Hay errores de cálculo o el plan de prueba es incompleto.	No hay cálculos ni pruebas que respalden la propuesta.	
Documentación técnica	Mapa, tablas, matriz, cartel o diapositiva claros, con unidades, fuente y año de los datos y vocabulario correcto: otra persona puede repetir la auditoría.	Documentación suficiente, con algún elemento sin detallar.	Faltan unidades, fuentes o pasos; hay ambigüedades.	Documentación insuficiente para entender la auditoría.	
Seguridad, ética y sostenibilidad	Hace una auditoría solo observacional con datos no personales, relaciona la propuesta con los ODS, y razona límites, efectos no deseados y accesibilidad de la solución.	Cumple las normas de seguridad y privacidad y relaciona la propuesta con algún ODS.	Necesita recordatorios sobre seguridad, privacidad o fuentes; trata los impactos superficialmente.	Manipula equipos, usa datos personales o ignora los impactos y los límites.	
Iteración y cooperación	Revisa la propuesta tras las preguntas del consejo ficticio y los cambios de pesos, reparte y rota los roles y deja constancia de las decisiones.	Revisa la propuesta tras las preguntas y coopera adecuadamente.	La revisión es superficial o la cooperación es irregular.	No revisa la propuesta o dificulta el trabajo del equipo.	

Observaciones del docente

_____

_____

_____

Valoración global

_____

_____

_____

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 10 · Tecnología sostenible en el centro

ALUMNADO

Nombre: _____ Curso/grupo: _____ Fecha: _____

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular la energía, el coste, las emisiones y el retorno de una medida sostenible.	○	○	○	○
Sé decidir entre opciones con una matriz ponderada y justificar con datos y con ODS.	○	○	○	○
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 sostenible en el centro

ALUMNADO

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

Datos proporcionados y dos soluciones preseleccionadas (regletas y LED): calcula y decide paso a paso.

Datos proporcionados

Opción O1, regletas: inversión 60 euros; ahorro anual 829 kWh.

Opción O2, LED: inversión 300 euros; ahorro anual 1188 kWh.

Precio: 0,15 euros por kWh. **Factor:** 0,11 kg de CO2 por kWh.

Ejemplo resuelto

Opción X: inversión 100 euros; ahorro anual 400 kWh.

- Ahorro en euros: 400 × 0,15 = **60 euros al año**.
- Emisiones evitadas: 400 × 0,11 = **44 kg de CO2**.
- Retorno: 100 ÷ 60 = **1,7 años**.

Matriz con tres criterios (pesos 50, 30 y 20) y puntos (4, 5 y 3): (50 × 4 + 30 × 5 + 20 × 3) ÷ 100 = 410 ÷ 100 = **4,1**.

1 **Calcula para O1 y O2: ahorro en euros, kg de CO2 evitados y retorno en años.**

Opción	Ahorro (euros al año)	CO2 evitado (kg al año)	Retorno (años)
O1 Regletas			
O2 LED			

2 **Matriz con pesos ahorro 50, coste 30 y facilidad 20. Puntuaciones: O1 (4, 5, 5) y O2 (5, 2, 3). Calcula el total de cada una.**

3 **Decide cuál recomendarías y completa.**

Recomiendo la opción _____ porque tiene el total _____ y su retorno es de _____ años.

ANEXO 9

Ampliación

SdA 10 · Tecnología sostenible en el centro

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Análisis de sensibilidad: cambiamos los pesos de la matriz

Una decisión sólida no debería cambiar por un pequeño ajuste de los pesos. Comprueba cuánto aguanta la decisión de tu equipo cuando cambia la importancia de los criterios, y qué dice esto sobre la propuesta.

Pasos

1. Toma tu matriz de la ficha 4 (con las puntuaciones de las cuatro opciones) y crea tres escenarios de pesos que sumen 100: uno que dé mucha importancia a la energía, otro a la accesibilidad y la igualdad, y otro al coste.
2. Calcula el total de cada opción en cada escenario (mejor en una hoja de cálculo) y anota qué opción gana en cada uno.
3. Busca el peso a partir del cual cambia la opción ganadora (por ejemplo, subiendo la accesibilidad de 10 en 10) e indica qué opción pasa a ganar.
4. Valora: ¿es robusta tu decisión?, ¿qué dato o criterio sería decisivo para el consejo? y ¿qué cambiarías de la propuesta si el consejo da más peso a la igualdad?

Entrega

Tabla con los tres escenarios y los totales, el peso en que cambia la decisión y una valoración de 6-8 líneas.

ANEXO 10

Guía docente y soluciones

SdA 10 · Tecnología sostenible en el centro

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: observar y registrar datos sin tocar instalaciones ni equipos; la energía que gasta un aparato conectado aunque no se use; comparar opciones puntuando criterios con distinto peso; los 17 Objetivos de Desarrollo Sostenible de Naciones Unidas.
2. Clasificación: ordenadores del aula de informática, C (se quedan en espera); ordenadores antiguos, R (residuo electrónico sin gestionar); tubos fluorescentes, C (consumen más que los LED y son residuo especial); aparcabicis, M (poco uso); hojas impresas, R (papel y consumo); contenedores sin punto de pilas, R (las pilas acaban donde no deben).
3. Dato que falta: cómo llega el alumnado (a pie, en bici, en bus, en coche). Recogida: encuesta anónima de una sola pregunta en clase, sin nombres, solo recuentos.
4. Modelo: «¿Cómo podríamos reducir el impacto ambiental de la tecnología del centro con 500 euros?». Requisitos comprobables: ahorrar kWh al año calculados con datos; que cada propuesta se pueda comprobar con un indicador.

Ficha 2

1. Media: (22 + 18 + 19 + 20 + 21) ÷ 5 = 100 ÷ 5 = 20 equipos en espera. Porcentaje: 20 ÷ 25 = 0,8 = 80 %.
2. Potencia: 20 × 6 = 120 W. Horas: 6 × 180 = 1080 h de uso; 8760 − 1080 = 7680 h en espera. Energía: 120 × 7680 ÷ 1000 = 921,6 kWh. Coste: 921,6 × 0,15 = 138,24 euros. Emisiones: 921,6 × 0,11 = 101,4 kg de CO_2.
3. LED: ahorro de potencia por tubo 36 − 18 = 18 W; en 60 tubos, 1080 W. Energía: 1080 × 1100 ÷ 1000 = 1188 kWh. Dinero: 1188 × 0,15 = 178,20 euros. CO_2: 1188 × 0,11 = 130,7 kg.
4. Papel: 40 000 × 0,30 = 12 000 hojas. 12 000 ÷ 500 = 24 paquetes × 5 euros = 120 euros. Peso: 12 000 × 5 g = 60 000 g = 60 kg de papel.
5. Límites modelo: son datos ficticios; solo una semana de observación; el consumo en espera es una estimación de 6 W por equipo y no se ha medido; no se tienen en cuenta los fines de semana ni las vacaciones por separado; el precio de la electricidad cambia.

Ficha 3

1. Autoría: ¿quién lo firma y qué experiencia tiene?; fecha: ¿está actualizado para el tema?; evidencia: ¿se apoya en datos que se pueden comprobar?; intereses: ¿quién gana si me lo creo?
2. A, alta (firmada, datos, metodología, sin intereses comerciales); B, baja (sin autoría ni fecha ni evidencia, con anuncios); C, baja (tiene interés comercial, «100 %» sin datos ni método); D, media-alta (firmada, ensayos, pero de 2016: hay que comprobar si sigue vigente).
3. 27 Mt = 27 × 10^9 kg = 27 000 000 000 kg. 248 811 GWh = 248 811 × 10^6 kWh = 248 811 000 000 kWh. 27 × 10^9 ÷ 248 811 × 10^6 = 0,1085, que redondea a 0,11 kg de CO_2 por kWh. (Es una aproximación: las emisiones corresponden a toda la generación, incluida la exportada, y la demanda no.)
4. 0,223 × 62 = 13,8 Mt documentados como reciclados correctamente; 62 − 13,8 = 48,2 Mt no documentados como reciclados correctamente.
5. Preguntas modelo: ¿en qué medidas o ensayos se basa el 100 %?, ¿quién los hizo y con qué aparatos?, ¿de qué consumo en espera se parte?, ¿qué pasa si no se pulsa el interruptor?

Ficha 4

1. 35 + 25 + 15 + 10 + 15 = 100: sí. El criterio que más pesa es el impacto ambiental (35 %).
2. Matriz modelo (el equipo puede puntuar distinto si justifica con datos): O1, impacto 4, coste 5, facilidad 5, accesibilidad 3, valor educativo 4, total 4,3; O2, 5, 2, 3, 4, 2, total 3,4; O3, 2, 5, 4, 3, 3, total 3,3; O4, 3, 3, 2, 5, 5, total 3,35 (3,4 redondeado).
3. Operación modelo para O1: (35 × 4 + 25 × 5 + 15 × 5 + 10 × 3 + 15 × 4) ÷ 100 = (140 + 125 + 75 + 30 + 60) ÷ 100 = 430 ÷ 100 = 4,3.
4. Con la matriz modelo gana O1 (4,3); cuesta 60 euros y cabe en 500. Quedan 440 euros: se puede sumar O2 (300 euros), con lo que se gastan 360 euros. O1 + O2 + O4 suman 510 euros, que superan los 500 euros. Valorar la justificación con los datos.
5. Respuesta abierta. Ejemplo: la accesibilidad de O1 la puntué con 3 porque no mejora ni empeora la accesibilidad, sin datos que la cambien.

Ficha 5

1. O1: ahorro 829,4 kWh × 0,15 = 124,4 euros; retorno 60 ÷ 124,4 = 0,48 años (unos 6 meses); CO2 = 829,4 × 0,11 = 91,2 kg. O2: ahorro 178,2 euros; retorno 300 ÷ 178,2 = 1,68 años; CO2 130,7 kg. O3: ahorro 120 euros; inversión 0, retorno inmediato; no se calcula CO2 (se evitan unos 60 kg de papel). Con O1, 1,52 kg de CO2 por euro invertido; con O2, 0,44.
2. Indicadores modelo: equipos en espera en la ronda de cierre (inicial 20 de 25, meta 5 o menos); hojas impresas al mes (informe de reprografía); número de tubos LED instalados. Observación sin tocar nada; piloto de 4 semanas.
3. Efectos no deseados modelo: efecto rebote (dejar luces encendidas porque «ahora gastan menos»); accesibilidad (alumnado que necesita papel adaptado); los tubos viejos deben ir a un punto de recogida; si no se pulsa el interruptor no se ahorra.
4. ODS modelo: 7, 12 y 13 para O1 y O2; 12 y 13 para O3; 11 y 12 para O4; 4 si hay trabajo educativo. Justificar con un dato.
5. Preguntas modelo: ¿cuánto se ahorra al año?, ¿cuándo se recupera la inversión?, ¿cómo sabremos que funciona?, ¿qué pasa si no se cumple?

Ficha 6

1. Modelo de título: «Apagar del todo 20 ordenadores ahorra 124 euros y 91 kg de CO2 al año con 60 euros». Valorar que incluya la conclusión y un dato.
2. Mensajes modelo: ahorro anual (barra con euros), retorno de la inversión (línea de tiempo con 0,48 años), relación con los ODS (iconos 7, 12 y 13).
3. Boceto abierto: valorar título claro, un gráfico con unidades, fuente y año, y espacio para los límites.
4. Revisión: aceptar los puntos marcados si los cumple; valorar que se citen las fuentes y que haya texto alternativo.

Ficha 7

1. A: 400 × 0,15 = 60 euros; 400 × 0,11 = 44 kg; 40 ÷ 60 = 0,67 años. B: 450 × 0,15 = 67,5 euros; 49,5 kg; 100 ÷ 67,5 = 1,48 años. C: 150 × 0,15 = 22,5 euros; 16,5 kg; 10 ÷ 22,5 = 0,44 años.
2. A: (40 × 4 + 35 × 5 + 25 × 5) ÷ 100 = (160 + 175 + 125) ÷ 100 = 4,6. B: (200 + 70 + 75) ÷ 100 = 3,45. C: (80 + 175 + 100) ÷ 100 = 3,55.
3. Con 120 euros caben A + C (50 euros, 550 kWh al año) o B + C (110 euros, 600 kWh al año); A + B (140 euros) no cabe. Modelo: A + C, porque tiene el mejor total (A 4,6) y recupera la inversión en menos de un año; B + C ahorra algo más (90 euros al año) pero tarda 1,2 años y la opción B gana menos puntos. Aceptar B + C si se justifica.
4. Indicador modelo: equipos o luces encendidos al cierre contados en una ronda semanal (meta: reducir a la mitad). Se cuenta sin tocar nada.
5. Efecto no deseado modelo: efecto rebote en C si se dejan luces encendidas por creer que gastan poco; límite de los datos: son ficticios y el ahorro de C depende del hábito. ODS 7, 12 y 13.

Refuerzo (Anexo 8)

1. O1: 829 × 0,15 = 124,35 euros; 829 × 0,11 = 91,2 kg; retorno 60 ÷ 124,35 = 0,48 años. O2: 1188 × 0,15 = 178,2 euros; 130,7 kg; retorno 300 ÷ 178,2 = 1,68 años.
2. O1: (50 × 4 + 30 × 5 + 20 × 5) ÷ 100 = (200 + 150 + 100) ÷ 100 = 4,5. O2: (50 × 5 + 30 × 2 + 20 × 3) ÷ 100 = (250 + 60 + 60) ÷ 100 = 3,7.
3. Recomiendo la opción O1 porque tiene el total 4,5 y su retorno es de 0,48 años.

Ampliación (Anexo 9)

1. Respuesta abierta. Con la matriz modelo de la ficha 4 (pesos base 35, 25, 15, 10, 15): O1 4,3; O2 3,4; O3 3,3; O4 3,35. Escenario de mucha energía (55, 5, 10, 10, 20): O1 4,05; O2 3,95; O3 2,65; O4 3,5; gana O1 por poco. Escenario de accesibilidad e igualdad (15, 15, 10, 40, 20): O1 3,85; O2 3,35; O3 3,25; O4 4,1; gana O4. Escenario de coste (15, 45, 25, 5, 10): O1 4,65; O2 2,8; O3 4,0; O4 3,05; gana O1.
2. Conclusión modelo: O1 es robusta salvo que la accesibilidad pese mucho (alrededor de 40 %), donde gana O4, que da acceso a equipos al alumnado. El consejo debería decidir si prioriza la igualdad; si es así, conviene combinar O1 con O4 (60 + 150 = 210 euros).

Notas para el docente: temporalización, seguridad y diferenciación

- Temporalización: sesión 1 (mapa y reto), sesión 2 (datos y cálculos; conviene tener una hoja de cálculo o calculadora), sesión 3 (fuentes: se pueden consultar los extractos preparados), sesión 4 (matriz), sesión 5 (propuesta y plan de prueba), sesión 6 (comunicación visual) y sesión 7 (presentación de 3 minutos ante el consejo ficticio, con preguntas, y ficha individual de 15 minutos).
- Seguridad y privacidad: auditoría solo observacional y documental. No se toca ninguna instalación, regleta ni equipo; la ronda de cierre se hace con el docente y solo se cuentan equipos. Los datos son ficticios o no personales, y las obras, en su caso, las haría el personal de mantenimiento.
- Datos reales usados (verificados): residuos electrónicos de 2022, 62 millones de toneladas y 22,3 % documentado como reciclado correctamente (Global E-waste Monitor 2024, ONU); emisiones del sector eléctrico español de 2024, 27 millones de toneladas de CO2, demanda de 248 811 GWh y 56,8 % de renovables (Red Eléctrica de España, avance 2024); límite de 1-2 W por aparato en espera (Reglamento (CE) 1275/2008, según la OCU, 2016). Son ficticios el precio de 0,15 euros por kWh, el presupuesto de 500 euros, los consumos de 6 W y 3 W en espera y las rondas de cierre. El factor de 0,11 kg de CO2 por kWh es un cálculo aproximado.
- Diferenciación: el Anexo 8 da los datos y dos soluciones preseleccionadas; el Anexo 9 propone un análisis de sensibilidad. Roles rotatorios: coordinación, documentación, material y seguridad, pruebas y comunicación.

Errores frecuentes

- Confundir potencia (W) y energía (kWh): olvidar multiplicar por las horas o dividir entre 1000.
- No restar las horas de uso a las 8760 h del año al calcular el consumo en espera.
- Que los pesos de la matriz no sumen 100, o dar la puntuación 5 al coste más alto (el criterio de coste puntúa más cuanto más barato).
- Tomar como cierto un dato de una fuente sin autoría, fecha o evidencia (blog o folleto comercial).
- Presentar los datos ficticios como si fueran reales o no indicar la fuente y el año de los datos reales.
- Proponer acciones que impliquen tocar instalaciones o equipos del centro.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Aceptar puntuaciones de la matriz distintas de las del modelo si se justifican con datos y los totales están bien calculados.
- Valorar más la lógica de la decisión, la fiabilidad de las fuentes y el reconocimiento de límites que la cifra exacta.
- En el plan de prueba, aceptar indicadores distintos si se pueden observar sin tocar nada y tienen meta.
- En la ficha 7, aceptar A + C o B + C si se justifica con los cálculos y el presupuesto.

Créditos, fuentes y condiciones de uso

Edición revisada: octubre de 2026

Situaciones de aprendizaje · Tecnología y Digitalización · 2.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.