SITUACIONES DE APRENDIZAJE

Física y Química

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 Detectives en el laboratorio 6

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 13

SdA 02 ¿De qué está hecho todo? 36

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 42

SdA 03 Sólido, líquido o gas 66

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 72

SdA 04 Separar lo que parecía inseparable 96

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 102

SdA 05 ¿Cuánto hay disuelto? 126

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 132

SdA 06 La energía cambia de forma 156

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 162

SdA 07 ¿Calor o temperatura? 185

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 191

SdA 08 Todo se mueve 215

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 221

SdA 09 Fuerzas que cambian las cosas 245

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 251

SdA 10 Cuando la materia se transforma 276

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 283

Créditos, fuentes y condiciones de uso 307

PRESENTACIÓN

Un cuaderno para observar, medir, modelizar y explicar

Este cuaderno reúne **10 situaciones de aprendizaje** completas de Física y Química para 2.º ESO, con un total de **70 sesiones**. Cada situación parte de una pregunta sobre el mundo real y culmina en un producto científico que se diseña, se comprueba con datos y se comunica.

Sobre este volumen

El Real Decreto 217/2022 formula conjuntamente los criterios de evaluación y los saberes básicos de Física y Química para los cursos de primero a tercero. La distribución recogida en este volumen es, por tanto, una propuesta de secuenciación para 2.º ESO y debe adaptarse al currículo autonómico y a la programación del departamento.

Los saberes se organizan en cinco bloques: A. Las destrezas científicas básicas; B. La materia; C. La energía; D. La interacción; E. El cambio. El bloque A se trabaja de forma transversal.

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
Materiales, riesgos y gestión de residuos.

Evaluación
Instrumentos, evidencias y rúbrica.

Los diez anexos de cada situación

Cada situación incluye anexos listos para imprimir o proyectar: dossier con los datos, modelos, protocolos y ejemplos resueltos necesarios, fichas de trabajo con espacio para cálculos, plantillas, instrumentos de evaluación y una guía docente con soluciones completas. Los del alumnado llevan cabecera para nombre, grupo y fecha.

1. Ficha de lanzamiento del reto
2. Dossier de fuentes y materiales base
3. Fichas de actividades del alumnado
4. Plantilla del producto final
5. Lista de cotejo para el proceso y la entrega
6. Rúbrica imprimible
7. Autoevaluación y coevaluación
8. Material de apoyo y refuerzo
9. Actividad de ampliación
10. Guía docente de respuestas y orientaciones

Claves de lectura: competencias y bloques

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS DE FÍSICA Y QUÍMICA (REDACCIÓN OFICIAL, RD 217/2022)

CE1 Comprender y relacionar los motivos por los que ocurren los principales fenómenos fisicoquímicos del entorno, explicándolos en términos de las leyes y teorías científicas adecuadas, para resolver problemas con el fin de aplicarlas para mejorar la realidad cercana y la calidad de vida humana.

CE2 Expresar las observaciones realizadas por el alumnado en forma de preguntas, formulando hipótesis para explicarlas y demostrando dichas hipótesis a través de la experimentación científica, la indagación y la búsqueda de evidencias, para desarrollar los razonamientos propios del pensamiento científico y mejorar las destrezas en el uso de las metodologías científicas.

CE3 Manejar con soltura las reglas y normas básicas de la física y la química en lo referente al lenguaje de la IUPAC, al lenguaje matemático, al empleo de unidades de medida correctas, al uso seguro del laboratorio y a la interpretación y producción de datos e información en diferentes formatos y fuentes, para reconocer el carácter universal y transversal del lenguaje científico y la necesidad de una comunicación fiable en investigación y ciencia entre diferentes países y culturas.

CE4 Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados, tanto para el trabajo individual como en equipo, para fomentar la creatividad, el desarrollo personal y el aprendizaje individual y social, mediante la consulta de información, la creación de materiales y la comunicación efectiva en los diferentes entornos de aprendizaje.

CE5 Utilizar las estrategias propias del trabajo colaborativo, potenciando el crecimiento entre iguales como base emprendedora de una comunidad científica crítica, ética y eficiente, para comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad, las aplicaciones y repercusiones de los avances científicos, la preservación de la salud y la conservación sostenible del medio ambiente.

CE6 Comprender y valorar la ciencia como una construcción colectiva en continuo cambio y evolución, en la que no solo participan las personas dedicadas a ella, sino que también requiere de una interacción con el resto de la sociedad, para obtener resultados que repercutan en el avance tecnológico, económico, ambiental y social.

BLOQUES DE SABERES BÁSICOS

- **A** Las destrezas científicas básicas
- **B** La materia
- **C** La energía
- **D** La interacción
- **E** El cambio

El bloque A se trabaja de forma transversal en todas las situaciones.

SEGURIDAD EN LAS PRÁCTICAS

- Cada práctica final debe indicar material y cantidades, EPI, riesgos, procedimiento, variables, tabla de datos, limpieza, residuos y resultado/rango esperado.
- Las fichas de seguridad y normas del centro prevalecen sobre el cuaderno.
- Evitar llama abierta, alta tensión, recipientes presurizados y reactivos peligrosos.
- Visibilizar el carácter histórico, colectivo y revisable de la ciencia.

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 2.º y 3.º, la distribución es una propuesta dentro del tramo estatal 1.º-3.º. La secuenciación es orientativa y debe adaptarse al currículo autonómico.

Plan general del curso

10 situaciones
70 sesiones en total

5 bloques
destrezas · materia · energía · interacción · cambio

1 Detectives en el laboratorio
7 sesiones · Bloques A
🏆 Cuaderno de investigación y protocolo de laboratorio

2 ¿De qué está hecho todo?
7 sesiones · Bloques A · B
🏆 Informe de identificación de materiales

3 Sólido, líquido o gas
7 sesiones · Bloques A · B · C
🏆 Modelo visual de partículas y cambios de estado

4 Separar lo que parecía inseparable
7 sesiones · Bloques A · B
🏆 Guía práctica de separación de mezclas

5 ¿Cuánto hay disuelto?
7 sesiones · Bloques A · B
🏆 Recetario científico de disoluciones

6 La energía cambia de forma
7 sesiones · Bloques A · C
🏆 Auditoría energética de un proceso cotidiano

7 ¿Calor o temperatura?
7 sesiones · Bloques A · C
🏆 Informe experimental de aislamiento térmico

8 Todo se mueve
7 sesiones · Bloques A · D
🏆 Informe de movimiento con gráfica posición-tiempo

9 Fuerzas que cambian las cosas
7 sesiones · Bloques A · D
🏆 Dossier de fuerzas y deformaciones

10 Cuando la materia se transforma
7 sesiones · Bloques A · E
🏆 Dossier de cambios físicos y químicos

01

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Detectives en el laboratorio

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo hacemos una investigación que otra persona pueda repetir y comprobar?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE2, CE3, CE5	PRODUCTO FINAL Cuaderno de investigación y protocolo de laboratorio	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3, 5.1

Contexto, reto y producto

En el pasillo del instituto hay un viejo reloj de péndulo que lleva años parado. El conserje lo ha puesto en marcha, pero adelanta casi diez minutos al día, y nadie se pone de acuerdo sobre el motivo: unos dicen que la pesa es demasiado ligera, otros que el péndulo oscila «con demasiada fuerza» y otros que la varilla es corta. Cada opinión suena convincente, pero ninguna se ha comprobado.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de detectives científicos**. Aprende a transformar una duda en una **pregunta investigable**, a formular **hipótesis**, a distinguir **variables** independiente, dependiente y controladas, a medir con el instrumento adecuado y en unidades del **Sistema Internacional**, a organizar los datos en **tablas y gráficas** y a trabajar con **seguridad**. Con un péndulo de laboratorio (hilo, soporte y arandelas) descubre qué factor cambia de verdad el tiempo de oscilación y redacta un **protocolo** tan claro que cualquier otro grupo pueda repetir la experiencia y obtener resultados parecidos. Por el camino, compara este modo de trabajar con afirmaciones que no se pueden comprobar.

Reto

Averiguar, con un experimento seguro y repetible, de qué depende el tiempo que tarda un péndulo en oscilar y dejarlo documentado en un cuaderno de investigación con un protocolo de laboratorio que otro equipo pueda seguir y comprobar.

Producto final

Cuaderno de investigación y protocolo de laboratorio.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3 Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

CE5 Trabajar de forma colaborativa y comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad.

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

2.1 Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático, diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental.

2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.

3.3 Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.

5.1 Establecer interacciones constructivas y coeducativas, emprendiendo actividades de cooperación como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.

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

Código	Saber básico
A1	Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.

Código	Saber básico
A3	Diversos entornos y recursos de aprendizaje científico como el laboratorio o los entornos virtuales: materiales, sustancias y herramientas tecnológicas.
A4	Normas de uso de cada espacio, asegurando y protegiendo así la salud propia y comunitaria, la seguridad en las redes y el respeto hacia el medio ambiente.
A5	El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.
A6	Estrategias de interpretación y producción de información científica utilizando diferentes formatos y diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.

Concreción didáctica en esta situación

- Pregunta investigable e hipótesis: de la duda («¿por qué adelanta el reloj?») a la predicción comprobable.
- Variables independiente, dependiente y controladas; prueba justa (cambiar un solo factor).
- Instrumentos (regla, cinta métrica, cronómetro, balanza, transportador), resolución y unidades del SI.
- Tablas de datos con repeticiones, media aritmética, dato anómalo y gráfica periodo-longitud.
- Normas de seguridad, orden del puesto de trabajo y gestión de residuos; ciencia frente a pseudociencia.

Objetivos didácticos

- ✓ Transformar una duda cotidiana en una pregunta investigable y formular hipótesis comprobables del tipo «si…, entonces…».
- ✓ Identificar las variables independiente, dependiente y controladas de un experimento y cambiar una sola variable cada vez.
- ✓ Elegir el instrumento adecuado, conocer su resolución y expresar las medidas en unidades del SI con sus símbolos.
- ✓ Organizar los datos en tablas, calcular medias, representar una gráfica y detectar datos anómalos.
- ✓ Redactar un protocolo de laboratorio seguro y repetible, y distinguir las afirmaciones científicas de las que no admiten comprobación.

Metodología

Indagación
Predicción, contraste y conclusión.

Modelización
Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas
Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental
Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación
Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del reto del reloj, diagnóstico inicial y primeras predicciones sobre el péndulo

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico y tabla de predicciones justificadas. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Preguntas investigables, hipótesis y variables; ciencia frente a pseudociencia

Evidencia: Ficha 2: clasificación de preguntas y afirmaciones (F7) e hipótesis «si…, entonces…».

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Instrumentos, resolución y unidades del SI; diseño de una prueba justa para cada factor

Evidencia: Ficha 3: conversiones al SI y tabla de diseño con variables controladas. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Trabajo experimental con el péndulo siguiendo el protocolo y las normas de seguridad

Evidencia: Ficha 4: tabla de datos con tres repeticiones y lista de seguridad firmada. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: medias, periodo, gráfica, datos anómalos y contraste con las predicciones

Evidencia: Ficha 5: tabla de medias, gráfica periodo-longitud y conclusión provisional. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del cuaderno de investigación y del protocolo; revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: protocolo revisado por otro equipo con propuestas de mejora. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del producto y evidencia individual: diseño de una investigación nueva

Evidencia: Cuaderno final (Anexo 4) y Ficha 7: diseño individual de la investigación del bote de la pelota.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
2.1	Transformación de la duda del reloj en una pregunta investigable e hipótesis comprobables, y clasificación justificada de afirmaciones científicas, no científicas y pseudocientíficas (F7).	Fichas 1 y 2 / lista de cotejo
2.2	Diseño de una prueba justa para cada factor (longitud, masa, amplitud) con una sola variable independiente y las demás controladas, y conclusión que acepta o rechaza cada hipótesis.	Fichas 3 y 5 y cuaderno (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Tabla de datos con repeticiones, cálculo de medias y del periodo, gráfica periodo-longitud e identificación del dato anómalo de F5.	Fichas 4 y 5 / rúbrica
3.2	Uso correcto de magnitudes, unidades del SI y símbolos (m, s, kg, °), conversiones y resultados con unidad.	Ficha 3 y cuaderno / lista de cotejo
3.3	Montaje seguro del péndulo, cumplimiento de la lista de seguridad y protocolo con apartado de riesgos, orden y recogida.	Ficha 4 y protocolo / observación sistemática
5.1	Reparto y cumplimiento de roles (medidor, cronometrista, secretario y responsable de seguridad) y revisión constructiva del protocolo de otro equipo.	Ficha 6 y coevaluación (Anexo 7) / escala de observación

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica que el periodo depende de la longitud y no de la masa ni de la amplitud (si es pequeña), lo relaciona con el reloj y reconoce los límites de su experimento.	Concluye correctamente qué factor influye y cuáles no, con alguna imprecisión en la explicación.	Identifica el factor que influye, pero no justifica por qué descarta los otros.	Confunde los factores o la conclusión contradice los datos.
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, medias y periodos bien calculados, gráfica con ejes rotulados y escala adecuada, y dato anómalo detectado y tratado.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan repeticiones, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.
Investigación	Pregunta investigable, hipótesis «si…, entonces…», variables bien clasificadas y una sola variable cambiada en cada prueba; conclusión proporcionada a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables a la vez o la hipótesis no es comprobable.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Protocolo completo (material y cantidades, riesgos, pasos numerados, recogida) que otro equipo puede seguir sin preguntar; vocabulario científico preciso.	Protocolo seguible con algún paso o riesgo poco detallado.	Protocolo incompleto; hacen falta aclaraciones para repetirlo.	No hay protocolo o incumple normas de seguridad.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el protocolo de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: soporte con varilla y pinza, 1,2 m de hilo de algodón, 4 arandelas metálicas (unos 10 g cada una), regla de 30 cm y cinta métrica, transportador de ángulos y cronómetro (o móvil en modo cronómetro).
- Balanza de cocina o de laboratorio (resolución 1 g) compartida.
- Fichas del Anexo 3 y plantilla del cuaderno de investigación (Anexo 4); hoja de cálculo opcional para la gráfica.

Seguridad y residuos

Actividad de bajo riesgo: sin vidrio, calor ni productos químicos. Fijar bien el soporte al borde de la mesa para que no vuelque, no balancear el péndulo hacia la cara de nadie y mantener el pasillo libre de mochilas. Al terminar, recoger hilo y arandelas en su caja y dejar el puesto despejado; no se generan residuos.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Datos ya proporcionados, problemas de un paso, tablas parcialmente completadas y guías de procedimiento.

Ampliación

Anexo 9

Añadir una variable, comparar modelos, analizar un caso nuevo o justificar una limitación del modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

El reloj de péndulo del pasillo adelanta casi diez minutos al día. ¿La culpa es de la pesa, de la fuerza con que oscila o de la longitud de la varilla? Todo el mundo tiene una opinión, pero nadie tiene pruebas. Os toca actuar como detectives científicos: convertir la duda en una pregunta investigable, proponer hipótesis, diseñar pruebas justas con un péndulo de laboratorio, medir con cuidado y escribir un protocolo tan claro que otro equipo pueda repetir vuestro experimento y llegar a la misma conclusión. Al final sabréis qué hay que tocar para arreglar el reloj… y por qué.

> *¿Cómo hacemos una investigación que otra persona pueda repetir y comprobar?*

Vuestro reto

Averiguar, con un experimento seguro y repetible, de qué depende el tiempo que tarda un péndulo en oscilar y dejarlo documentado en un cuaderno de investigación con un protocolo de laboratorio que otro equipo pueda seguir y comprobar.

Lo que vais a producir

Cuaderno de investigación y protocolo de laboratorio.

Seguridad. Actividad de bajo riesgo: sin vidrio, calor ni productos químicos.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso del reloj, hacemos el diagnóstico y apostamos qué factor influye.
2. Aprendemos a formular preguntas investigables e hipótesis y a distinguir ciencia de pseudociencia.
3. Elegimos instrumentos y unidades del SI y diseñamos una prueba justa para cada factor.
4. Montamos el péndulo con seguridad y tomamos datos con tres repeticiones.
5. Calculamos medias y periodos, dibujamos la gráfica y buscamos datos raros.
6. Escribimos el cuaderno y el protocolo, y otro equipo los revisa.
7. Presentamos el cuaderno y diseñamos, cada uno, una investigación nueva.

Al terminar seré capaz de…

- Transformar una duda cotidiana en una pregunta investigable y formular hipótesis comprobables del tipo «si…, entonces…».
- Identificar las variables independiente, dependiente y controladas de un experimento y cambiar una sola variable cada vez.
- Elegir el instrumento adecuado, conocer su resolución y expresar las medidas en unidades del SI con sus símbolos.
- Organizar los datos en tablas, calcular medias, representar una gráfica y detectar datos anómalos.
- Redactar un protocolo de laboratorio seguro y repetible, y distinguir las afirmaciones científicas de las que no admiten comprobación.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

Todo lo necesario para investigar sin búsquedas improvisadas: el caso del reloj, un esquema del péndulo, una tabla de instrumentos y unidades, el protocolo de laboratorio, datos de un equipo de prueba con su gráfica, un modelo de hipótesis y variables, afirmaciones para distinguir ciencia y pseudociencia, y un glosario.

F1 El caso del reloj que adelanta

ESTUDIO DE CASO

El reloj del pasillo tiene un péndulo formado por una varilla y un disco metálico. Funciona así: cada vez que el péndulo completa una **oscilación** (ida y vuelta), un mecanismo hace avanzar las agujas un poco. Si el péndulo oscila más deprisa de lo debido, el reloj **adelanta**; si oscila más despacio, **atrasa**.

Estas son las opiniones recogidas en la sala de profesores:

- **Marta (Matemáticas):** «El disco pesa poco. Si le pegamos una moneda, irá más lento».
- **Jorge (Educación Física):** «Lo soltamos con demasiado impulso. Si oscila menos, irá más despacio».
- **Aitana (conserje):** «Al restaurarlo, cambiaron la varilla por una un poco más corta».
- **Luis (Música):** «Es la humedad del pasillo: los relojes antiguos tienen alma y notan el ambiente».

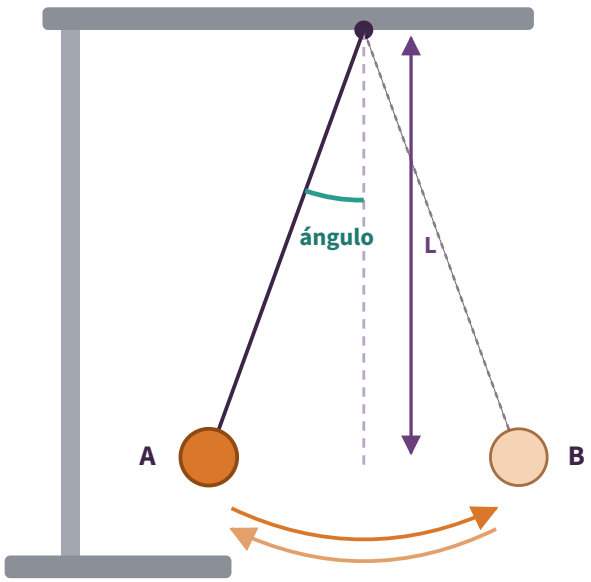
Ninguna de estas opiniones se ha comprobado. Vuestro trabajo es averiguar, con un péndulo de laboratorio, cuál de ellas se sostiene con pruebas.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de un fenómeno real: el ajuste de los relojes de péndulo.

¿Cuáles de estas opiniones se pueden comprobar con un experimento? ¿Hay alguna que no se pueda comprobar tal y como está formulada?

F2 Partes del péndulo y qué es una oscilación

ESQUEMA



Longitud (L)
desde el punto de suspensión hasta el centro de la masa. Se mide en metros (m).

Amplitud
ángulo con el que se suelta el péndulo, medido con el transportador (en grados, °).

Masa
arandelas colgadas del hilo (en kg o g).

Una oscilación = ida y vuelta
de A a B y de nuevo a A.

Periodo (T)
tiempo de UNA oscilación, en segundos (s).

Fuente: Esquema de elaboración propia.

Una oscilación no es solo «la ida»: es ida y vuelta. Fíjate bien al contarlas en la ficha 4.

F3 Instrumentos, magnitudes y unidades del SI

DATOS

Magnitud	Unidad del SI (símbolo)	Instrumento del laboratorio	Resolución típica	Equivalencias útiles
Longitud	metro (m)	Regla o cinta métrica	1 mm = 0,001 m	1 m = 100 cm = 1000 mm
Masa	kilogramo (kg)	Balanza	1 g = 0,001 kg (balanza de cocina)	1 kg = 1000 g
Tiempo	segundo (s)	Cronómetro	0,01 s (pantalla); el error real lo pone la reacción humana, 0,1-0,2 s	1 min = 60 s; 1 h = 3600 s
Temperatura	kelvin (K); en el aula, grado Celsius (°C)	Termómetro	0,1 °C (digital)	T (K) = t (°C) + 273,15
Volumen	metro cúbico (m^3); en el aula, litro (L) y mililitro (mL)	Probeta	1 mL (probeta de 100 mL)	1 L = 1000 mL = 1 dm^3
Ángulo	radián (rad); en el aula, grado (°)	Transportador	1°	Una vuelta completa = 360°

Resolución es el cambio más pequeño que un instrumento puede detectar. Toda medida se escribe con un **número** y una **unidad**: «0,60 m», nunca «0,60». Entre el número y el símbolo se deja un espacio, y los símbolos no llevan punto ni plural (5 kg, no «5 kgs.»).

Fuente: Elaboración propia a partir del folleto del Sistema Internacional de Unidades (BIPM, 9.ª edición, 2019) y del Centro Español de Metrología.

F4 Protocolo de laboratorio: ¿de qué depende el periodo de un péndulo?

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): soporte con varilla y pinza; 1,2 m de hilo de algodón; 4 arandelas de unos 10 g; cinta métrica; transportador; cronómetro.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgos: vuelco del soporte y golpes con la masa. Precauciones: fijar el soporte, trabajar de pie con espacio libre alrededor y soltar el péndulo hacia un lado donde no haya nadie.

Roles: medidor (longitud y ángulo), cronometrista, secretario (anota) y responsable de seguridad (revisa el montaje y la recogida). Los roles rotan en cada prueba.

Procedimiento:

1. Atad el hilo a la pinza y colgad 2 arandelas. Ajustad la longitud a **0,20 m** (del nudo de la pinza al centro de las arandelas).
2. Con el transportador, separad el péndulo **15°** de la vertical y soltadlo sin empujar.
3. Dejad pasar una oscilación y, al pasar por el punto A, poned en marcha el cronómetro. Contad **10 oscilaciones completas** y paradlo.
4. Repetid la medida **3 veces** y anotad los tres tiempos en la tabla.
5. Repetid los pasos 1-4 con longitudes de 0,40 m, 0,60 m, 0,80 m y 1,00 m.
6. Con L = 0,60 m, cambiad solo la masa (1, 2 y 4 arandelas). Después, con 2 arandelas, cambiad solo la amplitud (10° y 20°).

Limpieza y residuos: desmontad, enrollad el hilo, guardad las arandelas contadas en su caja y dejad el puesto despejado. No se generan residuos.

Resultado esperable: con L = 1,00 m, el periodo debe estar cerca de **2 s**; si os sale 1 s o 4 s, revisad cómo contáis las oscilaciones.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué medimos 10 oscilaciones en lugar de una sola? Piensa en el tiempo que tardas en pulsar el cronómetro.

F5 Datos de un equipo de prueba (10 oscilaciones, 2 arandelas, amplitud 15°)

DATOS

Longitud L (m)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	Tiempo medio de 10 oscilaciones (s)	Periodo T (s)
0,20	9,12	8,85	9,03	9,00	0,90
0,40	12,81	12,60	12,72	12,71	1,27
0,60	15,48	15,64	17,10	?	?
0,80	17,86	18,05	17,97	17,96	1,80
1,00	20,15	19,94	20,10	20,06	2,01

Otras pruebas con L = 0,60 m (tiempo de 10 oscilaciones): con 1 arandela, 15,52 s; con 2 arandelas, 15,60 s; con 4 arandelas, 15,47 s. Con amplitud de 10°, 15,50 s; con 20°, 15,58 s.

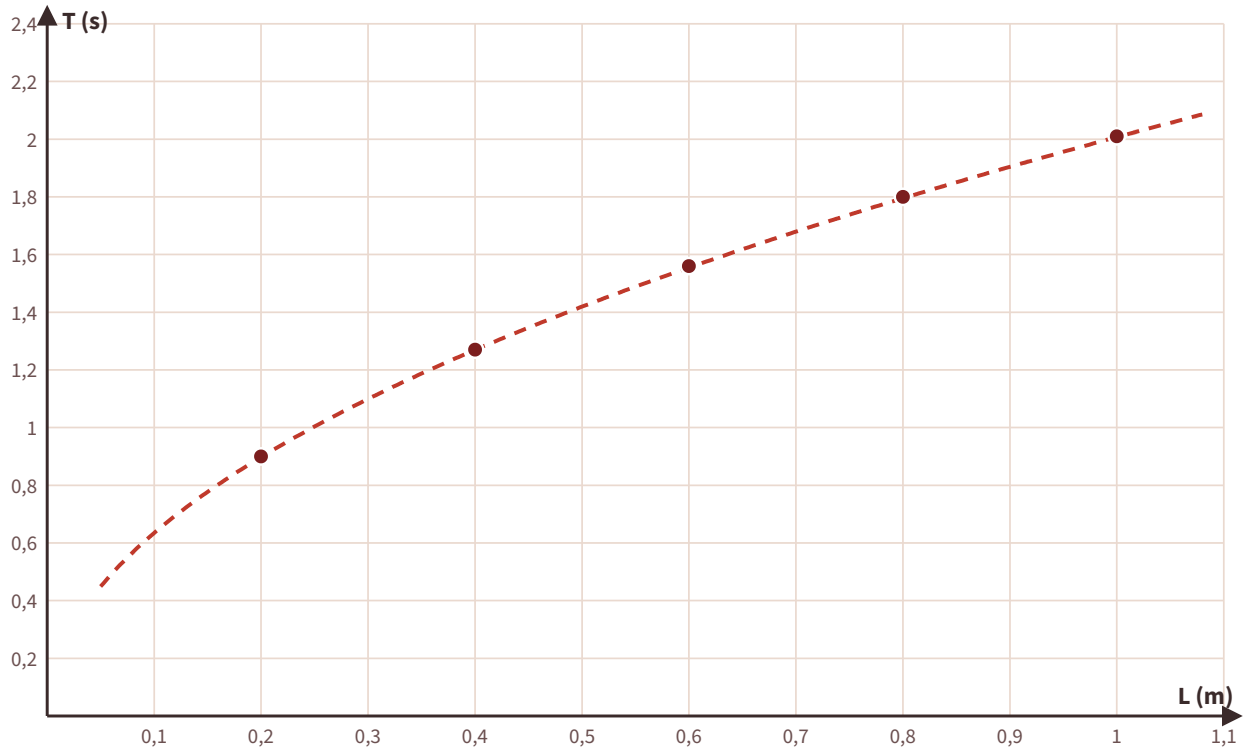
Cómo se calcula: tiempo medio $\bar{t} = \frac{t_1+t_2+t_3}{3}$ y periodo $T = \frac{\bar{t}}{10}$.

Fuente: Datos ilustrativos, obtenidos con un péndulo escolar y redondeados a centésimas de segundo.

En la fila de 0,60 m hay un dato que no encaja. ¿Cuál es y qué pudo pasar?

F6 Gráfica del periodo frente a la longitud (datos de F5)

GRÁFICO



Al **cuadruplicar** la longitud (de 0,20 m a 0,80 m) el periodo se **duplica** (de 0,90 s a 1,80 s). La relación no es una línea recta: el periodo crece cada vez más despacio.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con los datos de F5. Los puntos son medidas; la curva discontinua es la tendencia.

Para que el reloj del pasillo deje de adelantar, ¿hay que alargar o acortar el péndulo?

F7 ¿Se puede comprobar? Ciencia frente a pseudociencia

DATOS

Afirmación	Pista para analizarla
«Las plantas de clase crecen más si les ponemos música clásica.»	¿Se puede medir el crecimiento y comparar con plantas sin música?
«Esta pulsera equilibra tu energía vital y por eso te sientes mejor.»	¿Qué es exactamente la «energía vital»? ¿Con qué instrumento se mide?
«Un papel arrugado cae antes que uno liso.»	¿Podrías cronometrarlo varias veces?
«Los relojes antiguos tienen alma y notan el ambiente.»	¿Qué resultado del experimento demostraría que es falso?
«El agua tarda menos en congelarse en recipientes de metal que en los de plástico.»	¿Qué variables tendrías que controlar?

Una afirmación **científica** se puede poner a prueba: existe un experimento o una observación que podría demostrar que es falsa. Una afirmación que no se puede contrastar (por ejemplo, «los relojes tienen alma») es simplemente **no científica**. Es **pseudocientífica** cuando pretende presentarse como ciencia, con palabras que suenan a ciencia (energía, vibración, frecuencia), sin cumplir esos criterios, o cuando se blinda frente a las pruebas en contra.

Fuente: Afirmaciones redactadas para el aula. Los productos y anuncios son ficticios.

F8 Modelo resuelto: de la duda a la hipótesis

ESTUDIO DE CASO

Duda: «¿Por qué el café de la taza grande se enfría más despacio?»

Pregunta investigable: ¿Influye la cantidad de agua en el tiempo que tarda en enfriarse de 60 °C a 40 °C?

Hipótesis («si…, entonces…»): si aumentamos la cantidad de agua, entonces tardará más tiempo en enfriarse, porque hay más agua que tiene que perder calor.

Variable independiente (la que cambio): volumen de agua (100, 200 y 300 mL).

Variable dependiente (la que mido): tiempo de enfriamiento, en minutos.

Variables controladas (las que mantengo iguales): tipo de vaso, temperatura inicial, lugar de la mesa y termómetro.

Prueba justa: cambio **una sola** variable cada vez y repito cada medida tres veces.

Fuente: Ejemplo de elaboración propia.

F9 Vocabulario del detective científico

GLOSARIO

Pregunta investigable	Pregunta que se puede responder con datos obtenidos en un experimento u observación.
Hipótesis	Posible respuesta a la pregunta que se puede comprobar; se suele escribir como «si…, entonces…».
Variable independiente	Factor que el investigador cambia a propósito.
Variable dependiente	Lo que se mide para ver si cambia.
Variables controladas	Factores que se mantienen iguales para que la prueba sea justa.
Resolución	Cambio más pequeño que puede detectar un instrumento.
Media	Suma de los valores dividida entre el número de valores.
Dato anómalo	Medida que se aleja mucho de las demás por un error; se revisa y, si se justifica, se descarta.
Protocolo	Instrucciones detalladas y seguras para que cualquiera pueda repetir un experimento.
Periodo (T)	Tiempo que tarda un péndulo en hacer una oscilación completa.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

FICHA 1 El caso del reloj que adelanta

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa el esquema F2. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

La unidad de longitud del Sistema Internacional es…

☐ el centímetro ☐ el metro ☐ el kilómetro

Para medir cuánto tarda el péndulo en oscilar usarías…

☐ una balanza ☐ un cronómetro ☐ un termómetro

1,5 minutos equivalen a…

☐ 15 s ☐ 150 s ☐ 90 s

Una hipótesis es…

☐ una respuesta posible que se puede comprobar ☐ el resultado final del experimento

☐ una opinión que no hace falta comprobar

2 **Antes de experimentar, apuesta: ¿qué ocurrirá con el tiempo de una oscilación si cambias cada factor? Justifica tu predicción.**

Si cambio…	Mi predicción (aumenta, disminuye o no cambia)	Por qué lo creo
más masa (más arandelas)		
más amplitud (lo suelto más separado)		
más longitud del hilo		

3 **Según F1, ¿qué opinión de la sala de profesores no se puede comprobar tal y como está formulada? Explica por qué.**

FICHA 2 Preguntas, hipótesis y variables

Sesión 2

Usa el modelo resuelto F8, el glosario F9 y las afirmaciones de F7.

1 **Clasifica cada afirmación de F7 como comprobable (C) o no comprobable tal como está escrita (N) y justifica una de ellas.**

Afirmación de F7	C o N	Justificación breve
Música clásica y plantas		
Pulsera de energía vital		
Papel arrugado		
Relojes con alma		
Congelación en metal o plástico		

2 **Escribe una hipótesis «si…, entonces…» para cada opinión comprobable del caso del reloj (F1).**

3 **Relaciona cada término con su significado en la investigación del péndulo.**

1 Variable independiente ●	● a Tiempo de 10 oscilaciones
2 Variable dependiente ●	● b ¿Influye la longitud del hilo en el periodo?
3 Variable controlada ●	● c Longitud del hilo (0,20 m a 1,00 m)
4 Pregunta investigable ●	● d Número de arandelas y ángulo de salida

FICHA 3 Instrumentos, unidades y prueba justa

Sesión 3

Consulta la tabla F3 y el protocolo F4.

1 **Expresa estas medidas en la unidad del SI indicada.**

45 cm = _____ m

2,5 min = _____ s

350 g = _____ kg

1200 mm = _____ m

3/4 de hora = _____ s

2 Elige el instrumento y escribe su resolución y la unidad en la que darás el resultado.

Qué quiero medir	Instrumento	Resolución	Unidad del resultado
Longitud del hilo			
Masa de una arandela			
Tiempo de 10 oscilaciones			
Ángulo de salida			

3 Diseña una prueba justa para cada factor. Indica qué cambias y qué mantienes igual.

Pregunta	Variable independiente (valores)	Variable dependiente	Variables controladas
¿Influye la masa?			
¿Influye la amplitud?			
¿Influye la longitud?			

FICHA 4 En el laboratorio: tomamos datos

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F4 paso a paso. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 Lista de seguridad (marcad antes de soltar el péndulo).

- ☐ El soporte está sujeto y no se mueve
- ☐ No hay mochilas ni sillas en el espacio de trabajo
- ☐ El péndulo oscila hacia un lado donde no hay nadie
- ☐ Cada persona conoce su rol
- ☐ Sabemos dónde se guarda el material al terminar

2 Anota vuestros tiempos de 10 oscilaciones (2 arandelas y 15°).

L (m)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	Tiempo medio (s)	Periodo T (s)
0,20					
0,40					
0,60					
0,80					
1,00					

3 Pruebas de masa y amplitud con L = 0,60 m.

Prueba	Tiempo de 10 oscilaciones (s)	Periodo T (s)
1 arandela, 15°		
2 arandelas, 15°		
4 arandelas, 15°		
2 arandelas, 10°		
2 arandelas, 20°		

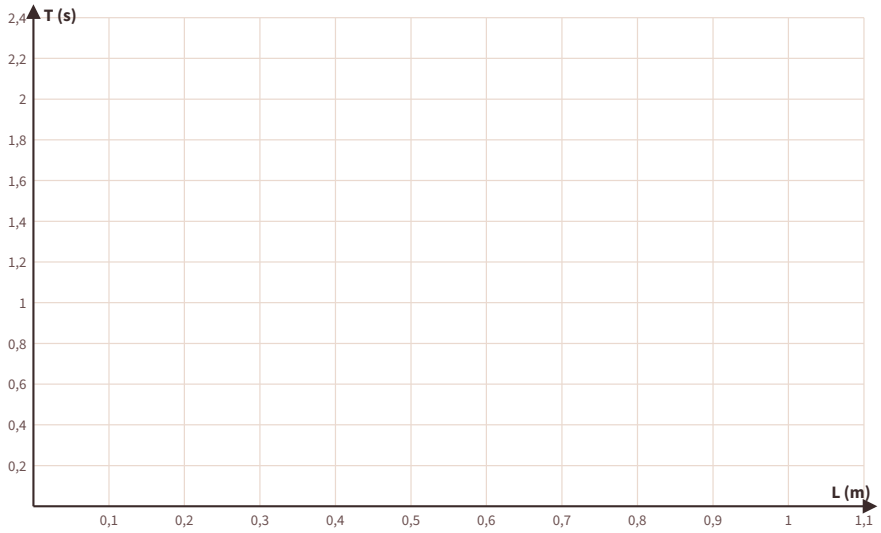
FICHA 5 Tratamos los datos y buscamos el error

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F5 y F6).

1 **En F5, la fila de 0,60 m tiene un dato anómalo. Identifícalo, explica qué pudo pasar y calcula el tiempo medio y el periodo sin él.**

2 **Representa tus periodos frente a la longitud. Rotula los ejes con magnitud y unidad.**



3 **Compara los resultados con tus predicciones de la ficha 1. ¿Qué hipótesis se aceptan y cuáles se rechazan?**

Factor	Mi predicción	Lo que dicen los datos	¿Hipótesis aceptada?
Masa			
Amplitud			
Longitud			

FICHA 6 Escribimos y revisamos el protocolo

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad el protocolo del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Indica el material y las cantidades
- ☐ Explica los riesgos y cómo evitarlos
- ☐ Los pasos están numerados y en orden
- ☐ Dice cuántas oscilaciones y repeticiones se miden
- ☐ Todas las medidas llevan unidad del SI
- ☐ Explica cómo se recoge el material
- ☐ Podríamos repetirlo sin hacer ninguna pregunta

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el protocolo del otro equipo.**

3 **¿Qué cambiaríais en vuestro propio protocolo tras leer el del otro equipo?**

FICHA 7 Evidencia individual: el bote de la pelota

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica todo lo aprendido a una investigación nueva.

1 **Quieres averiguar si la altura desde la que sueltas una pelota influye en la altura a la que rebota. Completa el diseño.**

Apartado	Mi diseño
Pregunta investigable	
Hipótesis (si…, entonces…)	
Variable independiente y sus valores	
Variable dependiente y unidad	
Variables controladas	
Instrumentos y resolución	
Una norma de seguridad	

2 **Dibuja la tabla de datos que usarías, con sus columnas, unidades y repeticiones.**

3 **Explica en tres líneas qué tendría que cambiar el conserje en el reloj del pasillo y por qué.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Cuaderno de investigación del equipo. Escribid con frases completas; todas las medidas con su unidad.

Pregunta investigable

¿Qué queremos averiguar?

Hipótesis

Si…, entonces…, porque…

Variables

Independiente, dependiente y controladas.

Material, cantidades y seguridad

Lista de material y riesgos con su precaución.

Procedimiento (protocolo)

Pasos numerados que otro equipo pueda repetir.

Tabla de datos

Con repeticiones, medias y unidades.

Gráfica periodo-longitud

Ejes con magnitud y unidad; puntos y tendencia.

Conclusión

¿Qué factor influye y cuáles no? ¿Qué hay que hacer con el reloj?

Límites y mejoras

Errores posibles y cómo los reduciríais.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Cuaderno de investigación y protocolo de laboratorio**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La pregunta investigable y la hipótesis «si…, entonces…» están escritas al principio.
- [ ] Se distinguen la variable independiente, la dependiente y las controladas.
- [ ] Cada prueba cambia una sola variable.
- [ ] El protocolo incluye material y cantidades, riesgos, pasos numerados y recogida.
- [ ] La tabla tiene tres repeticiones, medias y periodos, todos con unidades del SI.
- [ ] La gráfica tiene los ejes rotulados con magnitud y unidad, y una escala adecuada.
- [ ] Se ha señalado y explicado algún dato anómalo (o se indica que no lo hay).
- [ ] La conclusión responde a la pregunta, se basa en los datos y explica qué hacer con el reloj.
- [ ] Se indican límites del experimento (tiempo de reacción, recuento de oscilaciones…).

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Cuaderno de investigación y protocolo de laboratorio**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Explica que el periodo depende de la longitud y no de la masa ni de la amplitud (si es pequeña), lo relaciona con el reloj y reconoce los límites de su experimento.	Concluye correctamente qué factor influye y cuáles no, con alguna imprecisión en la explicación.	Identifica el factor que influye, pero no justifica por qué descarta los otros.	Confunde los factores o la conclusión contradice los datos.	
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, medias y periodos bien calculados, gráfica con ejes rotulados y escala adecuada, y dato anómalo detectado y tratado.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan repeticiones, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.	
Investigación	Pregunta investigable, hipótesis «si…, entonces…», variables bien clasificadas y una sola variable cambiada en cada prueba; conclusión proporcionada a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables a la vez o la hipótesis no es comprobable.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Protocolo completo (material y cantidades, riesgos, pasos numerados, recogida) que otro equipo puede seguir sin preguntar; vocabulario científico preciso.	Protocolo seguible con algún paso o riesgo poco detallado.	Protocolo incompleto; hacen falta aclaraciones para repetirlo.	No hay protocolo o incumple normas de seguridad.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el protocolo de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé formular una pregunta investigable y una hipótesis que se pueda comprobar.	◯	◯	◯	◯
Sé diseñar una prueba justa cambiando una sola variable y escribir un protocolo que otros pueden repetir.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: un ejemplo modelado y datos ya medidos.

Receta para una buena hipótesis

Si cambio [variable independiente], **entonces** [variable dependiente] [aumentará / disminuirá / no cambiará], **porque** [razón].

Ejemplo: *si alargo el hilo del péndulo, entonces tardará más en hacer una oscilación, porque recorre un camino más largo.*

Cómo calcular el periodo en dos pasos

1. **Media:** suma los tres tiempos y divide entre 3. Ejemplo: (12,81 + 12,60 + 12,72) : 3 = 12,71 s.
2. **Periodo:** divide la media entre 10 oscilaciones. 12,71 s : 10 = 1,27 s.

1 **Completa las hipótesis con la receta.**

Si añado más arandelas al péndulo, entonces el periodo _____, porque _____.

Si suelto el péndulo desde más lejos, entonces el periodo _____, porque _____.

2 **Calcula la media y el periodo con estos tiempos de 10 oscilaciones (L = 0,50 m): 14,10 s; 14,30 s; 14,20 s.**

3 **Señala la variable independiente (I), la dependiente (D) y una controlada (C) en esta pregunta: «¿Influye la longitud del hilo en el tiempo de oscilación?»**

Variable	I, D o C
Longitud del hilo	
Tiempo de oscilación	
Número de arandelas	

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Cuánto debe medir el péndulo de un reloj que marca los segundos?

En muchos relojes de pared, el péndulo tarda **1 segundo en ir de un lado al otro**, es decir, su periodo es de **2 s**. Con vuestra gráfica (o la de F6), vais a predecir qué longitud necesita y a comprobarlo.

Pasos

1. Lee en la gráfica F6 qué longitud corresponde a un periodo de 2,00 s.
2. Predice la longitud que necesitaría un péndulo de periodo 1,00 s. Fíjate en la relación de F6: al cuadruplicar la longitud, el periodo se duplica.
3. Construye ese péndulo y mide 10 oscilaciones tres veces para comprobar tu predicción.
4. Calcula cuántos segundos adelantaría al día un reloj cuyo periodo fuera 1,99 s en lugar de 2,00 s (un día tiene 86 400 s).

Entrega

Una página con la predicción, los datos de la comprobación, el cálculo del adelanto diario y una conclusión sobre qué hacer con el reloj del pasillo.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 1 · Detectives en el laboratorio

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el metro; un cronómetro; 90 s; una respuesta posible que se puede comprobar.
2. Predicciones: respuesta abierta. Lo habitual es pensar que la masa y la amplitud influyen; se aceptan todas si están justificadas. Los datos mostrarán que solo influye la longitud (para amplitudes pequeñas).
3. La opinión de Luis («los relojes tienen alma y notan el ambiente») no se puede comprobar así formulada: «alma» no se puede medir. La humedad sí podría estudiarse si se reformula («¿influye la humedad en el periodo?»).

Ficha 2

1. Música y plantas: C (se mide el crecimiento con y sin música). Pulsera: N («energía vital» no está definida ni se mide; es pseudocientífica porque se presenta como científica sin serlo). Papel arrugado: C. Relojes con alma: N (no científica, pero no pseudocientífica: no pretende presentarse como ciencia). Congelación: C (controlando volumen, temperatura inicial y congelador).
2. Hipótesis modelo: si añadimos masa al péndulo, entonces oscilará más despacio; si reducimos la amplitud, entonces oscilará más despacio; si la varilla es más corta, entonces oscilará más deprisa.
3. Relaciona: variable independiente → longitud del hilo (0,20 m a 1,00 m); variable dependiente → tiempo de 10 oscilaciones; variable controlada → número de arandelas y ángulo de salida; pregunta investigable → ¿influye la longitud del hilo en el periodo?

Ficha 3

1. 0,45 m; 150 s; 0,350 kg; 1,2 m; 2700 s.
2. Longitud: cinta métrica, 1 mm, m. Masa: balanza, 1 g, kg. Tiempo: cronómetro, 0,01 s (aunque la reacción humana añade 0,1-0,2 s), s. Ángulo: transportador, 1°, grados (°).
3. Masa: cambio 1, 2 y 4 arandelas; mido el tiempo de 10 oscilaciones; controlo longitud (0,60 m) y amplitud (15°). Amplitud: 10°, 15° y 20°; mismo tiempo medido; controlo longitud y masa. Longitud: 0,20 a 1,00 m; mismo tiempo; controlo masa (2 arandelas) y amplitud (15°).

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar; el docente puede pedir que el responsable de seguridad la firme.
2. Rango esperable del tiempo de 10 oscilaciones: 0,20 m → 8,8-9,2 s; 0,40 m → 12,5-12,9 s; 0,60 m → 15,3-15,8 s; 0,80 m → 17,7-18,2 s; 1,00 m → 19,8-20,3 s. Periodos: 0,90; 1,27; 1,56; 1,80 y 2,01 s.
3. Masa y amplitud: todos los tiempos entre 15,3 y 15,8 s; las diferencias son del orden del error de reacción, así que no hay efecto apreciable.

Ficha 5

1. El dato anómalo es 17,10 s: probablemente se contaron 11 oscilaciones (11 × 1,555 s ≈ 17,1 s). Sin él: media = (15,48 + 15,64) : 2 = 15,56 s; T = 1,56 s. Con el dato anómalo la media saldría 16,07 s, un valor engañoso.
2. Gráfica: curva creciente que pasa por (0,20; 0,90), (0,40; 1,27), (0,60; 1,56), (0,80; 1,80) y (1,00; 2,01); no es una recta y no hay que unir los puntos con segmentos, sino trazar una tendencia suave.
3. Masa: no influye (hipótesis rechazada). Amplitud: no influye de forma apreciable entre 10° y 20° (rechazada). Longitud: al aumentar la longitud aumenta el periodo (aceptada).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar desde dónde se mide la longitud», «decir cuándo se pone en marcha el cronómetro»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Mejoras propias habituales: precisar el punto de inicio del cronómetro, aumentar a 20 oscilaciones, añadir la recogida del material.

Ficha 7

1. Diseño modelo: ¿influye la altura de caída en la altura del bote? Hipótesis: si suelto la pelota desde más alto, entonces rebotará más alto. VI: altura de caída (0,50; 1,00; 1,50 m). VD: altura del primer bote, en m. Controladas: misma pelota, mismo suelo, soltar sin empujar. Instrumentos: cinta métrica (1 mm) y grabación con el móvil a cámara lenta para leer la altura. Seguridad: no subirse a sillas; usar una cinta pegada a la pared.
2. Tabla: columnas «Altura de caída (m)», «Bote 1 (m)», «Bote 2 (m)», «Bote 3 (m)», «Media (m)».
3. Reloj: hay que alargar el péndulo (bajar el disco), porque un péndulo más largo tiene un periodo mayor; así oscilará más despacio y dejará de adelantar. Cambiar la masa o el impulso no sirve.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Masa: el periodo no cambiará, porque en los datos de F5 los tiempos son iguales con 1, 2 o 4 arandelas. Amplitud: no cambiará (para ángulos pequeños), por la misma razón.
2. Media = (14,10 + 14,30 + 14,20) : 3 = 14,20 s; T = 1,42 s.
3. Longitud del hilo: l; tiempo de oscilación: D; número de arandelas: C.

Ampliación (Anexo 9)

1. Periodo de 2,00 s → L ≈ 1,00 m (más exactamente, unos 0,99 m). Periodo de 1,00 s → la cuarta parte, unos 0,25 m.
2. Adelanto: el reloj cuenta 86 400 s : 1,99 s ≈ 43 417 oscilaciones al día en lugar de 43 200; cada oscilación hace avanzar 2 s, así que marca unos 86 834 s: adelanta unos 434 s, es decir, algo más de 7 minutos al día.

⚠ Errores frecuentes

- Contar como una oscilación solo la ida (el periodo sale la mitad).
- Cambiar dos variables a la vez (por ejemplo, la longitud y la masa) y no saber cuál produce el efecto.
- Escribir las medidas sin unidad o mezclar cm y m en la misma columna.
- Unir los puntos de la gráfica con segmentos rectos o empezar el eje en un valor distinto de 0 sin indicarlo.
- Incluir el dato anómalo en la media sin revisarlo, o descartarlo sin justificarlo.
- Confundir hipótesis («creo que…, porque…») con conclusión (lo que dicen los datos).

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de los datos propios, aunque no coincida con la predicción inicial.
- En los diseños se valora que haya una sola variable independiente, variables controladas explícitas y repeticiones.
- En los protocolos, la prueba es que otra persona pueda seguirlos sin preguntar.
- Seguridad: el material de la práctica es de bajo riesgo; vigilar el montaje del soporte y el espacio libre alrededor del péndulo.

02

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

¿De qué está hecho todo?

PREGUNTA GUÍA

¿Qué propiedades permiten describir y clasificar un sistema material?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Informe de identificación de materiales	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3

Contexto, reto y producto

El punto limpio del barrio ha recibido una caja de piezas sin etiquetar procedentes de un taller que ha cerrado: cilindros, un taco de madera, una piedra y tres botellas con líquidos transparentes. La empresa de reciclaje paga distinto el aluminio, el cobre o el acero, y cada material va a un contenedor diferente, pero el técnico no puede fundir ni disolver las piezas. Solo puede **mirar, pesar y medir**. Alguien propone fiarse del color; otra persona, de lo que pesa. ¿Basta con una sola propiedad? Dos piezas pueden parecer iguales y ser de materiales distintos, y dos materiales distintos pueden pesar lo mismo si cambia su tamaño.

Esta situación convierte al alumnado en el **equipo de identificación de materiales** del punto limpio. Aprende a distinguir las propiedades **generales** (masa, volumen), que dependen de la cantidad, de las **específicas** (densidad, color, atracción por el imán…), que caracterizan a cada material. Mide **masa** con la balanza y **volumen** con la regla o por desplazamiento de agua en la probeta, calcula la **densidad** $d = \frac{m}{V}$, la compara con una tabla de referencia, estima el error de sus medidas y **clasifica** cada sistema como sustancia pura o mezcla homogénea o heterogénea. El resultado es un **informe de identificación** que dice qué material es cada pieza y con cuánta seguridad.

Reto

Identificar, con medidas seguras de masa y volumen y otras propiedades sencillas, de qué material es cada pieza de la caja del punto limpio y presentar un informe con los datos, la densidad, la clasificación y el grado de certeza.

Producto final

Informe de identificación de materiales.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

1.2 Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.

2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.

3.3 Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.

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

Código	Saber básico
B2	Experimentos relacionados con los sistemas materiales: conocimiento y descripción de sus propiedades, su composición y su clasificación.
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.

Código	Saber básico
A5	El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.

Concreción didáctica en esta situación

- Propiedades generales (masa, volumen) y específicas (densidad, color y brillo, magnetismo, punto de fusión, solubilidad): cuáles sirven para identificar un material.
- Masa y volumen: balanza, regla, probeta y volumen por desplazamiento; unidades (g, kg, cm^3, mL, L) y equivalencia 1 mL = 1 cm^3.
- Densidad como aplicación: $d = m/V$, cálculo de m y V, g/cm^3 y kg/m^3, flotación en agua y gráfica masa-volumen (la pendiente es la densidad).
- Clasificación de sistemas materiales: sustancias puras, mezclas homogéneas (disoluciones, aleaciones) y heterogéneas, con modelos de partículas.
- Medida y error: resolución del instrumento, repeticiones, dato anómalo y límites de una identificación basada en una sola propiedad.

Objetivos didácticos

- Distinguir propiedades generales y específicas y explicar por qué la masa o el volumen solos no identifican un material.
- Medir masa y volumen (con regla o por desplazamiento de agua), con unidades correctas y lectura del menisco.
- Calcular la densidad $d = m/V$, despejar m o V, convertir g/cm^3 y kg/m^3 y predecir si algo flota.
- Comparar la densidad con una tabla, detectar un dato anómalo y valorar el error antes de concluir.
- Clasificar sistemas materiales con partículas y redactar un informe con una conclusión proporcionada a los datos.

Metodología

Indagación
Predicción, contraste y conclusión.

Modelización
Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas
Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental
Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación
Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del caso del punto limpio, diagnóstico inicial y primeras predicciones sobre las piezas

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, predicción de hundirse o flotar y propiedades útiles para identificar.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Propiedades generales y específicas; sustancias puras y mezclas con modelos de partículas

Evidencia: Ficha 2: clasificación de propiedades y modelo de partículas de una disolución y de una mezcla heterogénea.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Masa, volumen y densidad: medir, convertir unidades y resolver problemas de d, m y V

Evidencia: Ficha 3: conversiones, problemas de densidad y clasificación de sistemas materiales.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Trabajo experimental: masa y volumen de las piezas y de tres líquidos siguiendo el protocolo

Evidencia: Ficha 4: tabla de datos de las piezas y de los líquidos y lista de seguridad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Cálculo de densidades, gráfica masa-volumen, comparación con la tabla de referencia y dato anómalo

Evidencia: Ficha 5: densidades, material propuesto para cada pieza, gráfica y análisis del error.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del informe de identificación y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada del informe con propuestas de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del informe y evidencia individual: ¿es de oro este anillo?

Evidencia: Informe final (Anexo 4) y Ficha 7: identificación individual de un anillo a partir de sus datos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación argumentada, con propiedades generales y específicas y con modelos de partículas, de por qué una sola propiedad no basta y de por qué un sistema es sustancia pura o mezcla homogénea o heterogénea.	Fichas 1, 2 y 3 / lista de cotejo
1.2	Resolución razonada de problemas de densidad (cálculo de d, m y V, conversión g/cm³ a kg/m³ y flotación) con planteamiento, unidades y comprobación.	Fichas 3 y 5 y evidencia individual (F7) / rúbrica
2.2	Estrategia para identificar cada pieza con varias pruebas (densidad, imán, color, flotación), repeticiones para controlar el error y conclusión con grado de certeza.	Fichas 4, 5 y 7 e informe (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Uso de la tabla de datos de F7, de la gráfica masa-volumen de F8 y de la tabla de referencia de F5 para identificar el material y detectar el dato anómalo de 25 mL.	Fichas 4 y 5 / rúbrica
3.2	Uso correcto de unidades (g, kg, mL, cm³, g/cm³, kg/m³) y de la fórmula $d = m/V$, con conversiones y resultados con unidad y cifras adecuadas a la resolución del instrumento.	Fichas 3 y 5 e informe / lista de cotejo
3.3	Cumplimiento de la lista de seguridad con el material de vidrio y el aceite, secado de derrames y gestión de residuos (aceite al bote de recogida).	Ficha 4 y protocolo / observación sistemática

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica que la densidad identifica un material y la masa o el volumen solos no, usa el modelo de partículas para clasificar los sistemas y reconoce que materiales distintos pueden coincidir en una propiedad.	Identifica cada material con la densidad y clasifica bien los sistemas, con alguna imprecisión al justificar.	Calcula la densidad pero concluye sin comparar con otras propiedades o clasifica mal algún sistema.	Confunde masa, volumen y densidad, o afirma que lo más pesado es lo más denso.
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, volúmenes por desplazamiento bien calculados, densidades correctas con cifras adecuadas, gráfica masa-volumen con ejes rotulados y dato anómalo tratado.	Cálculos y tablas correctos con fallos menores de unidades, cifras o escala.	Faltan unidades, el volumen está mal calculado o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculo de densidad ni gráfica.
Investigación	Combina varias pruebas, repite medidas, estima el error y formula una conclusión con grado de certeza coherente con los datos.	Diseño adecuado con una repetición o una prueba complementaria.	Una sola medida sin repetir y sin contrastar con otra propiedad.	No distingue dato, cálculo y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Aplica las normas con autonomía (gafas, probeta inclinada, derrames, aceite al bote) y usa con precisión términos como densidad, sustancia pura o mezcla homogénea.	Cumple las normas con fallos menores y usa bien el vocabulario.	Necesita recordatorios sobre seguridad o confunde términos.	Incumple normas o el informe es ininteligible.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: balanza digital (resolución 0,1 g, o 1 g si el centro no dispone de otra), probeta de 100 mL, regla de 30 cm, hilo fino de 30 cm, 200 mL de agua, un imán pequeño, paños de cocina y una bandeja.
- Cinco piezas numeradas P1-P5: cilindros de aluminio, cobre y acero (kit escolar), un taco de pino de 4,0 cm × 4,0 cm × 5,0 cm y una piedra de granito o caliza; tres vasos de plástico, 60 mL de aceite de oliva, una cucharilla y 10 g de sal fina.
- Fichas del Anexo 3, dossier (Anexo 2) y plantilla del informe (Anexo 4); calculadora y hoja de cálculo opcional.

Seguridad y residuos

Bajo riesgo, con sustancias de cocina. Gafas si la probeta es de vidrio, probeta inclinada al introducir las piezas, no probar nada y secar los derrames (el aceite resbala). El aceite va al bote de recogida, no al desagüe.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Datos ya proporcionados, problemas de un paso, tablas parcialmente completadas y guías de procedimiento.

Ampliación

Anexo 9

Añadir una variable, comparar modelos, analizar un caso nuevo o justificar una limitación del modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

En el punto limpio del barrio ha llegado una caja de piezas sin etiqueta: cilindros metálicos, un taco de madera, una piedra y tres botellas de líquidos transparentes. La empresa de reciclaje paga distinto cada material, pero no podéis fundirlas ni disolverlas: solo podéis mirarlas, pesarlas y medirlas. ¿Basta con fijarse en el color? ¿Y en lo que pesan? Os toca convertiros en el equipo de identificación de materiales: medir masa y volumen, calcular la densidad, buscar pistas en otras propiedades y entregar un informe que diga qué es cada pieza y con cuánta seguridad lo afirmáis.

¿Qué propiedades permiten describir y clasificar un sistema material?

Vuestro reto

Identificar, con medidas seguras de masa y volumen y otras propiedades sencillas, de qué material es cada pieza de la caja del punto limpio y presentar un informe con los datos, la densidad, la clasificación y el grado de certeza.

Lo que vais a producir

Informe de identificación de materiales.

Seguridad. Bajo riesgo, con sustancias de cocina.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso, hacemos el diagnóstico y apostamos si cada objeto se hunde o flota.
2. Distinguimos propiedades generales y específicas y clasificamos sistemas materiales con partículas.
3. Medimos, convertimos unidades y calculamos densidades, masas y volúmenes.
4. Medimos masa y volumen de las piezas y de tres líquidos con seguridad.
5. Calculamos densidades, dibujamos la gráfica masa-volumen y buscamos el dato anómalo.
6. Escribimos el informe de identificación y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el informe e identificamos individualmente un anillo.

Al terminar seré capaz de...

- Distinguir propiedades generales y específicas y explicar por qué la masa o el volumen solos no identifican un material.
- Medir masa y volumen (con regla o por desplazamiento de agua), con unidades correctas y lectura del menisco.
- Calcular la densidad $d = m/V$, despejar m o V, convertir g/cm³ y kg/m³ y predecir si algo flota.
- Comparar la densidad con una tabla, detectar un dato anómalo y valorar el error antes de concluir.
- Clasificar sistemas materiales con partículas y redactar un informe con una conclusión proporcionada a los datos.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

Todo lo necesario para identificar materiales: el caso del punto limpio, la clasificación de sistemas materiales con partículas, las propiedades generales y específicas, cómo medir masa y volumen, una tabla de densidades de referencia, el protocolo, datos de un equipo de prueba con su gráfica, un ejemplo resuelto y un glosario.

F1 El punto limpio y la caja sin etiquetas

ESTUDIO DE CASO

Un taller de la zona ha cerrado y ha dejado en el punto limpio una caja con piezas sin etiquetar. La empresa de reciclaje compra los metales según su tipo, porque el aluminio, el cobre y el acero se funden a temperaturas distintas y se reciclan por separado. El técnico no puede fundir ni disolver las piezas: solo puede **observar, pesar y medir**.

- **P1:** cilindro gris claro, brillante y ligero.
- **P2:** cilindro de color rojizo-anaranjado, brillante.
- **P3:** cilindro gris oscuro, muy pesado para su tamaño.
- **P4:** taco de madera de 4,0 cm × 4,0 cm × 5,0 cm.
- **P5:** piedra gris de forma irregular, con puntitos brillantes.

En la caja hay también tres botellas sin etiqueta con líquidos transparentes de la cocina del taller: **agua del grifo, agua con sal y aceite de oliva**.

Durante la clasificación surgen tres opiniones:

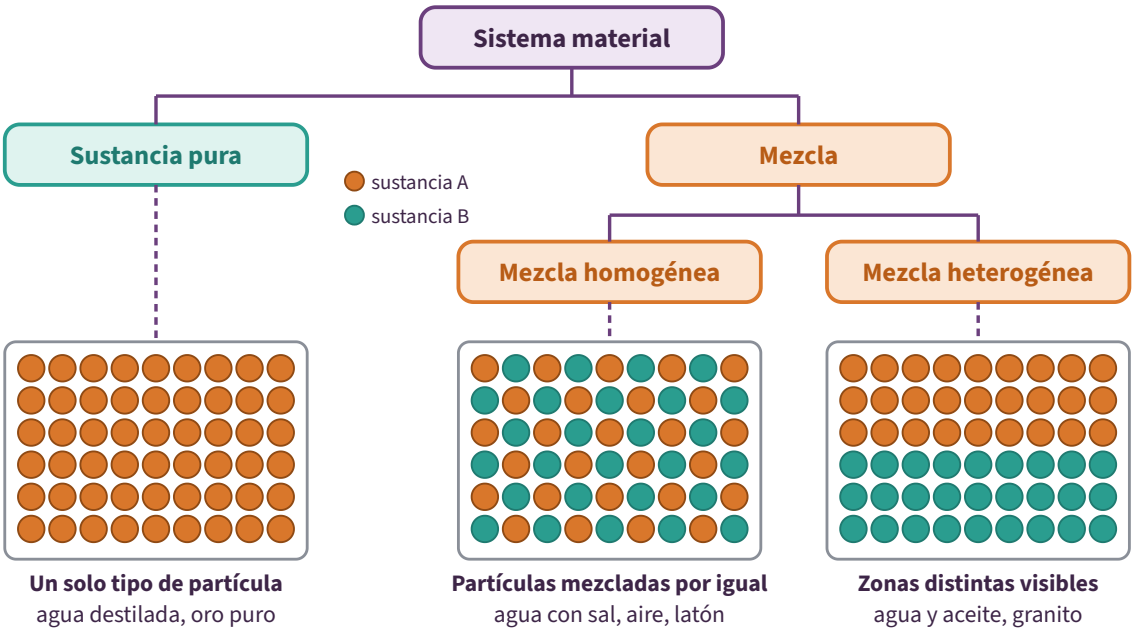
- **Nuria:** «La que más pesa es el metal más valioso».
- **Hugo:** «Si dos piezas se ven igual de brillantes, son del mismo metal».
- **Samira:** «Para saber de qué es, hay que saber cuánto pesa y cuánto espacio ocupa».

Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de una situación real: la separación de materiales en plantas de reciclaje.

¿Qué opinión te parece más sólida? ¿Qué le falta o le sobra a cada una? Piensa en un trozo de corcho y un trozo de plomo.

F2 Clasificación de los sistemas materiales

ESQUEMA



Fuente: Esquema de elaboración propia. Los círculos representan partículas; los dos colores, dos sustancias distintas.

Un sistema material es la parte del universo que estudiamos. En una mezcla homogénea no se distinguen las sustancias ni con lupa; en una heterogénea sí se ven zonas distintas.

F3 Propiedades generales y específicas

DATOS

Tipo	Propiedad	Qué describe	Cómo se mide o se observa	¿Identifica el material?
General	Masa	Cantidad de materia	Balanza (kg, g)	No: depende de la cantidad
General	Volumen	Espacio que ocupa	Regla o probeta (m^3, L, mL, cm^3)	No: depende de la cantidad
Específica	Densidad	Masa por unidad de volumen	$d = m/V$ (g/cm^3, kg/m^3)	Sí, casi siempre
Específica	Color y brillo	Aspecto de la superficie	Observación	Ayuda, pero no basta
Específica	Atracción por un imán	El hierro y el acero se atraen	Imán	Sí, para hierro y acero
Específica	Punto de fusión	Paso de sólido a líquido	Termómetro (°C)	Sí (no se mide en el aula)
Específica	Solubilidad en agua	Cuánta sustancia se disuelve	Balanza y probeta (g/L)	Sí

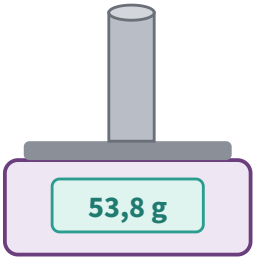
Las propiedades **generales** son comunes a toda la materia y dependen de la cantidad. Las **específicas** no dependen de la cantidad: un clavo y una viga de acero tienen la misma densidad, aunque tengan masas muy distintas.

Fuente: Elaboración propia a partir del currículo de 2.º ESO y de las unidades del Sistema Internacional (BIPM, 2019).

F4 Cómo medir la masa y el volumen de una pieza irregular

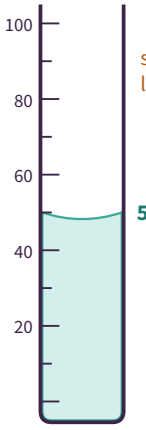
ESQUEMA

1. Masa

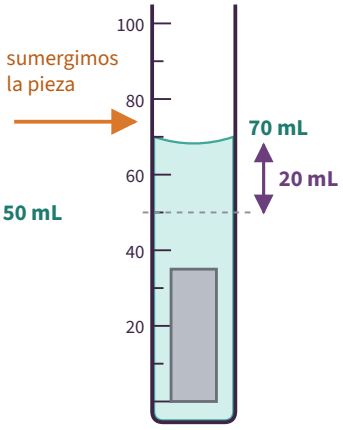


balanza (resolución 0,1 g)

2. V inicial



3. V final



Lee con los ojos a la altura del menisco, en su parte baja.

4. Densidad

Volumen de la pieza

V = V final − V inicial

V = 70 mL − 50 mL = 20 mL

1 mL = 1 cm^3 → V = 20 cm^3

Densidad

d = m / V

d = 53,8 g / 20 cm^3

d = 2,69 g/cm^3

Fuente: Esquema de elaboración propia con los datos de la pieza P1 de F7.

El volumen de la pieza es el volumen de agua que desplaza. Si la pieza flota (como P4), no sirve este método: se mide con la regla.

F5 Densidades de referencia (a unos 20 °C)

DATOS

Material	Densidad (g/cm³)	Densidad (kg/m³)	Color y brillo	¿Atrae el imán?	En agua
Corcho	0,24	240	Marrón claro, mate	No	Flota
Madera de pino	0,4-0,6	400-600	Amarillenta, mate	No	Flota
Aceite de oliva	0,91	910	Amarillo verdoso, líquido	No	Flota sobre el agua
Agua del grifo	1,00	1000	Incolora, líquida	No	-
Agua con sal (5 g en 100 mL)	1,03	1030	Incolora, líquida	No	Se mezcla con el agua
PVC (plástico de tuberías)	1,4	1400	Blanco o gris, mate	No	Se hunde
Aluminio	2,70	2700	Gris plateado, brillante	No	Se hunde
Granito	2,6-2,8	2600-2800	Gris con puntitos, mate	No	Se hunde
Acero (hierro)	7,85	7850	Gris oscuro	Sí	Se hunde
Latón	8,4-8,7	8400-8700	Amarillo dorado, brillante	No	Se hunde
Cobre	8,96	8960	Rojizo anaranjado, brillante	No	Se hunde
Plata	10,5	10500	Blanco brillante	No	Se hunde
Oro	19,3	19300	Amarillo dorado, brillante	No	Se hunde

Se hunde en agua lo que tiene **mayor densidad** que el agua (1,00 g/cm³) y flota lo que tiene **menor**. Para pasar de g/cm³ a kg/m³ se multiplica por 1000.

Fuente: Valores de referencia redondeados de tablas habituales de física y química (por ejemplo, CRC Handbook of Chemistry and Physics). Los materiales como la madera, el granito o el latón varían según la muestra, por eso se da un intervalo.

Fíjate en que el aluminio y el granito tienen densidades casi iguales. ¿Qué otra propiedad los distingue?

F6 Protocolo de laboratorio: densidad de sólidos y de líquidos

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): balanza digital (0,1 g); probeta de 100 mL; regla de 30 cm; hilo fino de 30 cm; 200 mL de agua; piezas P1-P5; 3 vasos de plástico; 60 mL de aceite de oliva; 10 g de sal fina y cucharilla; imán; paños y bandeja.

Equipo de protección y riesgos: gafas si la probeta es de vidrio. Riesgos: rotura de la probeta si cae una pieza, derrames de agua o de aceite (resbalones) y piezas pesadas sobre los pies. Precauciones: trabajar con la probeta apoyada en la bandeja, inclinarla al introducir la pieza, no probar ni oler nada y secar los derrames al momento.

Variables: se mide la masa (g) y el volumen (cm^3) para calcular la densidad. Se controlan: la balanza a cero antes de cada pesada, la misma probeta, la lectura en el menisco y la temperatura del agua (la del aula).

Roles: responsable de balanza, responsable de probeta, secretario (anota) y responsable de seguridad. Rotan en cada pieza.

Procedimiento:

1. Observad cada pieza: anotad color y brillo y acercad el imán (sí o no).
2. Poned la balanza a cero y pesad cada pieza. Anotad la masa en gramos.
3. P4 (taco de madera): medid con la regla las tres aristas y calculad el volumen en cm^3 (largo × ancho × alto).
4. Para P1, P2, P3 y P5: echad 50 mL de agua en la probeta y leed el volumen inicial en la parte baja del menisco.
5. Atad la pieza con el hilo, inclinad la probeta y dejadla deslizarse hasta el fondo. Golpead suavemente la probeta para soltar burbujas y leed el volumen final.
6. Calculad el volumen de la pieza: $V = V_{final} - V_{inicial}$. Repetid la medida dos veces; si difieren más de 1 mL, repetidla una tercera vez.
7. Líquidos: pesad un vaso vacío. Medid 50 mL de agua del grifo con la probeta, echadlos al vaso y pesad. Repetid con el aceite y con el agua con sal (5 g de sal disueltos en 100 mL de agua).
8. Calculad la densidad de cada pieza y de cada líquido: $d = \frac{m}{V}$.

Limpieza y residuos: secad y devolved las piezas; verted el aceite en el bote de recogida (no por el desagüe); el agua con sal puede ir al desagüe con abundante agua. Secad la mesa y lavaos las manos.

Resultado esperable: P1 entre 2,6 y 2,8 g/cm^3; P2 entre 8,7 y 9,1 g/cm^3; P3 entre 7,6 y 8,0 g/cm^3; P4 entre 0,4 y 0,6 g/cm^3; P5 entre 2,5 y 2,9 g/cm^3. Agua 0,98-1,02 g/mL; aceite 0,89-0,93 g/mL; agua con sal 1,01-1,06 g/mL.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué hay que leer el menisco por su parte baja y por qué se golpea la probeta antes de leer? Pista: piensa en el volumen de una burbuja pegada a la pieza.

F7 Datos de un equipo de prueba

DATOS

Pieza	Masa m (g)	V inicial (mL)	V final (mL)	V de la pieza (cm^3)	Densidad d (g/cm^3)
P1	53,8	50	70	20	2,69
P2	89,2	50	60	10	8,92
P3	117,4	50	65	?	?
P4 (4,0 × 4,0 × 5,0 cm)	41,6	-	-	80	0,52
P5	68,0	50	75	25	2,72

Líquidos (50 mL de cada uno; el vaso vacío pesa 35,2 g): con agua del grifo, 85,0 g; con aceite de oliva, 80,9 g; con agua con sal (5 g en 100 mL), 86,6 g.

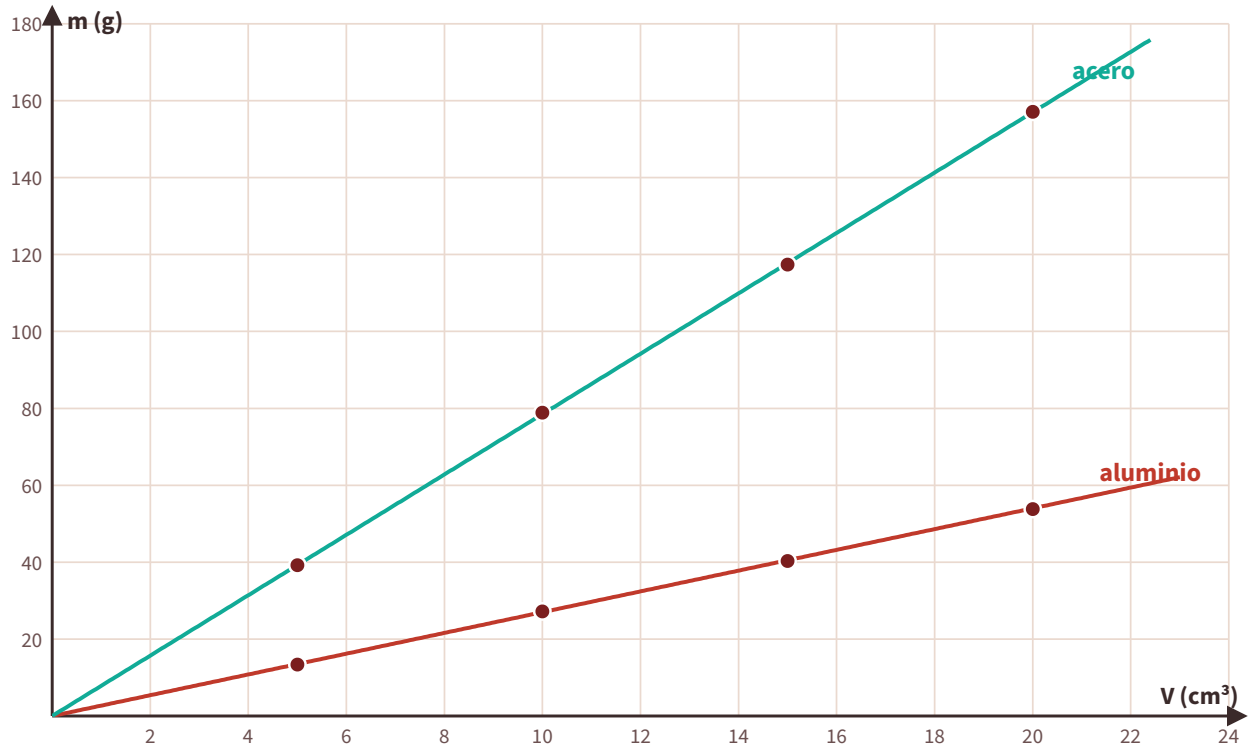
Repeticiones de P1 por tres equipos (volumen de la pieza): 20 mL, 20 mL y 25 mL.

Fuente: Datos ilustrativos, obtenidos con material escolar (balanza de 0,1 g y probeta de 100 mL con resolución de 1 mL).

Falta completar la fila de P3. Además, hay una lectura de P1 que no encaja con las otras dos. ¿Cuál es y qué pudo ocurrir?

F8 Masa frente a volumen en piezas de un mismo material

GRÁFICO



Cada material forma una **recta que pasa por el origen**: al doblar el volumen se dobla la masa (relación de proporcionalidad directa). La **pendiente** de la recta es la densidad: la del acero es casi tres veces mayor que la del aluminio.

Fuente: Datos ilustrativos de piezas de aluminio y de acero medidas en un laboratorio escolar; las rectas son las densidades de referencia (2,70 y 7,85 g/cm³).

Si una pieza se sitúa sobre la recta de un material, ¿qué puedes pensar? ¿Y si la pieza queda entre las dos rectas?

F9 Ejemplo resuelto: ¿de qué es la pieza P1?

ESTUDIO DE CASO

Datos: masa $m = 53{,}8\ \text{g}$; volumen de agua inicial $50\ \text{mL}$; volumen final con la pieza $70\ \text{mL}$.

1. Volumen de la pieza: $V = 70\ \text{mL} - 50\ \text{mL} = 20\ \text{mL} = 20\ \text{cm}^3$, porque $1\ \text{mL} = 1\ \text{cm}^3$.

2. Densidad: $d = \frac{m}{V} = \frac{53{,}8\ \text{g}}{20\ \text{cm}^3} = 2{,}69\ \text{g/cm}^3$.

3. Cambio de unidad: $2{,}69\ \text{g/cm}^3 \cdot 1000 = 2690\ \text{kg/m}^3$.

4. Comparación con F5: el valor se parece al del aluminio (2,70 g/cm³) y también al del granito (2,6-2,8 g/cm³). Se descarta el granito porque la pieza es brillante y es un cilindro metálico. **Conclusión:** P1 es muy probablemente aluminio.

Otras dos formas de usar la fórmula: masa $m = d \cdot V$ (¿cuánto pesan 40 cm³ de aluminio? $2{,}70 \cdot 40 = 108\ \text{g}$) y volumen $V = \frac{m}{d}$ (¿qué volumen ocupan 54 g de aluminio? $54 : 2{,}70 = 20\ \text{cm}^3$).

Fuente: Ejemplo de elaboración propia con los datos de P1 de F7.

¿Qué otra prueba de las que vienen en F3 harías para estar más seguro de que no es granito?

F10 Vocabulario del equipo de identificación

GLOSARIO

Sistema material	Parte del universo que se estudia: un objeto, una disolución, una mezcla…
Propiedad general	Propiedad común a toda la materia que depende de la cantidad, como la masa y el volumen.
Propiedad específica	Propiedad que caracteriza a una sustancia y no depende de la cantidad, como la densidad.
Masa	Cantidad de materia de un cuerpo. Se mide con la balanza en kg o g. No es lo mismo que el peso.
Volumen	Espacio que ocupa un cuerpo. Se mide en m³, cm³, L o mL (1 mL = 1 cm³).
Densidad	Masa por unidad de volumen: $d = m/V$. Se expresa en g/cm³ o en kg/m³.
Sustancia pura	Sistema con un solo tipo de sustancia y propiedades constantes.
Mezcla homogénea	Mezcla en la que no se distinguen sus componentes (disolución, aleación, aire).
Mezcla heterogénea	Mezcla en la que se distinguen sus componentes, como el granito o el agua con aceite.
Menisco	Curvatura de la superficie de un líquido en un tubo; se lee su parte baja.
Dato anómalo	Medida muy distinta de las demás por un error; se revisa y, si se justifica, se descarta.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

FICHA 1 El caso del punto limpio

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa la tabla F5 solo como curiosidad. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

La unidad de volumen del Sistema Internacional es…

☐ el litro ☐ el metro cúbico ☐ el gramo

1 litro equivale a…

☐ 10 cm^3 ☐ 100 cm^3 ☐ 1000 cm^3

La balanza sirve para medir…

☐ la masa ☐ el volumen ☐ la densidad

El agua con aceite sin agitar es…

☐ una sustancia pura ☐ una mezcla homogénea ☐ una mezcla heterogénea

2 **Antes de medir, apuesta: ¿se hundirá o flotará cada material en agua? Justifica tu predicción.**

Material	Se hunde o flota	Por qué lo creo
Corcho		
Madera de pino (P4)		
Aluminio (P1)		
Acero (P3)		
Aceite de oliva		
Piedra (P5)		

3 **El técnico no puede fundir ni disolver las piezas (F1). Escribe al menos tres cosas que sí puede hacer para averiguar de qué material es una pieza y qué te dirá cada una.**

FICHA 2 Propiedades y sistemas materiales

Sesión 2

Usa F2, F3 y el glosario F10.

1 **Clasifica cada propiedad como general (G) o específica (E) y di si sirve por sí sola para identificar un material.**

Propiedad	G o E	¿Identifica el material? Explica
Masa		
Volumen		
Densidad		
Atracción por un imán		
Color		

2 **Usando F1, explica por qué la opinión de Nuria («la que más pesa es el metal más valioso») no es correcta. Pon un ejemplo con dos objetos.**

3 **Dibuja el modelo de partículas de estos dos sistemas, usando dos símbolos distintos para las dos sustancias, y escribe debajo si es homogénea o heterogénea.**

Agua con sal

Es una mezcla: _____

Agua y aceite sin agitar

Es una mezcla: _____

FICHA 3 Masa, volumen y densidad

Sesión 3

Consulta F4, F5 y el ejemplo resuelto F9. Escribe siempre la fórmula, los datos con su unidad y el resultado.

1 **Convierte a la unidad indicada.**

250 mL = _____ cm^3

0,75 L = _____ cm^3

2,70 g/cm^3 = _____ kg/m^3

8960 kg/m^3 = _____ g/cm^3

1,5 kg = _____ g

2 Resuelve (usa F5 cuando haga falta).

Problema	Fórmula, datos y cálculo	Resultado y conclusión
a) Una pieza de 135 g ocupa 50 cm^3. ¿Cuál es su densidad y de qué material puede ser?		
b) ¿Cuánto pesan 40 cm^3 de acero?		
c) ¿Qué volumen ocupan 91 g de aceite de oliva? Exprésalo en mL.		
d) Un cubo de PVC, ¿se hunde o flota en agua? Justifícalo.		

3 Clasifica cada sistema como sustancia pura (SP), mezcla homogénea (MHo) o mezcla heterogénea (MHe) y justifica con el modelo de partículas (F2).

Sistema	SP, MHo o MHe	Justificación
Agua destilada		
Agua de mar		
Granito		
Aire limpio		
Aceite y vinagre sin agitar		
Cobre puro		

FICHA 4 En el laboratorio: masa y volumen

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F6. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de empezar).**

- ☐ Llevamos gafas si la probeta es de vidrio
- ☐ La probeta está sobre la bandeja y lejos del borde de la mesa
- ☐ Introducimos las piezas con la probeta inclinada y atadas con hilo
- ☐ Hay paños para secar derrames, sobre todo de aceite
- ☐ No probamos ni olemos ninguna sustancia
- ☐ Sabemos dónde se vierte el aceite al terminar

2 **Anota las medidas de las piezas. En P4 calcula el volumen con las aristas (largo × ancho × alto = ___ cm^3) y anótalo en la última columna.**

Pieza	Color y brillo	Imán (sí/no)	Masa (g)	V inicial (mL)	V final (mL)	V pieza (cm^3)
P1						
P2						
P3						
P4						
P5						

3 **Medidas de los líquidos (50 mL de cada uno).**

Líquido	Masa del vaso vacío (g)	Masa del vaso con 50 mL (g)	Masa de los 50 mL (g)
Agua del grifo			
Aceite de oliva			
Agua con sal			

FICHA 5 Calculamos, comparamos y buscamos el error

Sesión 5

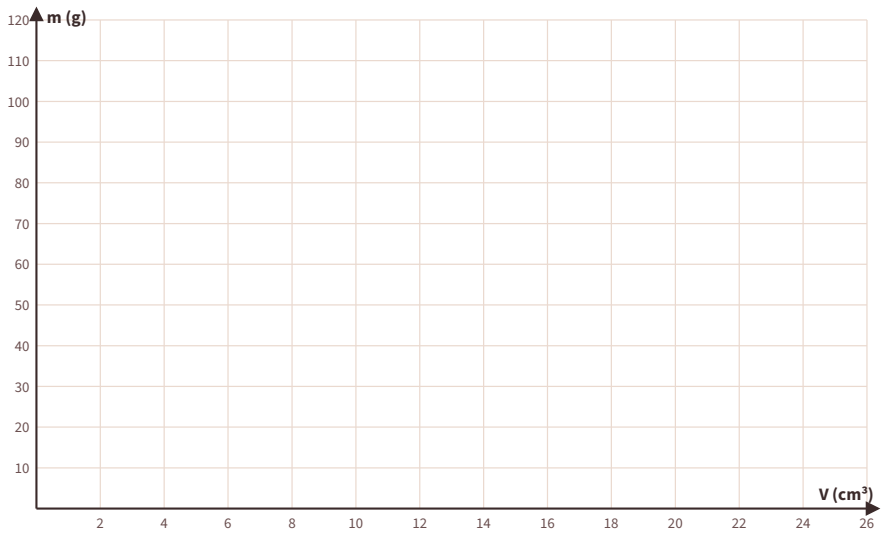
Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F7 y F8) y compara con F5.

1 **Calcula la densidad de cada pieza y de cada líquido (tus datos) y propón el material más probable usando F5. Indica qué otra prueba confirmaría tu propuesta.**

Muestra	m (g)	V (cm^3)	d = m / V (g/cm^3)	Material más probable	Prueba que lo confirma
P1					
P2					
P3					
P4					
P5					
Agua del grifo					
Aceite de oliva					
Agua con sal					

2 **En F7, el volumen de P3 es 65 mL - 50 mL. Calcula su densidad. Además, entre las tres repeticiones de P1 (20, 20 y 25 mL), identifica el dato anómalo, explica qué pudo pasar y calcula la densidad que saldría con él.**

3 **Representa masa frente a volumen para P1, P2, P3 y P5 (tus datos o los de F7). Une cada punto con el origen y rotula los ejes.**



FICHA 6 Escribimos y revisamos el informe

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad el informe del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Cada pieza tiene masa, volumen y densidad con unidades
- ☐ El volumen por desplazamiento está bien calculado
- ☐ Hay una tabla de referencia con la que comparan
- ☐ La conclusión dice qué material es y con cuánta seguridad
- ☐ Usan otra propiedad además de la densidad
- ☐ Clasifican cada sistema como sustancia pura o mezcla
- ☐ Hablan del error o de algún dato dudoso
- ☐ Indican cómo trataron los residuos

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el informe del otro equipo.**

3 **Completad la frase de conclusión de vuestra pieza más difícil de identificar: «La pieza ___ tiene una densidad de ___ g/cm³, compatible con ___ (referencia ___ g/cm³), pero no podemos descartar ___ porque ___ ; para estar seguros haríamos ___.»**

FICHA 7 Evidencia individual: ¿es de oro este anillo?

Sesión 7

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Trabajo individual. Usa la tabla de referencia F5.

1 **Un anillo vendido como «de oro» tiene una masa de 18,0 g. Se sumerge en una probeta de 10 mL (resolución 0,1 mL) con 5,0 mL de agua y el nivel sube a 7,1 mL. Calcula su volumen y su densidad, compárala con F5 y escribe tu conclusión.**

2 **El latón es una aleación de cobre y cinc en la que no se distinguen los componentes. Clasifícalo como sistema material y explica qué quiere decir eso con el modelo de partículas (F2). ¿Qué otra prueba harías para confirmar tu conclusión?**

3 **Un compañero se equivoca al leer y anota 7,3 mL en lugar de 7,1 mL. ¿Cambiaría tu conclusión de que no es oro? Calcula y razona.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Informe de identificación de materiales del equipo. Escribid con frases completas; todas las medidas con su unidad.

Muestra y pregunta

Qué pieza se estudia y qué queremos averiguar.

Hipótesis

Creemos que es…, porque…

Observaciones y pruebas sencillas

Color, brillo, imán, flotación.

Seguridad y residuos

Riesgos, precauciones y gestión de residuos.

Tabla de datos y cálculo de la densidad

m, V inicial, V final, V, d. Con repeticiones y unidades.

Gráfica masa-volumen

Ejes con magnitud y unidad; un punto por pieza.

Comparación con la tabla de referencia

Densidad medida frente a la de F5, diferencia y material.

Clasificación del sistema material

Sustancia pura o mezcla; homogénea o heterogénea.

Errores y límites

Resolución, dato anómalo, otra propiedad.

Conclusión

De qué material es y con cuánta seguridad.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

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

Contenido del producto

- [ ] Cada pieza tiene escrita su masa, su volumen y su densidad, todo con unidades.
- [ ] El volumen de los sólidos irregulares se ha calculado como diferencia de lecturas (V final menos V inicial).
- [ ] La densidad se ha calculado con $d = m/V$ y se ha comparado con la tabla de referencia, indicando la diferencia.
- [ ] Hay una gráfica masa-volumen con los ejes rotulados con magnitud y unidad.
- [ ] Además de la densidad, se usa otra propiedad (imán, color, flotación) para decidir el material.
- [ ] Cada sistema está clasificado como sustancia pura, mezcla homogénea o heterogénea, con justificación.
- [ ] Se ha señalado y explicado algún dato dudoso o anómalo (o se indica que no lo hay).
- [ ] La conclusión dice de qué material es cada pieza y con cuánta seguridad, y se basa en los datos.
- [ ] Se indican la resolución de los instrumentos y los límites de la identificación.
- [ ] Constan las normas de seguridad seguidas y la gestión de residuos (aceite al bote de recogida).

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe de identificación de materiales**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Explica que la densidad identifica un material y la masa o el volumen solos no, usa el modelo de partículas para clasificar los sistemas y reconoce que materiales distintos pueden coincidir en una propiedad.	Identifica cada material con la densidad y clasifica bien los sistemas, con alguna imprecisión al justificar.	Calcula la densidad pero concluye sin comparar con otras propiedades o clasifica mal algún sistema.	Confunde masa, volumen y densidad, o afirma que lo más pesado es lo más denso.	
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, volúmenes por desplazamiento bien calculados, densidades correctas con cifras adecuadas, gráfica masa-volumen con ejes rotulados y dato anómalo tratado.	Cálculos y tablas correctos con fallos menores de unidades, cifras o escala.	Faltan unidades, el volumen está mal calculado o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculo de densidad ni gráfica.	
Investigación	Combina varias pruebas, repite medidas, estima el error y formula una conclusión con grado de certeza coherente con los datos.	Diseño adecuado con una repetición o una prueba complementaria.	Una sola medida sin repetir y sin contrastar con otra propiedad.	No distingue dato, cálculo y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Aplica las normas con autonomía (gafas, probeta inclinada, derrames, aceite al bote) y usa con precisión términos como densidad, sustancia pura o mezcla homogénea.	Cumple las normas con fallos menores y usa bien el vocabulario.	Necesita recordatorios sobre seguridad o confunde términos.	Incumple normas o el informe es ininteligible.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular la densidad de un objeto a partir de su masa y de su volumen y comparar el resultado con una tabla.	○	○	○	○
Sé explicar por qué la masa, el volumen o el color por sí solos no bastan para identificar un material.	○	○	○	○
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	○	○	○	○
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	○	○	○	○
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	○	○	○	○
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: un ejemplo modelado, datos ya medidos y problemas de un paso.

Receta para calcular una densidad en tres pasos

1. **Volumen:** resta la lectura inicial a la final. Ejemplo: $60\ \text{mL} - 50\ \text{mL} = 10\ \text{mL} = 10\ \text{cm}^3$.
2. **Densidad:** divide la masa entre el volumen. Ejemplo: $d = \frac{27{,}0\ \text{g}}{10\ \text{cm}^3} = 2{,}70\ \text{g/cm}^3$.
3. **Comparar:** busca ese valor en la tabla F5. 2,70 g/cm³ es el aluminio.

¿Se hunde o flota?

Compara la densidad del objeto con la del agua (1,00 g/cm³).

- Si $d_{objeto} > 1{,}00\ \text{g/cm}^3$, **se hunde**. Ejemplo: el cobre, 8,96 g/cm³.
- Si $d_{objeto} < 1{,}00\ \text{g/cm}^3$, **flota**. Ejemplo: el corcho, 0,24 g/cm³.

1 **Completa la tabla (datos ya medidos). Después busca en F5 el material más probable.**

Pieza	Masa (g)	V inicial (mL)	V final (mL)	V pieza (cm³)	d (g/cm³)	Material
X	40,5	50	65			
Y	71,7	50	58			
Z	117,8	40	55			

2 **Une cada material con lo que ocurre en agua. Escribe antes su densidad (F5).**

1 Corcho (0,24 g/cm³) ●	● a Se hunde hasta el fondo
2 Aluminio (2,70 g/cm³) ●	● b Flota sobre el agua
3 Aceite de oliva (0,91 g/cm³) ●	● c Flota en la superficie
4 Cobre (8,96 g/cm³) ●	● d Se hunde hasta el fondo (más que el aluminio)

3 **Completa con las palabras: masa, volumen, densidad, específica, general.**

La _____ y el _____ son propiedades generales. La _____ es una propiedad _____ porque no depende de la cantidad de material.

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Salmuera y huevo: ¿cómo cambia la densidad al añadir sal?

Un huevo fresco tiene una densidad de unos **1,08 g/cm³** (varía con la frescura): se hunde en agua del grifo, pero flota en agua muy salada, como en el Mar Muerto. Se preparan cuatro disoluciones con 100 g de agua y 0, 10, 20 y 30 g de sal; los volúmenes medidos son 100, 103, 107 y 111 mL.

Pasos

1. Calcula la masa total y la densidad de cada disolución, en g/mL y en kg/m³.
2. Representa en tu cuaderno la densidad (kg/m³) frente a la sal añadida y traza la tendencia.
3. Predice en cuáles flotará el huevo y cuánta sal haría falta en 100 g de agua.
4. Explica con partículas por qué aumenta la densidad si el volumen casi no cambia.

1 **Completa la tabla (1,08 g/mL = 1080 kg/m³).**

Sal (g)	Masa total (g)	Volumen (mL)	d (g/mL)	d (kg/m³)	¿Flota el huevo?
0		100			
10		103			
20		107			
30		111			

Entrega

Una página con la tabla, la gráfica, la predicción sobre el huevo y la explicación con partículas.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 2 · ¿De qué está hecho todo?

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el metro cúbico; 1000 cm^3; la masa; una mezcla heterogénea.
2. Predicciones: respuesta abierta justificada. Resultado esperable: corcho, pino y aceite flotan; aluminio, acero y piedra se hunden. Es habitual que se piense que «lo pesado se hunde» (error: depende de la densidad, no de la masa).
3. Respuesta modelo: pesar (masa), medir el volumen (regla o agua), acercar un imán, observar color y brillo, probar si flota; con masa y volumen se calcula la densidad, que identifica el material.

Ficha 2

1. Masa: G, no identifica (depende de la cantidad). Volumen: G, no identifica. Densidad: E, sí identifica (con matices). Atracción por un imán: E, distingue hierro y acero de aluminio y cobre. Color: E, ayuda pero no basta (por ejemplo, el aluminio y la plata son parecidos a la vista).
2. Ejemplo: un clavo de acero de 5 g pesa menos que un trozo de corcho de 100 g, pero el acero es mucho más denso (7,85 frente a 0,24 g/cm^3). Una pieza más pesada puede ser de un material menos denso si es más grande; hay que comparar la masa por unidad de volumen.
3. Agua con sal: mezcla homogénea (partículas de sal y de agua repartidas uniformemente). Agua y aceite: mezcla heterogénea (dos zonas con un solo tipo de partícula cada una).

Ficha 3

1. 250 cm^3; 750 cm^3; 2700 kg/m^3; 8,96 g/cm^3; 1500 g.
2. a) $d = 135 : 50 = 2{,}7$ g/cm^3: aluminio. b) $m = d \cdot V = 7{,}85 \cdot 40 = 314$ g. c) $V = 91 : 0{,}91 = 100$ cm^3 = 100 mL. d) PVC: 1,4 g/cm^3 > 1,00 g/cm^3, se hunde.
3. Agua destilada: SP. Agua de mar: MHo. Granito: MHe. Aire limpio: MHo. Aceite y vinagre sin agitar: MHe. Cobre puro: SP.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: todas las casillas marcadas antes de empezar; el docente puede pedir la firma del responsable de seguridad.
2. Rangos plausibles (equipo con balanza de 0,1 g y probeta de 100 mL): P1: 53-54 g, volumen 19-21 cm^3. P2: 88-90 g, 9-11 cm^3. P3: 116-118 g, 14-16 cm^3. P4: 38-46 g, 80 cm^3 (aristas de 4,0, 4,0 y 5,0 cm). P5: 66-70 g, 24-26 cm^3. Imán: solo atrae P3. Con balanza de 1 g, las masas llevan ±1 g.
3. Líquidos (vaso vacío 35,2 g): agua 49-51 g, aceite 45-47 g, agua con sal 51-52 g.

Ficha 5

1. Con los datos de F7: P1 = 53,8 : 20 = 2,69; P2 = 89,2 : 10 = 8,92; P3 = 117,4 : 15 = 7,83; P4 = 41,6 : 80 = 0,52; P5 = 68,0 : 25 = 2,72 g/cm³. Materiales: aluminio; cobre; acero; madera de pino; granito (o caliza). Líquidos: 49,8 : 50 = 0,996 g/mL (agua); 45,7 : 50 = 0,914 g/mL (aceite); 51,4 : 50 = 1,03 g/mL (agua con sal).
2. Pruebas confirmatorias: P1 y P5 coinciden (2,69 y 2,72): P1 es brillante, metálico y no se raya; P5 es mate, con puntitos y se ve que es una piedra. P3 se confirma con el imán (acero). P2 por su color rojizo (cobre) y no por el latón (8,4-8,7), que es amarillo.
3. P3: V = 65 − 50 = 15 mL = 15 cm³; d = 117,4 : 15 = 7,83 g/cm³ (acero, 7,85). Dato anómalo de P1: 25 mL; probablemente una burbuja de aire pegada o una lectura mal hecha en el menisco; con él d = 53,8 : 25 = 2,15 g/cm³, que no corresponde a ningún material de F5 compatible. Sin él, V = 20 cm³ y d = 2,69 g/cm³.
4. Gráfica: rectas desde el origen. Puntos esperados: P1 (20; 53,8), P2 (10; 89,2), P3 (15; 117,4) y P5 (25; 68,0). P1 y P5 caen en la misma recta (pendiente próxima a 2,7) y P2 y P3 en rectas de pendiente mucho mayor (8,9 y 7,8).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar de dónde sale el volumen de P4», «añadir el imán como segunda prueba»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Frase modelo: «La pieza P1 tiene una densidad de 2,69 g/cm³, compatible con el aluminio (referencia 2,70 g/cm³), pero no podemos descartar el granito (2,6-2,8 g/cm³) porque tiene una densidad parecida; para estar seguros haríamos la prueba del imán y observaríamos el brillo.»

Ficha 7

1. Anillo: V = 7,1 − 5,0 = 2,1 mL = 2,1 cm³; d = 18,0 : 2,1 = 8,57 g/cm³ (8,6). El oro tiene 19,3 g/cm³: no es oro. El valor cae en el intervalo del latón (8,4-8,7). Un anillo de oro de 18,0 g ocuparía 18,0 : 19,3 = 0,93 cm³. Conclusión proporcionada: «probablemente latón».
2. El latón es una mezcla homogénea (una aleación): no se distinguen los metales y las partículas de cobre y de cinc están repartidas uniformemente. Otra prueba: el color amarillo apagado, la falta de atracción por el imán o, con medios adecuados, la conductividad.
3. Con 7,3 mL: V = 2,3 cm³ y d = 18,0 : 2,3 = 7,83 g/cm³. Sigue siendo muy inferior a 19,3 g/cm³: la conclusión «no es oro» no cambia, aunque el material propuesto sí (podría ser acero), lo que enseña que con volúmenes tan pequeños un error de 0,2 mL altera mucho la densidad.

Refuerzo (Anexo 8)

1. X: V = 65 − 50 = 15 cm³; d = 40,5 : 15 = 2,70 g/cm³: aluminio. Y: V = 58 − 50 = 8 cm³; d = 71,7 : 8 = 8,96 g/cm³: cobre. Z: V = 55 − 40 = 15 cm³; d = 117,8 : 15 = 7,85 g/cm³: acero.
2. Corcho: flota en la superficie; aluminio: se hunde; aceite: flota sobre el agua; cobre: se hunde (más que el aluminio).
3. La masa y el volumen son propiedades generales. La densidad es una propiedad específica porque no depende de la cantidad de material.

Ampliación (Anexo 9)

1. Masas totales: 100; 110; 120; 130 g. Densidades: 100 : 100 = 1,00; 110 : 103 = 1,07; 120 : 107 = 1,12; 130 : 111 = 1,17 g/mL (1000; 1070; 1120; 1170 kg/m^3). El huevo (1,08) flota solo con 20 g y 30 g; con 10 g (1,07) no flota por poco.
2. Gráfica: curva casi recta creciente de 1000 a 1170 kg/m^3. El huevo flota cuando $d_{disolución} > 1{,}08$ g/mL: hacen falta algo más de 10 g de sal (unos 12 g) por cada 100 g de agua.
3. Explicación: la sal se coloca entre las partículas de agua, aumenta mucho la masa en el mismo volumen (el volumen apenas cambia) y por eso aumenta la masa por unidad de volumen.

Errores frecuentes

- Pensar que lo más pesado es lo más denso, o que un objeto grande tiene más densidad que uno pequeño del mismo material.
- Olvidar restar el volumen inicial al final y usar 70 mL en vez de 20 mL como volumen de la pieza.
- Mezclar unidades (g con kg, cm^3 con m^3) o escribir la densidad sin unidad.
- Leer el menisco desde arriba o por su parte alta, o no eliminar las burbujas pegadas a la pieza.
- Concluir el material solo con la densidad, sin otras pruebas, cuando hay materiales con densidades parecidas (aluminio y granito).
- Pensar que una mezcla homogénea es una sustancia pura porque «se ve igual en todas partes».

Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de los datos propios y menciona el grado de certeza, aunque el material propuesto no coincida con el real.
- Se valora que el cálculo de la densidad incluya fórmula, datos con unidad, resultado y comparación con la referencia, y no solo el número.
- Rangos orientativos: las densidades del equipo pueden desviarse hasta un 5-8 % de las de referencia por la resolución de la probeta (1 mL).
- Seguridad: vigilar el vidrio de las probetas, los derrames de aceite y que el aceite no se vierta por el desagüe.

03

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Sólido, líquido o gas

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo explica la teoría cinético-molecular los estados y cambios de la materia?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B · C
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Modelo visual de partículas y cambios de estado	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 2.1, 2.3, 3.1

Contexto, reto y producto

Es sábado por la mañana en casa de Marta. Su padre se ha duchado con agua caliente y el espejo del baño está completamente empañado. En la cocina hierve una olla de caldo, cuyo olor llega hasta el dormitorio. En el balcón hay ropa tendida que ya está seca, aunque el agua nunca ha llegado a hervir ahí fuera, y el vaso de agua con hielo que Marta se ha servido «suda» por fuera como si el cristal tuviera poros. Cinco observaciones corrientes, y cada una despierta preguntas: ¿de dónde sale el agua del espejo?, ¿cómo se seca la ropa sin hervir?, ¿atraviesa el agua el cristal del vaso?

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de modelización**. Utiliza la **teoría cinético-molecular** (la materia está formada por partículas en movimiento, con espacio vacío entre ellas, y el calor aumenta su movimiento) para explicar los **estados de agregación** y los **cambios de estado**. Contrasta el modelo con tres pruebas sencillas: la compresión del aire y del agua en una jeringa, la difusión de un colorante en agua a distintas temperaturas y la **curva de calentamiento del hielo**, donde la temperatura se queda parada mientras el hielo se funde. El resultado es un **modelo visual de partículas** que explica con dibujos, flechas y una gráfica qué ocurre en cada observación y cuáles son los límites del modelo.

Reto

Construir un modelo visual de partículas, contrastado con tres pruebas seguras, que explique los estados de la materia y sus cambios y que sirva para predecir qué pasa en las cinco observaciones del sábado en casa de Marta.

Producto final

Modelo visual de partículas y cambios de estado.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

2.1 Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático, diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental.

2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente y diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

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

Código	Saber básico
B1	Teoría cinético-molecular: aplicación a observaciones sobre la materia explicando sus propiedades, los estados de agregación, los cambios de estado y la formación de mezclas y disoluciones.
C4	Efectos del calor sobre la materia: análisis de los efectos y aplicación en situaciones cotidianas.
A1	Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.
A6	Estrategias de interpretación y producción de información científica utilizando diferentes formatos y diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.

Concreción didáctica en esta situación

- Modelo de partículas: la materia es discontinua (partículas y espacio vacío), las partículas están en movimiento continuo y el tamaño de cada una no cambia al calentar.
- Sólido, líquido y gas: forma, volumen, compresibilidad, ordenación y movimiento; difusión y presión del gas explicadas con choques.
- Cambios de estado: fusión, solidificación, vaporización (evaporación y ebullición), condensación, sublimación y sublimación inversa; puntos de fusión y ebullición.
- Temperatura y efectos del calentamiento: temperatura como medida del movimiento medio de las partículas, escala Celsius y Kelvin, dilatación y curva de calentamiento con mesetas.
- Predicciones con el modelo y sus límites: qué observaciones explica bien y cuáles simplifica, y diferencia entre calor y temperatura.

Objetivos didácticos

- ✓ Describir sólidos, líquidos y gases con el modelo de partículas (distancia, ordenación y movimiento) y dibujarlos con coherencia.
- ✓ Nombrar los seis cambios de estado e indicar si el sistema absorbe o desprende energía en cada uno.
- ✓ Explicar con el modelo la compresibilidad, la difusión y la diferencia entre evaporación y ebullición.
- ✓ Interpretar una curva de calentamiento y justificar con partículas por qué, en una sustancia pura y a presión constante, la temperatura se mantiene aproximadamente constante durante un cambio de estado.
- ✓ Formular predicciones con el modelo, contrastarlas con datos y señalar sus límites, sin confundir calor y temperatura.

Metodología

Indagación

Predicción, contraste y conclusión.

Modelización

Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas

Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental

Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación

Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento con las cinco observaciones del sábado, diagnóstico inicial y primeras explicaciones

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, predicciones sobre las observaciones y primera explicación propia.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Modelo de partículas de sólidos, líquidos y gases; propiedades y movimiento

Evidencia: Ficha 2: dibujo de partículas de los tres estados y tabla de propiedades explicadas con el modelo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Cambios de estado, puntos de fusión y ebullición, escalas de temperatura y dilatación

Evidencia: Ficha 3: nombres de los cambios, estado de varias sustancias a una temperatura dada y conversiones a kelvin.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Trabajo experimental: jeringas, difusión del colorante y curva de calentamiento del hielo

Evidencia: Ficha 4: tablas de datos de las tres pruebas y lista de seguridad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Análisis de la curva de calentamiento y de las pruebas, comparación con las predicciones y límites del modelo

Evidencia: Ficha 5: gráfica temperatura-tiempo, tabla de tramos y análisis.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del modelo visual y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada del modelo con propuestas de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del modelo y evidencia individual: curva de calentamiento de una cera

Evidencia: Modelo visual final (Anexo 4) y Ficha 7: interpretación individual de la curva de calentamiento de la parafina.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación argumentada con el modelo de partículas de las cinco observaciones de F1 (espejo, ropa, vaso, olor, olla) y de las propiedades de sólidos, líquidos y gases.	Fichas 1, 2 y 3 y modelo visual (Anexo 4) / lista de cotejo
2.1	Distinción entre explicaciones que se pueden comprobar con una prueba (jeringa, colorante, hielo) y afirmaciones sin comprobación, y contraste de la predicción inicial con los datos.	Fichas 4 y 5 / rúbrica
2.3	Formulación de predicciones coherentes con la teoría cinético-molecular («si calentamos…, entonces las partículas…») y diseño de la prueba que las comprueba, incluida la predicción sobre el doble de cera en F7.	Fichas 1, 5 y 7 / rúbrica
3.1	Uso de la tabla de datos del hielo de F7, de las gráficas de F8 y de la tabla de puntos de fusión y ebullición de F5 para identificar tramos, mesetas y estado a una temperatura dada.	Fichas 3, 5 y 7 / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica con el modelo de partículas los estados, los cambios y la meseta de temperatura, distingue calor y temperatura y reconoce al menos un límite del modelo.	Explica correctamente estados y cambios con el modelo, con alguna imprecisión sobre energía o temperatura.	Describe los estados pero explica los cambios de forma parcial o mezcla calor y temperatura.	Atribuye a las partículas propiedades del material (se hacen más grandes, se derriten) o no usa el modelo.
Datos y resolución	Gráfica temperatura-tiempo con ejes y escala correctos, tramos identificados, estados dados a partir de F5 y conversiones a kelvin correctas.	Gráfica y lecturas correctas con fallos menores de escala, unidades o conversión.	La gráfica o la tabla de tramos están incompletas o con errores de lectura.	Datos desordenados, sin gráfica ni lectura de tramos.
Investigación	Predice antes de medir, controla variables (misma cantidad de agua, sin remover el vaso de colorante), contrasta con los datos y concluye con proporción.	Predicción y contraste adecuados con alguna variable sin controlar.	Anota datos pero no los compara con su predicción.	No distingue observación, explicación y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Aplica las normas con autonomía (agua templada, derrames, bata) y usa con precisión vocabulario como partícula, fusión, ebullición o difusión.	Cumple las normas con fallos menores y usa bien el vocabulario.	Necesita recordatorios o confunde términos (evaporación y ebullición).	Incumple normas o el modelo es ininteligible.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el modelo de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: 2 jeringas de 20 mL sin aguja, plastilina para tapar la punta, 3 vasos transparentes de 200 mL, colorante alimentario con cuentagotas, termómetro digital (0,1 °C), cronómetro y cuchara.
- Por equipo: 60 g de hielo picado de congelador en un vaso de plástico, balanza compartida (resolución 1 g), paños de cocina y bandeja.
- Agua fría (unos 10 °C), del grifo (unos 20 °C) y templada (unos 40 °C, servida por el docente); fichas del Anexo 3 y plantilla del modelo visual (Anexo 4); simulación de estados de la materia opcional.

Seguridad y residuos

Actividad de bajo riesgo. El agua templada (máximo 45 °C) la sirve el docente y no se hierve agua en el aula. Secar de inmediato los derrames y llevar bata o delantal porque el colorante mancha. No probar nada. Al terminar, el agua con colorante se vierte al desagüe con abundante agua, el hielo derretido también y las jeringas se lavan y se secan.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Datos ya proporcionados, problemas de un paso, tablas parcialmente completadas y guías de procedimiento.

Ampliación

Anexo 9

Añadir una variable, comparar modelos, analizar un caso nuevo o justificar una limitación del modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

Sábado en casa de Marta: el espejo del baño está empañado, la olla huele hasta el dormitorio, la ropa del balcón se ha secado sin hervir y el vaso de agua con hielo «suda» por fuera. Cada observación tiene una explicación, y todas se explican con una misma idea: la materia está hecha de partículas en movimiento. Os toca construir un modelo visual de partículas, ponerlo a prueba con jeringas, colorante y un vaso de hielo, y usarlo para predecir qué pasará. Si el modelo funciona, podréis explicar por qué el hielo se funde sin que su temperatura suba.

> *¿Cómo explica la teoría cinético-molecular los estados y cambios de la materia?*

Vuestro reto

Construir un modelo visual de partículas, contrastado con tres pruebas seguras, que explique los estados de la materia y sus cambios y que sirva para predecir qué pasa en las cinco observaciones del sábado en casa de Marta.

Lo que vais a producir

Modelo visual de partículas y cambios de estado.

Seguridad. Actividad de bajo riesgo. El agua templada (máximo 45 °C) la sirve el docente y no se hierve agua en el aula.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos las cinco observaciones, hacemos el diagnóstico y damos una primera explicación.
2. Dibujamos sólidos, líquidos y gases con partículas y los comparamos.
3. Nombramos los cambios de estado y usamos los puntos de fusión y ebullición.
4. Hacemos las tres pruebas: jeringas, colorante y hielo.
5. Dibujamos la curva de calentamiento y la explicamos con partículas.
6. Preparamos el modelo visual y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el modelo e interpretamos, cada uno, la curva de una cera.

Al terminar seré capaz de...

- ✓ Describir sólidos, líquidos y gases con el modelo de partículas (distancia, ordenación y movimiento) y dibujarlos con coherencia.
- ✓ Nombrar los seis cambios de estado e indicar si el sistema absorbe o desprende energía en cada uno.
- ✓ Explicar con el modelo la compresibilidad, la difusión y la diferencia entre evaporación y ebullición.
- ✓ Interpretar una curva de calentamiento y justificar con partículas por qué, en una sustancia pura y a presión constante, la temperatura se mantiene aproximadamente constante durante un cambio de estado.
- ✓ Formular predicciones con el modelo, contrastarlas con datos y señalar sus límites, sin confundir calor y temperatura.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

Todo lo necesario para modelizar: las cinco observaciones, el modelo de partículas de los tres estados, el diagrama de cambios de estado, una tabla de puntos de fusión y ebullición, el protocolo de las tres pruebas, los datos del hielo y su gráfica, un ejemplo resuelto y un glosario.

F1 Un sábado en casa de Marta

ESTUDIO DE CASO

Marta anota en su cuaderno cinco observaciones de la mañana:

- **O1. El espejo.** Tras la ducha caliente, el espejo del baño se cubre de gotitas de agua.
- **O2. La ropa.** La ropa tendida en el balcón se seca en unas horas, con el aire a 20 °C. El agua solo hierve a 100 °C.
- **O3. El vaso.** Un vaso de agua con hielo aparece cubierto de gotas por fuera.
- **O4. El olor.** El olor del caldo se nota desde el dormitorio con la puerta abierta.
- **O5. La olla.** Cuando el caldo ya hierve, el termómetro de cocina marca 100 °C y no sube más, aunque la cocina siga encendida.

Sus amigos proponen explicaciones:

- **Dani:** «Al calentar el agua, sus partículas se hacen más grandes y por eso se convierte en vapor».
- **Lucía:** «Las gotas del vaso son agua que ha atravesado el cristal desde dentro».
- **Iván:** «Las partículas del hielo están quietas, y las del agua líquida, en movimiento».

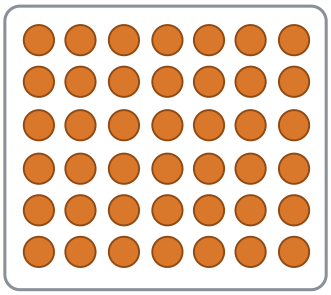
Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de situaciones cotidianas reales.

¿Qué explicación te parece correcta y cuál no? Escribe cómo se podría comprobar al menos una de ellas.

F2 Los tres estados de agregación con partículas

ESQUEMA

Sólido

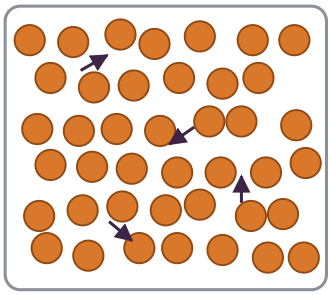


Forma y volumen propios

Partículas muy juntas y ordenadas

Solo vibran en su sitio

Líquido

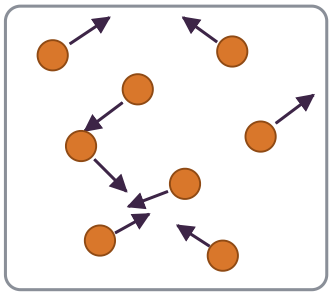


Volumen propio, forma del recipiente

Juntas pero desordenadas

Se deslizan unas sobre otras

Gas



Sin forma ni volumen propios

Muy separadas y desordenadas

Se mueven rápido en todas direcciones

Las flechas indican el movimiento. Al calentar, las partículas se mueven más deprisa; al enfriar, más despacio. Entre las partículas no hay nada (vacío) y el tamaño de cada partícula no cambia: cambian su distancia y su movimiento.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Cada círculo representa una partícula; las flechas, su movimiento.

Un dibujo de partículas es un modelo: simplifica la realidad. Las partículas reales no son bolas naranjas, pero el modelo permite explicar y predecir.

F3 Propiedades de los estados y su explicación con el modelo

DATOS

Estado	Forma	Volumen	¿Se comprime?	Cómo lo explica el modelo
Sólido	Propia	Propio	No	Partículas muy juntas y ordenadas; solo vibran en su posición
Líquido	La del recipiente	Propio	Casi nada	Partículas juntas pero desordenadas; se deslizan unas sobre otras
Gas	La del recipiente	El del recipiente	Sí, mucho	Partículas muy separadas que se mueven rápido; entre ellas hay mucho espacio vacío

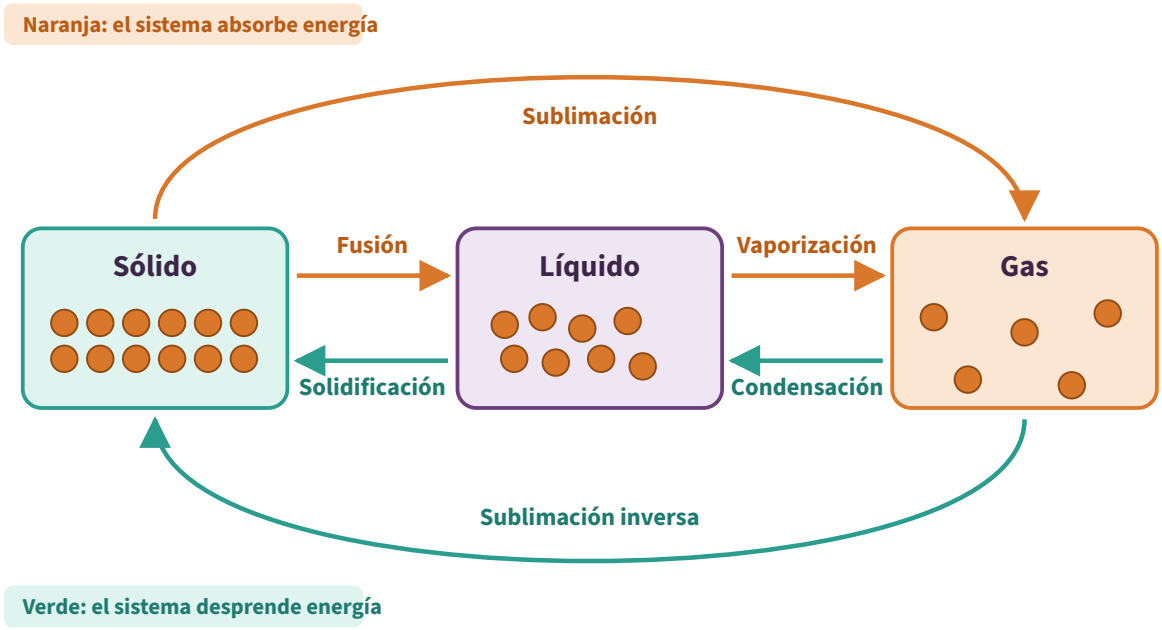
Las ideas del modelo (teoría cinético-molecular):

- La materia está formada por **partículas** muy pequeñas; entre ellas hay **vacío**.
- Las partículas están en **movimiento continuo**; cuanto mayor es la **temperatura**, más deprisa se mueven en promedio.
- Entre las partículas hay **fuerzas de atracción**: grandes en los sólidos, menores en los líquidos y casi nulas en los gases.
- Los gases ejercen **presión** porque sus partículas chocan contra las paredes del recipiente.
- Al calentar, las partículas **no se hacen más grandes**: se mueven más y se separan más.

Fuente: Elaboración propia a partir del currículo de 2.º ESO sobre la teoría cinético-molecular.

F4 Los cambios de estado

ESQUEMA



La vaporización puede ser **evaporación** (ocurre solo en la superficie del líquido y a cualquier temperatura) o **ebullición** (ocurre en todo el líquido, con burbujas, a una temperatura fija). Al cambiar de estado **no cambia la sustancia**: son cambios físicos.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

En la fusión, ¿qué les pasa a las partículas cuando el sistema absorbe energía? ¿Y en la condensación?

F5 Puntos de fusión y de ebullición (a la presión atmosférica normal)

DATOS

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)
Agua	0	100
Etanol (alcohol)	-114	78
Mercurio	-39	357
Butano (gas de las bombonas)	-138	-1
Nitrógeno	-210	-196
Oxígeno	-218	-183
Plomo	327	1749
Hierro	1538	2862
Cobre	1085	2562

A una temperatura **por debajo del punto de fusión** la sustancia es sólida; **entre el punto de fusión y el de ebullición**, líquida; **por encima del punto de ebullición**, gas. Para pasar de °C a kelvin: $T(\mathrm{K}) = t(^\circ\mathrm{C}) + 273$.

Fuente: Valores de referencia redondeados (por ejemplo, CRC Handbook of Chemistry and Physics). El mercurio solo se da como dato: no se maneja en el aula.

¿Cuál de estas sustancias es un gas a temperatura ambiente (20 °C)? ¿Cuáles son líquidas?

F6 Protocolo de laboratorio: tres pruebas para el modelo de partículas

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 2 jeringas de 20 mL sin aguja; plastilina; 3 vasos transparentes de 200 mL; colorante alimentario con cuentagotas; 150 mL de agua fría (unos 10 °C), 150 mL del grifo y 150 mL templada (unos 40 °C, servida por el docente); 60 g de hielo picado en un vaso de plástico; termómetro digital; cronómetro; cuchara; paños.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas. Riesgos: derrames de agua (resbalones) y manchas de colorante. Precauciones: bata o delantal, trabajar sobre una bandeja, no hervir agua, no probar nada y secar de inmediato.

Variables: prueba A, el estado del contenido (aire o agua); prueba B, la temperatura del agua (se controla la cantidad de agua, el colorante y no remover); prueba C, el tiempo y la temperatura del hielo.

Roles: responsable de tiempos, responsable de medidas, secretario y responsable de seguridad. Rotan en cada prueba.

Procedimiento:

A. Aire y agua en una jeringa.

1. Llenad una jeringa con 20 mL de aire y tapad la punta con plastilina.
2. Empujad el émbolo con suavidad hasta donde permita y leed el volumen. Soltad y observad.
3. Llenad la otra jeringa con 20 mL de agua, tapad la punta y empujad con la misma fuerza. Leed el volumen.

B. Difusión de un colorante.

4. Poned 150 mL de agua fría, del grifo y templada en tres vasos y medid su temperatura.
5. Sin remover, dejad caer una gota de colorante en cada vaso y poned en marcha el cronómetro.
6. Anotad el tiempo hasta que el color es uniforme (o hasta un máximo de 10 minutos) y dibujad lo que veis a los 2 minutos.

C. Curva de calentamiento del hielo.

7. Pesad 60 g de hielo picado en el vaso de plástico y colocad el termómetro en el centro, sin tocar el fondo ni las paredes.
8. Leed la temperatura al empezar y cada 2 minutos durante 20 minutos, removiendo suavemente con la cuchara justo antes de cada lectura.
9. Anotad cuándo aparece agua líquida y cuándo desaparece el último trozo de hielo.

Limpieza y residuos: verted el agua con colorante y el agua del hielo al desagüe con abundante agua; lavad y secad las jeringas y los vasos; secad la mesa.

Resultado esperable: el aire pasa de 20 mL a unos 8-12 mL y vuelve a 20 mL al soltar; el agua se queda en 19,5-20 mL. El color se extiende antes en el agua templada que en la fría (entre 2 y 3 veces antes, con tiempos de 2-4 minutos frente a 8-10 minutos). El hielo sube hasta cerca de 0 °C, se queda entre -0,5 y 1 °C mientras se funde (de 8 a 15 minutos con 60 g) y después sube.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué hay que remover el hielo antes de leer la temperatura y por qué no se debe remover el vaso del colorante?

F7 Datos de un equipo de prueba: 60 g de hielo en un vaso a 21 °C

DATOS

Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Observación
0	-10,0	Solo hielo
2	-2,5	Solo hielo
4	0,0	Aparecen las primeras gotas de agua
6	0,0	Hielo y agua
8	0,0	Hielo y agua
10	0,0	Hielo y agua
12	0,0	Queda poco hielo
14	0,5	Desaparece el último trozo
16	3,5	Solo agua
18	7,0	Solo agua
20	10,0	Solo agua

Prueba A (jeringas): el aire pasó de 20 mL a 9 mL al empujar y volvió a 20 mL al soltar; el agua pasó de 20 mL a 20 mL.

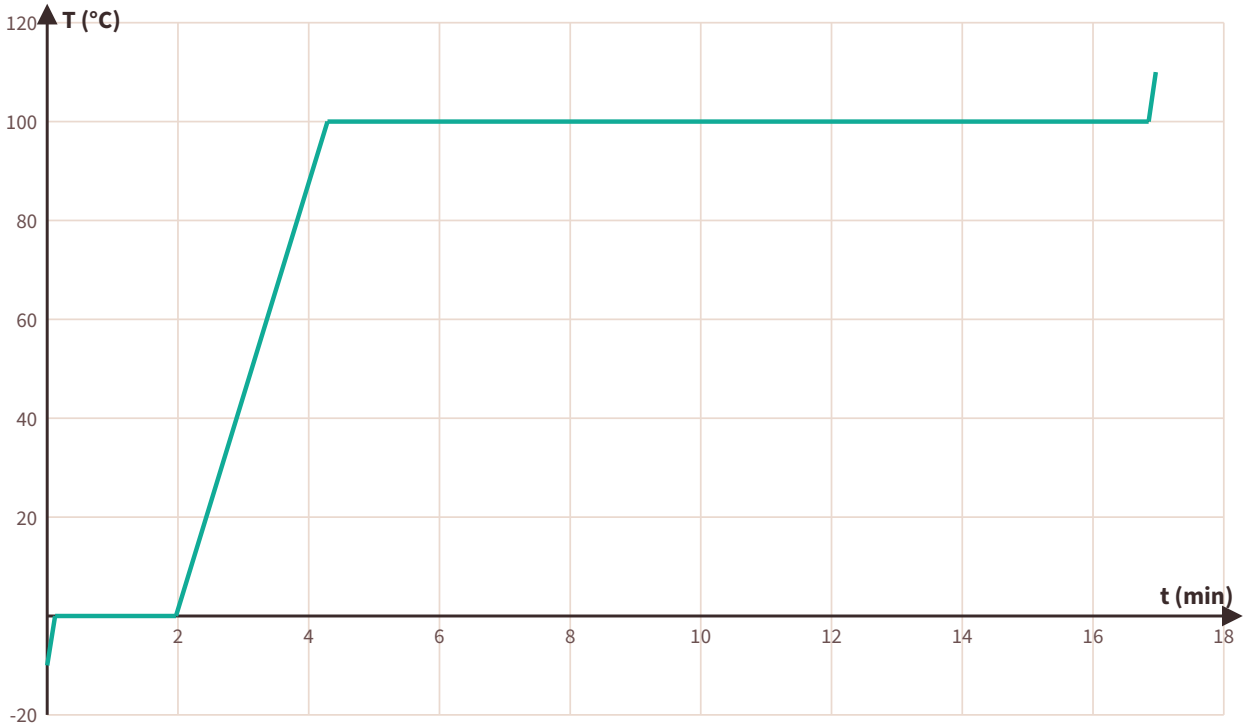
Prueba B (colorante): color uniforme tras 9 min a 10 °C, 5 min a 22 °C y 3 min a 41 °C.

Fuente: Datos ilustrativos construidos con un modelo sencillo de una potencia de entrada de unos 25 W y redondeados; en el aula, los datos reales varían con el hielo y la sala.

¿Entre qué minutos se mantiene constante la temperatura? ¿Qué hay en el vaso durante ese tiempo?

F8 Curva de calentamiento ideal de 100 g de agua

GRÁFICO



En la curva ideal se distinguen cinco tramos: hielo que se calienta, **fusión** (meseta a 0 °C), agua líquida que se calienta, **ebullición** (meseta a 100 °C) y vapor que se calienta. La meseta de ebullición dura unas 6,8 veces más que la de fusión, porque para vaporizar el agua hace falta mucha más energía que para fundirla.

Fuente: Curva calculada con una potencia constante de 300 W y valores de referencia de calores específicos (hielo 2,1 J/g·K; agua 4,18 J/g·K) y de cambio de estado (fusión 334 J/g; vaporización 2260 J/g). Es un modelo ideal, sin pérdidas de calor.

Mientras la temperatura no cambia, el sistema sigue recibiendo energía. ¿En qué se emplea esa energía? Explícalo con partículas.

F9 Ejemplo resuelto: ¿por qué se empaña el espejo?

ESTUDIO DE CASO

1. Observación: al ducharse con agua caliente, el espejo del baño se llena de gotitas.

2. ¿Qué había antes del cambio? Vapor de agua (gas) mezclado con el aire del baño, procedente del agua caliente que se evapora. Las partículas de agua del gas se mueven deprisa y están muy separadas.

3. ¿Qué cambia? El espejo está más frío que el aire del baño. Las partículas de vapor que chocan con él ceden energía, se mueven más despacio y las fuerzas de atracción las juntan.

4. Nombre del cambio: condensación (de gas a líquido); el sistema **desprende** energía.

5. Explicación con el modelo: las partículas de agua no se han hecho más pequeñas ni han atravesado el espejo: son las mismas, pero ahora están juntas y desordenadas, es decir, en estado líquido.

6. Predicción: si el espejo estuviera más caliente que el aire, no se empañaría, porque las partículas no perderían suficiente energía para condensar. Se puede comprobar con un espejo templado.

Fuente: Ejemplo de elaboración propia con la observación O1 de F1.

Sigue los mismos pasos con la observación O3 (el vaso con hielo). ¿Qué corrige esto de la idea de Lucía?

F10 Vocabulario del equipo de modelización

GLOSARIO

Modelo	Representación simplificada que explica observaciones y permite hacer predicciones.
Partícula	Cada uno de los corpúsculos muy pequeños de los que está formada la materia en el modelo cinético-molecular.
Estado de agregación	Forma en que se presenta la materia: sólido, líquido o gas.
Temperatura	Medida de lo rápido que se mueven, en promedio, las partículas. Se mide en °C o en K.
Calor	Energía que pasa de un cuerpo caliente a otro frío. No es lo mismo que la temperatura.
Fusión y solidificación	Paso de sólido a líquido y de líquido a sólido.
Vaporización y condensación	Paso de líquido a gas y de gas a líquido.
Sublimación	Paso directo de sólido a gas (y sublimación inversa, de gas a sólido).
Evaporación	Vaporización que ocurre solo en la superficie y a cualquier temperatura.
Ebullición	Vaporización en todo el líquido, con burbujas, a la temperatura de ebullición.
Difusión	Mezcla espontánea de las partículas de dos sustancias por su movimiento.
Dilatación	Aumento del volumen de un cuerpo al calentarlo, porque las partículas se separan más.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

FICHA 1 Las cinco observaciones del sábado

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

El aire de la habitación es…
☐ un líquido ☐ un gas ☐ un sólido

El paso de líquido a gas se llama…
☐ fusión ☐ condensación ☐ vaporización

Al calentar un gas, sus partículas…
☐ se mueven más deprisa ☐ se hacen más grandes ☐ se quedan quietas

El agua pura hierve a…
☐ 50 °C ☐ 100 °C ☐ 0 °C

2 **Antes de estudiar el modelo, da tu explicación a cada observación de F1 con una frase.**

Observación	Mi explicación
O1. El espejo se empaña	
O2. La ropa se seca sin hervir	
O3. El vaso «suda»	
O4. El olor del caldo llega lejos	
O5. El caldo hierve a 100 °C y no sube más	

3 **Predicción sobre la prueba C: si ponemos hielo del congelador (-10 °C) en un vaso a temperatura ambiente, describe cómo crees que cambiará la temperatura mientras pasa el tiempo (¿sube sin parar?, ¿se detiene en algún momento?) y explica por qué.**

FICHA 2 Sólidos, líquidos y gases con partículas

Sesión 2

Usa F2, F3 y el glosario F10.

1 Dibuja las partículas de una misma sustancia (por ejemplo, agua) en cada estado, con círculos y flechas de movimiento. Respeta las distancias y las ordenaciones de F2.

Sólido | **Líquido** | **Gas**

2 Completa la tabla con las palabras clave del modelo.

Estado	Distancia entre partículas	Orden	Movimiento	¿Se comprime?
Sólido				
Líquido				
Gas				

3 Explica con el modelo (F3) por qué un gas llena todo el recipiente y un sólido no, y por qué el olor del caldo (O4) llega al dormitorio.

FICHA 3 Cambios de estado y temperatura

Sesión 3

Usa F4, F5 y el ejemplo F9.

1 Escribe el nombre de cada cambio y si el sistema absorbe (A) o desprende (D) energía.

Cambio	Nombre	A o D
Sólido a líquido		
Líquido a sólido		
Líquido a gas		
Gas a líquido		
Sólido a gas		
Gas a sólido		

2 **Usando F5, indica el estado de cada sustancia a 20 °C y a -50 °C.**

Sustancia	Estado a 20 °C	Estado a -50 °C
Agua		
Etanol		
Mercurio		
Butano		
Nitrógeno		

3 **Convierte a la escala que se indica (T en K = t en °C + 273).**

0 °C = _____ K

100 °C = _____ K

-196 °C = _____ K

300 K = _____ °C

4 **En un termómetro de alcohol, el líquido sube al calentarlo. Explícalo con partículas y di si cambia la masa del líquido.**

FICHA 4 En el laboratorio: tres pruebas

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F6. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 Lista de seguridad (marcad antes de empezar).

- [ ] Llevamos bata o delantal y trabajamos sobre la bandeja
- [ ] El agua templada la ha servido el docente (máximo 45 °C)
- [ ] No hervimos agua ni probamos ninguna sustancia
- [ ] Tenemos paños para secar los derrames
- [ ] Sabemos dónde se vierte el agua con colorante al terminar

2 Prueba A (jeringas) y prueba B (colorante).

Contenido	Volumen inicial (mL)	Volumen al empujar (mL)	¿Vuelve al soltar?
Aire			
Agua			

Agua	Temperatura (°C)	Tiempo hasta color uniforme (min)	Dibujo a los 2 min
Fría			
Del grifo			
Templada			

3 **Prueba C (60 g de hielo). Anota la temperatura cada 2 minutos y lo que ves en el vaso.**

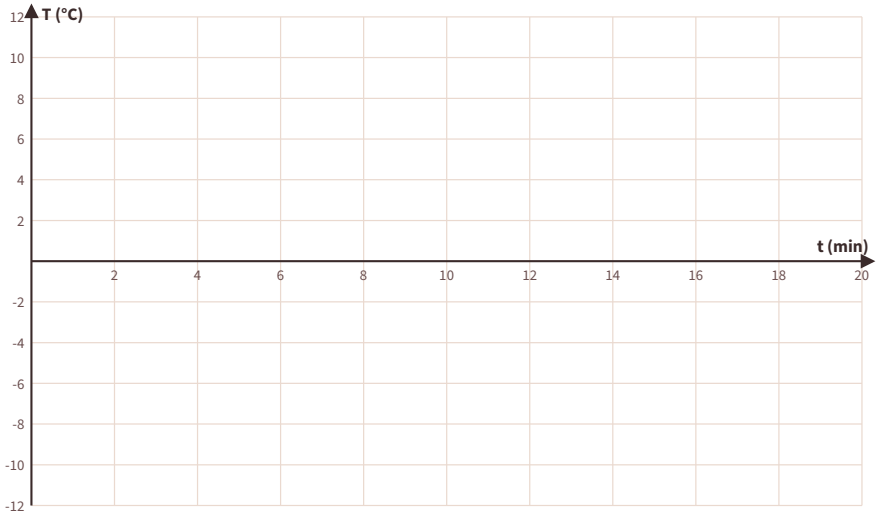
Tiempo (min)	Temperatura (°C)	Qué veo en el vaso
0		
2		
4		
6		
8		
10		
12		
14		
16		
18		
20		

FICHA 5 Interpretamos la curva de calentamiento

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la prueba C, con F7 y F8 (curva ideal).

1 **Representa tus datos de temperatura frente a tiempo. Une los puntos con una línea y señala los tramos.**



2 **Completa la tabla de tramos con tu curva y explica con partículas lo que ocurre.**

Tramo	Minutos	¿Qué pasa con la temperatura?	¿Qué les pasa a las partículas?
Hielo que se calienta			
Fusión			
Agua que se calienta			

3 **En la curva ideal de F8 (100 g de agua y 300 W), ¿cuánto dura la meseta de fusión y cuánto la de ebullición? ¿Cuántas veces más? ¿Qué te dice eso sobre la energía necesaria? Compara además tu predicción de la ficha 1 con tus datos.**

FICHA 6 Escribimos y revisamos el modelo visual

Sesión 6

Preparad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad el modelo del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Los tres estados tienen partículas bien distanciadas y ordenadas
- ☐ Las flechas indican el movimiento y su longitud es coherente
- ☐ Aparecen los cambios de estado con el nombre y la energía
- ☐ La curva de calentamiento tiene ejes con magnitud y unidad
- ☐ Explica la meseta de temperatura con partículas
- ☐ No dice que las partículas se hacen más grandes ni que se derriten
- ☐ Cita datos de las pruebas (jeringa, colorante, hielo)
- ☐ Señala algún límite del modelo

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el modelo del otro equipo. Una de ellas debe referirse a la explicación de la meseta de temperatura (observación O5).**

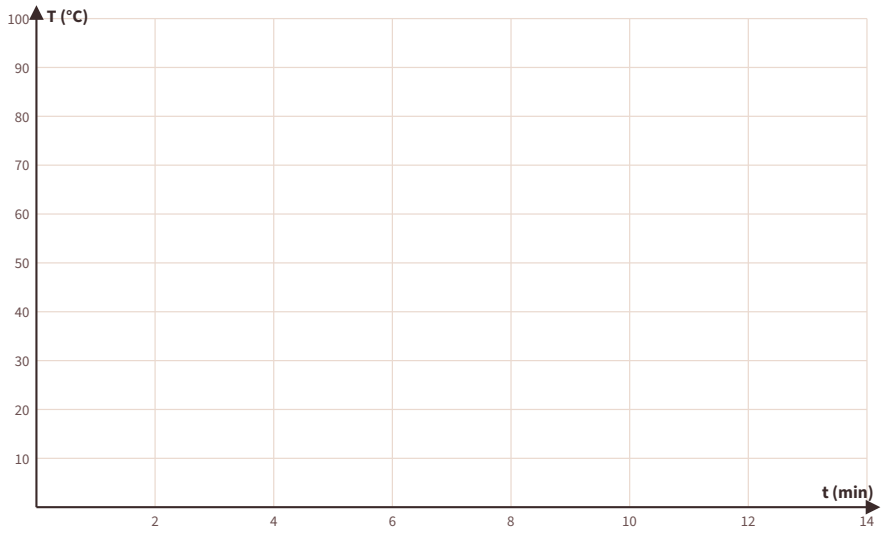
FICHA 7 Evidencia individual: la curva de calentamiento de una cera

Sesión 7

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Trabajo individual. Datos ilustrativos: una pastilla de parafina (cera de vela) calentada al baño maría por el docente con una potencia constante.

1 **Dibuja la gráfica con estos datos: (0 min, 20 °C), (2, 38), (4, 56), (6, 58), (8, 58), (10, 58), (12, 66) y (14, 84). Señala los tramos y la temperatura de fusión.**



2 **¿En qué estado está la parafina a 40 °C y a 70 °C? Explica con partículas qué ocurre entre los minutos 5 y 11 y por qué la temperatura no sube aunque se sigue calentando.**

3 **Si se utilizara el doble de cera con la misma potencia, ¿cambiaría la temperatura de fusión? ¿Y el tiempo que dura la meseta? Justifícalo y di cómo lo comprobarías.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Modelo visual del equipo. Dibujad con círculos y flechas; escribid con frases completas y con unidades.

Observación que explicamos

Una de las de F1: qué estado y qué cambio hay.

Predicción

Si calentamos o enfriamos…, entonces las partículas…

Sólido

Partículas, distancias y movimiento.

Líquido

Partículas, distancias y movimiento.

Gas

Partículas, distancias y movimiento.

Cambios de estado

Flechas con nombre y energía (absorbe o desprende).

Curva de calentamiento

Ejes con magnitud y unidad; tramos y mesetas.

Explicación con partículas

Qué ocurre en la meseta y en la observación elegida.

Datos de las pruebas

Jeringa, colorante y hielo, con unidades.

Límites del modelo

Qué simplifica o no explica.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Modelo visual de partículas y cambios de estado**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Los tres estados se dibujan con partículas a la distancia, orden y movimiento que corresponden.
- [ ] Las flechas de movimiento son coherentes: cortas en el sólido, medias en el líquido y largas en el gas.
- [ ] Las partículas conservan su tamaño en todos los estados y no se dibuja materia entre ellas.
- [ ] Los cambios de estado aparecen con su nombre correcto y se indica si el sistema absorbe o desprende energía.
- [ ] La gráfica de calentamiento tiene los ejes rotulados con magnitud y unidad y los tramos señalados.
- [ ] Se explica con partículas por qué la temperatura se mantiene aproximadamente constante durante el cambio de estado de una sustancia pura.
- [ ] Se distinguen evaporación y ebullición y calor y temperatura.
- [ ] Se citan datos concretos de las pruebas (volumen de la jeringa, tiempo del colorante, meseta del hielo).
- [ ] La explicación de la observación elegida usa el modelo y no atribuye a las partículas propiedades de la materia (se derriten, se hacen más grandes).
- [ ] Se indica al menos un límite del modelo y se cumplieron las normas de seguridad y de residuos.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Modelo visual de partículas y cambios de estado**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Explica con el modelo de partículas los estados, los cambios y la meseta de temperatura, distingue calor y temperatura y reconoce al menos un límite del modelo.	Explica correctamente estados y cambios con el modelo, con alguna imprecisión sobre energía o temperatura.	Describe los estados pero explica los cambios de forma parcial o mezcla calor y temperatura.	Atribuye a las partículas propiedades del material (se hacen más grandes, se derriten) o no usa el modelo.	
Datos y resolución	Gráfica temperatura-tiempo con ejes y escala correctos, tramos identificados, estados dados a partir de F5 y conversiones a kelvin correctas.	Gráfica y lecturas correctas con fallos menores de escala, unidades o conversión.	La gráfica o la tabla de tramos están incompletas o con errores de lectura.	Datos desordenados, sin gráfica ni lectura de tramos.	
Investigación	Predice antes de medir, controla variables (misma cantidad de agua, sin remover el vaso de colorante), contrasta con los datos y concluye con proporción.	Predicción y contraste adecuados con alguna variable sin controlar.	Anota datos pero no los compara con su predicción.	No distingue observación, explicación y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Aplica las normas con autonomía (agua templada, derrames, bata) y usa con precisión vocabulario como partícula, fusión, ebullición o difusión.	Cumple las normas con fallos menores y usa bien el vocabulario.	Necesita recordatorios o confunde términos (evaporación y ebullición).	Incumple normas o el modelo es ininteligible.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el modelo de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé dibujar un sólido, un líquido y un gas con partículas y explicar sus diferencias.	◯	◯	◯	◯
Sé explicar con partículas por qué la temperatura no cambia mientras el hielo se funde.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: una receta para explicar con partículas, una tabla de cambios y ejercicios de un paso.

Receta para explicar con partículas en cuatro pasos

1. **Antes:** ¿en qué estado está y cómo son sus partículas (distancia, orden, movimiento)?
2. **Energía:** ¿el sistema gana o pierde energía?
3. **Después:** ¿cómo cambian el movimiento y la distancia de las partículas?
4. **Nombre:** ¿cómo se llama el cambio?

Ejemplo: *el agua líquida se convierte en hielo.* Antes: partículas juntas y desordenadas. Pierde energía. Después: se mueven menos y se colocan ordenadas. Nombre: solidificación.

Los seis cambios de estado

- **Absorben energía:** fusión (S a L), vaporización (L a G) y sublimación (S a G).
- **Desprenden energía:** solidificación (L a S), condensación (G a L) y sublimación inversa (G a S).

1 **Une cada cambio con su descripción.**

1 Fusión ●	● a Gas a líquido
2 Condensación ●	● b Sólido a líquido
3 Sublimación ●	● c Líquido a sólido
4 Solidificación ●	● d Sólido a gas

2 **Completa con las palabras: juntas, separadas, ordenadas, deprisa.**

En un sólido las partículas están _____ y _____. En un gas están muy _____ y se mueven _____.

3 **Usa F5 y escribe el estado de cada sustancia a 20 °C.**

Sustancia	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Estado a 20 °C
Agua	0	100	
Butano	-138	-1	
Hierro	1538	2862	

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Por qué el agua hierve a menos de 100 °C en la montaña?

La temperatura de ebullición del agua depende de la presión del aire. En lo alto de una montaña hay menos aire, la presión es menor y el agua hierve a menos de 100 °C. Una regla aproximada: la temperatura de ebullición baja **1 °C cada 300 m** de altura sobre el nivel del mar, es decir, $t_{eb} \approx 100 - \frac{h}{300}$ con h en metros.

Pasos

1. Calcula la temperatura de ebullición en Madrid (667 m), en el Teide (3718 m) y en la cima del Everest (8849 m).
2. Explica con partículas por qué hace falta menos energía para que el agua hierva si la presión es menor.
3. Predice si un huevo tardará más o menos en cocerse en el Teide que en Madrid y justifica la respuesta.
4. Señala un límite de la regla: ¿es una ley exacta o una aproximación?

1 **Completa la tabla.**

Lugar	Altura h (m)	h : 300	Temperatura de ebullición (°C)
Nivel del mar	0		
Madrid	667		
Teide	3718		
Everest	8849		

Entrega

Una página con la tabla, los cálculos, la explicación con partículas y la predicción del huevo.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 3 · Sólido, líquido o gas

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: un gas; vaporización; se mueven más deprisa; 100 °C.
2. Explicaciones iniciales: respuesta abierta. Se aceptan las ideas previas; los errores esperables son «el agua del vaso atraviesa el cristal» (O3) o «el agua sube porque hierve» (O2). El objetivo es contrastarlas después con el modelo.
3. Predicción de la gráfica: lo habitual es dibujar una subida continua; los datos mostrarán una meseta a 0 °C. Se acepta cualquier predicción justificada.

Ficha 2

1. Dibujo: sólido con partículas muy juntas y ordenadas (filas), flechas muy cortas o sin flechas; líquido con partículas juntas y desordenadas con flechas medias; gas con pocas partículas muy separadas y flechas largas. Todas las partículas del mismo tamaño en los tres dibujos.
2. Tabla: sólido, muy cerca, ordenado, vibra, no; líquido, cerca, desordenado, se desliza, casi no; gas, lejos, desordenado, se mueve rápido en todas direcciones, sí.
3. Un gas llena el recipiente porque sus partículas, muy separadas y casi sin atracción, se mueven en todas direcciones y se alejan hasta que las frena la pared; el sólido mantiene forma porque las atracciones fijan las posiciones. El olor llega al dormitorio por difusión: las partículas del caldo se mezclan con las del aire por su movimiento.

Ficha 3

1. Fusión (A); solidificación (D); vaporización (A); condensación (D); sublimación (A); sublimación inversa (D).
2. Agua: líquido a 20 °C y sólido a -50 °C. Etanol: líquido y líquido (-114 < -50 < 78). Mercurio: líquido y sólido (-50 es menor que -39). Butano: gas y líquido (-138 < -50 < -1). Nitrógeno: gas y gas.
3. 0 °C = 273 K; 100 °C = 373 K; -196 °C = 77 K; 300 K = 27 °C.
4. Al calentar, las partículas de alcohol se mueven más y se separan más, así que el volumen aumenta y el líquido sube por el tubo (dilatación). La masa no cambia porque no se añaden ni se pierden partículas.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: todas marcadas antes de empezar; el docente sirve el agua templada (máximo 45 °C).
2. Rangos plausibles: aire de 20 mL a 8-12 mL y vuelve a 20 mL; agua de 20 mL a 19,5-20 mL. Colorante: agua templada (40 °C) tarda de 2 a 4 min, del grifo (20 °C) de 4 a 7 min y fría (10 °C) de 8 a 10 min o más; lo importante es que cuanto más caliente, antes se extiende.
3. Hielo de 60 g: temperatura inicial entre -18 y -5 °C según el congelador; sube hasta 0 °C en 2-5 min; meseta entre -0,5 y 1 °C durante 8-15 min; después sube unos 2-4 °C cada 2 min. Con agua y hielo bien mezclados, la lectura queda cerca de 0 °C.

Ficha 5

1. Gráfica con los datos de F7: puntos (0; -10), (2; -2,5), (4; 0), (6; 0), (8; 0), (10; 0), (12; 0), (14; 0,5), (16; 3,5), (18; 7) y (20; 10). Una subida, una meseta a 0 °C entre los minutos 4 y 12-14 y otra subida.
2. Tabla de tramos: hielo que se calienta (0-3 min): la temperatura sube y las partículas vibran más. Fusión (4-14 min): la temperatura es constante a 0 °C; la energía se emplea en vencer las atracciones y cambiar la ordenación, no en aumentar el movimiento. Agua que se calienta (desde 14 min): la temperatura sube y las partículas se mueven más deprisa.
3. Curva ideal: fusión de 0,12 a 1,97 min (1,85 min); ebullición de 4,29 a 16,85 min (12,56 min); relación 12,56 : 1,85 = 6,8. Con la misma potencia, vaporizar necesita unas 6,8 veces más energía que fundir (2260 J/g frente a 334 J/g, relación 6,8). Comparación con la predicción: respuesta abierta; la meseta contradice la idea de una subida continua.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («alargar las flechas del gas», «indicar que el vidrio no tiene poros»).
2. O5: el caldo ya está en ebullición; la energía que recibe se emplea en separar las partículas del líquido y convertirlas en vapor, no en aumentar su movimiento medio; por eso la temperatura se mantiene en 100 °C mientras haya líquido.

Ficha 7

1. Gráfica: de 0 a 4 min sube de 20 a 56 °C; entre 5 y 11 min se mantiene en 58 °C; de 12 min en adelante vuelve a subir (66 y 84 °C). Temperatura de fusión: 58 °C.
2. A 40 °C la parafina es sólida (por debajo de 58 °C) y a 70 °C es líquida. Entre los minutos 5 y 11 se funde: la energía absorbida se emplea en vencer las atracciones entre partículas y pasar de una ordenación fija a otra desordenada, y no en aumentar su movimiento medio; por eso la temperatura no sube.
3. Con el doble de cera la temperatura de fusión seguiría siendo 58 °C (propiedad específica de la sustancia), pero la meseta duraría el doble, porque hay el doble de partículas que separar con la misma energía por minuto. Se comprobaría repitiendo con dos cantidades y comparando las duraciones.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Fusión: sólido a líquido; condensación: gas a líquido; sublimación: sólido a gas; solidificación: líquido a sólido.
2. Sólido: juntas y ordenadas. Gas: separadas y deprisa.
3. Agua: líquido; butano: gas (20 °C > -1 °C); hierro: sólido.

Ampliación (Anexo 9)

1. Nivel del mar: 0 : 300 = 0; 100 °C. Madrid: 667 : 300 = 2,2; 100 - 2,2 = 97,8 °C. Teide: 3718 : 300 = 12,4; 87,6 °C. Everest: 8849 : 300 = 29,5; 70,5 °C.
2. Con menos presión hay menos aire sobre el líquido y las partículas necesitan menos energía para escapar y formar burbujas, por eso la ebullición ocurre a menor temperatura.
3. En el Teide el agua hierve a menos temperatura, así que el huevo recibe menos energía en el mismo tiempo y tardará más en cocerse (por eso se usan ollas a presión).
4. Límite: es una regla aproximada y lineal; la ebullición también depende de la meteorología y de que el agua sea pura.

⚠ Errores frecuentes

- Decir que las partículas se hacen más grandes, se derriten o se dilatan al calentar: solo cambian su movimiento y su distancia.
- Dibujar partículas de distinto tamaño en cada estado o poner «aire» o materia entre las partículas en lugar de vacío.
- Pensar que durante un cambio de estado la energía deja de entrar porque la temperatura no sube.
- Confundir calor y temperatura, o evaporación y ebullición.
- Creer que el agua del vaso atraviesa el cristal; las gotas del exterior proceden del vapor del aire.
- Unir los puntos de la gráfica de calentamiento con una curva suave sin marcar las mesetas.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- Se valora que la explicación use el modelo (distancia, orden, movimiento, energía) y no solo nombre el cambio.
- La curva de calentamiento real puede tener una meseta ligeramente inclinada o entre -0,5 y 1 °C por el termómetro y la mezcla; es válida si se identifica y se explica.
- Los tiempos del colorante dependen de la temperatura y de las corrientes del vaso; se evalúa la tendencia (más caliente, más rápido) y no el valor exacto.
- Seguridad: el docente sirve el agua templada (máximo 45 °C), no se hierve agua en el aula y se secan los derrames.

04

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Separar lo que parecía inseparable

PREGUNTA GUÍA

¿Qué propiedad de una mezcla debemos aprovechar para separarla?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones
BLOQUES DE SABERES A · B	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE5
PRODUCTO FINAL Guía práctica de separación de mezclas	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 2.2, 2.3, 3.3, 5.1

Contexto, reto y producto

La asociación del barrio organiza una jornada de limpieza en la playa. Al final de la mañana, los voluntarios han llenado una bolsa con «arena sucia» de la orilla: arena, sal seca, restos de serrín de las cajas de un chiringuito y tuercas y tornillos de acero oxidados. Hay que devolver la arena limpia al arenal, tirar el serrín al contenedor adecuado, entregar el metal a reciclaje y, de paso, algún voluntario propone recuperar la sal «como en las salinas». Nadie sabe por dónde empezar, y alguien ya ha sugerido echarlo todo en un cubo de agua. ¿Es una buena idea? ¿Qué pasa con la sal si se añade agua antes de pasar el imán?

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de separación de mezclas**. Aprende a distinguir **sustancias puras y mezclas** (homogéneas y heterogéneas) y a elegir cada técnica según la **propiedad física** que distingue a los componentes: el **magnetismo** (imantación), el **tamaño** de las partículas (tamizado y filtración), la **densidad** (flotación y decantación), la **solubilidad** (disolver la sal en agua) y la **volatilidad** (evaporación). Planifica el orden de los pasos, trabaja con seguridad, recupera cada componente, **calcula el porcentaje en masa** que ha recuperado y reconoce por qué nunca se recupera el 100 %. Con una cromatografía en papel resuelve además un pequeño misterio: qué rotulador escribió una nota anónima. El resultado es una **guía práctica de separación** que otro equipo pueda seguir.

Reto

Diseñar y comprobar un plan seguro para separar los componentes de una mezcla problema, justificando cada paso con la propiedad que aprovecha, y escribir una guía práctica que otro equipo pueda seguir para obtener los mismos resultados.

Producto final

Guía práctica de separación de mezclas.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

CE5 Trabajar de forma colaborativa y comprender la importancia de la ciencia en la mejora de la sociedad.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente y diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas.

3.3 Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.

5.1 Establecer interacciones constructivas y coeducativas, emprendiendo actividades de cooperación como forma de construir un medio de trabajo eficiente en la ciencia.

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

Código	Saber básico
B1	Teoría cinético-molecular: aplicación a observaciones sobre la materia explicando sus propiedades, los estados de agregación, los cambios de estado y la formación de mezclas y disoluciones.
B2	Experimentos relacionados con los sistemas materiales: conocimiento y descripción de sus propiedades, su composición y su clasificación.
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.

Código	Saber básico
A3	Diversos entornos y recursos de aprendizaje científico como el laboratorio o los entornos virtuales: materiales, sustancias y herramientas tecnológicas.
A4	Normas de uso de cada espacio, asegurando y protegiendo así la salud propia y comunitaria, la seguridad en las redes y el respeto hacia el medio ambiente.

Concreción didáctica en esta situación

- Sustancias puras y mezclas: homogéneas (disoluciones) y heterogéneas (suspensiones, mezclas de sólidos); sus componentes y el modelo de partículas.
- Propiedades físicas que permiten separar: magnetismo, tamaño de partícula, solubilidad, densidad y volatilidad.
- Técnicas: imantación, tamizado, filtración, decantación, evaporación y cristalización, y cromatografía en papel; destilación solo como demostración descrita.
- Planificación de una separación: orden de los pasos, material, recogida de cada componente y balance de masas (porcentaje recuperado).
- Normas de laboratorio, orden del puesto, gestión de residuos y trabajo cooperativo con roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Objetivos didácticos

- ✓ Clasificar sistemas como sustancias puras o mezclas homogéneas y heterogéneas, con partículas.
- ✓ Relacionar cada técnica de separación con la propiedad física que aprovecha.
- ✓ Planificar el orden de los pasos de una separación y justificarlo.
- ✓ Separar una mezcla de cuatro componentes con seguridad y calcular el porcentaje recuperado.
- ✓ Trabajar en equipo con roles rotatorios y redactar una guía práctica clara.

Metodología

Indagación
Predicción, contraste y conclusión.

Modelización
Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas
Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental
Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación
Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento con la bolsa de la playa, diagnóstico inicial, primeras ideas de plan y reparto de roles del equipo

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, plan inicial por componente y tabla de roles.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Sustancias puras y mezclas; técnicas de separación y la propiedad que aprovecha cada una

Evidencia: Ficha 2: relación técnica-propiedad y elección de técnica para seis mezclas cotidianas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Diseño del plan: orden de los pasos, mezcla nueva M2 y cálculo de porcentajes en masa

Evidencia: Ficha 3: orden de los pasos de M1, plan para M2 y porcentajes en masa.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Trabajo experimental: separación de la mezcla M1 y cromatografía de tintas

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad, tabla de masas recuperadas y datos de la cromatografía.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Balance de masas, porcentaje recuperado, pérdidas, resultado de la cromatografía y comparación con el plan

Evidencia: Ficha 5: porcentajes recuperados, causas de pérdida y conclusión sobre el rotulador.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador de la guía práctica de separación y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada de la guía y coevaluación del trabajo en equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación de la guía y evidencia individual: el cubo de la fregona

Evidencia: Guía final (Anexo 4) y Ficha 7: diseño individual de una separación de una mezcla nueva.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación argumentada de por qué cada técnica funciona (propiedad aprovechada) y clasificación razonada de los sistemas como sustancia pura, mezcla homogénea o heterogénea, con partículas.	Fichas 1, 2 y 7 y guía (Anexo 4) / lista de cotejo
2.2	Elección y orden de las técnicas para separar M1 y M2, con justificación de por qué el orden importa (imán antes que el agua) y comprobación mediante la masa recuperada.	Fichas 3, 4 y 5 / rúbrica
2.3	Formulación de un plan coherente con las propiedades físicas de los componentes y diseño del procedimiento para una mezcla nueva (M2 y el cubo de la fregona).	Fichas 3 y 7 / rúbrica
3.3	Cumplimiento de la lista de seguridad (imán, polvo, derrames), orden del puesto y gestión de residuos diferenciada (arena y serrín no al desagüe).	Ficha 4 y guía / observación sistemática
5.1	Reparto y cumplimiento de roles rotatorios, coevaluación del trabajo en equipo y revisión constructiva de la guía de otro equipo.	Fichas 1 y 6 y coevaluación (Anexo 7) / escala de observación

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Justifica cada paso con la propiedad física que aprovecha, clasifica correctamente las mezclas con partículas y explica por qué el orden de las técnicas importa.	Relaciona bien técnicas y propiedades, con alguna imprecisión al justificar el orden o clasificar.	Nombra las técnicas pero no las relaciona con la propiedad o confunde disolver con filtrar.	Confunde mezcla con sustancia pura o propone técnicas sin criterio.
Datos y resolución	Balance de masas completo con unidades, porcentajes en masa y de recuperación correctos, pérdidas explicadas y lectura correcta de la cromatografía.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades o redondeo.	Faltan masas o el cálculo del porcentaje está incompleto.	Datos desordenados, sin cálculo de porcentajes.
Investigación	Plan ordenado y justificado que se comprueba con datos, detecta las pérdidas de masa y propone mejoras concretas del procedimiento.	Plan adecuado con una justificación incompleta del orden o de las mejoras.	Plan sin comprobar o con pasos desordenados.	No hay plan ni comparación con los resultados.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas con autonomía, gestiona los residuos por separado y usa con precisión vocabulario como tamizado, decantación, disolución o cristalización.	Cumple las normas con fallos menores y usa bien el vocabulario.	Necesita recordatorios sobre seguridad o residuos, o confunde términos.	Incumple normas o la guía es ininteligible.
Revisión y cooperación	Cumple su rol y lo rota, coevalúa con ejemplos, revisa la guía de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol, dificulta el trabajo o no revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: bolsa M1 de 30,0 g preparada por el docente (20,0 g de arena fina, 5,0 g de sal fina, 2,0 g de serrín y 10 tuercas de acero no inoxidable de 3 mm, de unos 3,0 g), balanza (resolución 0,1 g), imán de ferrita dentro de una bolsita, 2 vasos de 250 mL, embudo de plástico, filtros de café, plato hondo, 3 platos de papel, cucharilla, colador pequeño y 100 mL de agua del grifo.
- Para la cromatografía: 3 rotuladores negros escolares de tinta soluble en agua (A, B y C), una nota anónima escrita con uno de ellos, 4 tiras de papel de filtro de 2 cm × 10 cm, lápiz, regla y un vaso con agua.
- Fichas del Anexo 3, dossier (Anexo 2) y plantilla de la guía práctica (Anexo 4); balanza y ventana soleada compartidas.

Seguridad y residuos

Bajo riesgo. Imanes de ferrita (no de neodimio), no soplar la arena, no probar nada y secar los derrames. La arena y el serrín no van al desagüe: cada residuo, a su recipiente.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Datos ya proporcionados, problemas de un paso, tablas parcialmente completadas y guías de procedimiento.

Ampliación

Anexo 9

Añadir una variable, comparar modelos, analizar un caso nuevo o justificar una limitación del modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

Tras la limpieza de la playa, la asociación del barrio tiene una bolsa de «arena sucia» con arena, sal, serrín y tuercas de acero. Hay que devolver la arena limpia, reciclar el metal, tirar el serrín donde corresponde y, si se puede, recuperar la sal como en las salinas. Alguien propone tirarlo todo a un cubo de agua. Vosotros sois el equipo de separación: descubriréis qué propiedad distingue a cada componente, decidiréis en qué orden actuar, comprobaréis cuánta masa recuperáis de cada uno y escribiréis una guía práctica para que otro equipo repita el trabajo.

«¿Qué propiedad de una mezcla debemos aprovechar para separarla?»

Vuestro reto

Diseñar y comprobar un plan seguro para separar los componentes de una mezcla problema, justificando cada paso con la propiedad que aprovecha, y escribir una guía práctica que otro equipo pueda seguir para obtener los mismos resultados.

Lo que vais a producir

Guía práctica de separación de mezclas.

Seguridad. Bajo riesgo. Imanes de ferrita (no de neodimio), no soplar la arena, no probar nada y secar los derrames.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos la bolsa de la playa, hacemos el diagnóstico, planteamos un plan inicial y repartimos roles.
2. Distinguimos sustancias puras y mezclas y relacionamos cada técnica con la propiedad que aprovecha.
3. Ordenamos los pasos del plan, diseñamos la separación de otra mezcla y calculamos porcentajes.
4. Separamos la mezcla M1 con seguridad y hacemos una cromatografía de tintas.
5. Calculamos la masa recuperada, explicamos las pérdidas y resolvemos el misterio del rotulador.
6. Escribimos la guía práctica, otro equipo la revisa y valoramos cómo hemos trabajado juntos.
7. Presentamos la guía y diseñamos, cada uno, la separación de una mezcla nueva.

Al terminar seré capaz de...

- Clasificar sistemas como sustancias puras o mezclas homogéneas y heterogéneas, con partículas.
- Relacionar cada técnica de separación con la propiedad física que aprovecha.
- Planificar el orden de los pasos de una separación y justificarlo.
- Separar una mezcla de cuatro componentes con seguridad y calcular el porcentaje recuperado.
- Trabajar en equipo con roles rotatorios y redactar una guía práctica clara.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

Todo lo necesario para separar sin improvisar: el caso de la bolsa, un esquema de las técnicas y su propiedad, las propiedades de los componentes, el plan de separación, el protocolo, datos de un equipo de prueba con su gráfica, los datos de la cromatografía, un ejemplo resuelto y un glosario.

F1 La bolsa de «arena sucia» de la playa

ESTUDIO DE CASO

Tras la jornada de limpieza, la asociación del barrio guarda una bolsa con la «arena sucia» que recogió en la orilla. Al mirarla con atención se distinguen **cuatro componentes**: granos de arena, cristales blancos de sal, serrín de madera y tuercas de acero oxidadas. A simple vista no es una mezcla homogénea: se ven las partes.

Los voluntarios discuten cómo separarla:

- **Álvaro:** «Lo más fácil es echarlo todo en un cubo de agua y ya se irá viendo».
- **Noa:** «Primero habría que sacar el metal con un imán, porque con el agua se oxida y se empapa todo».
- **Rubén:** «La sal no se puede recuperar: se ha mezclado con el agua y ya no hay manera».
- **Inés:** «Seguro que hay una propiedad distinta en cada componente, y cada técnica aprovecha una».

Vuestro trabajo es decidir qué propiedad aprovechar para cada componente, en qué orden actuar y cuánta masa se recupera de cada uno.

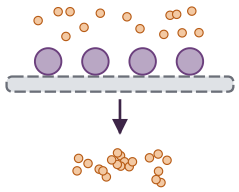
Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de una situación real: las jornadas de limpieza de playas.

¿Qué opinión te parece más sólida y cuál no? Piensa en cómo se recuperaría la sal de las salinas del litoral.

F2 Técnicas de separación y la propiedad que aprovechan

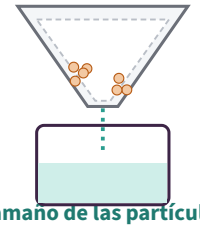
ESQUEMA

Tamizado



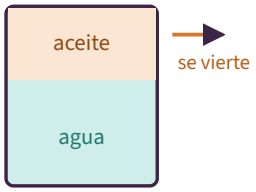
Tamaño de las partículas
los granos grandes no pasan

Filtración



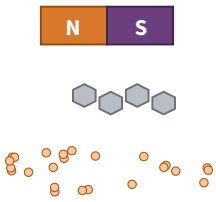
Tamaño de las partículas
el sólido insoluble no pasa

Decantación



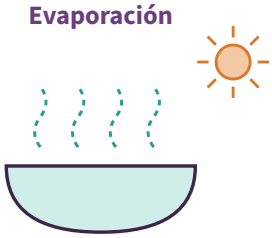
Densidad (líquidos inmiscibles)
el menos denso queda arriba

Imantación



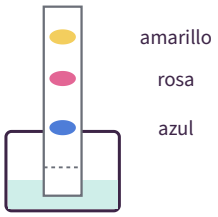
Magnetismo
el imán atrae el hierro y el acero

Evaporación



El agua se evapora; la sal no
queda la sal en el recipiente

Cromatografía en papel



Afinidad distinta por papel y agua
cada color avanza una distancia

Fuente: Esquemas de elaboración propia.

Cada técnica aprovecha una propiedad física distinta. Las técnicas no cambian las sustancias: los componentes siguen siendo los mismos.

F3 Los componentes de la mezcla M1 y sus propiedades

DATOS

Componente	Aspecto	¿Se disuelve en agua?	Densidad (g/cm³)	¿Lo atrae un imán?	Propiedad útil para separarlo
Arena	Granos duros de 0,1-0,5 mm	No	2,6	No	Es sólido insoluble: queda en el filtro
Sal (cloruro de sodio)	Cristales blancos pequeños	Sí: unos 36 g en 100 g de agua a 20 °C	2,2	No	Soluble: pasa el filtro disuelta y se recupera al evaporar el agua
Serrín	Virutas de madera	No	0,4-0,6	No	Menor densidad que el agua: flota
Acero (tuercas)	Pieza metálica gris	No	7,85	Sí	Magnetismo: se separa con un imán

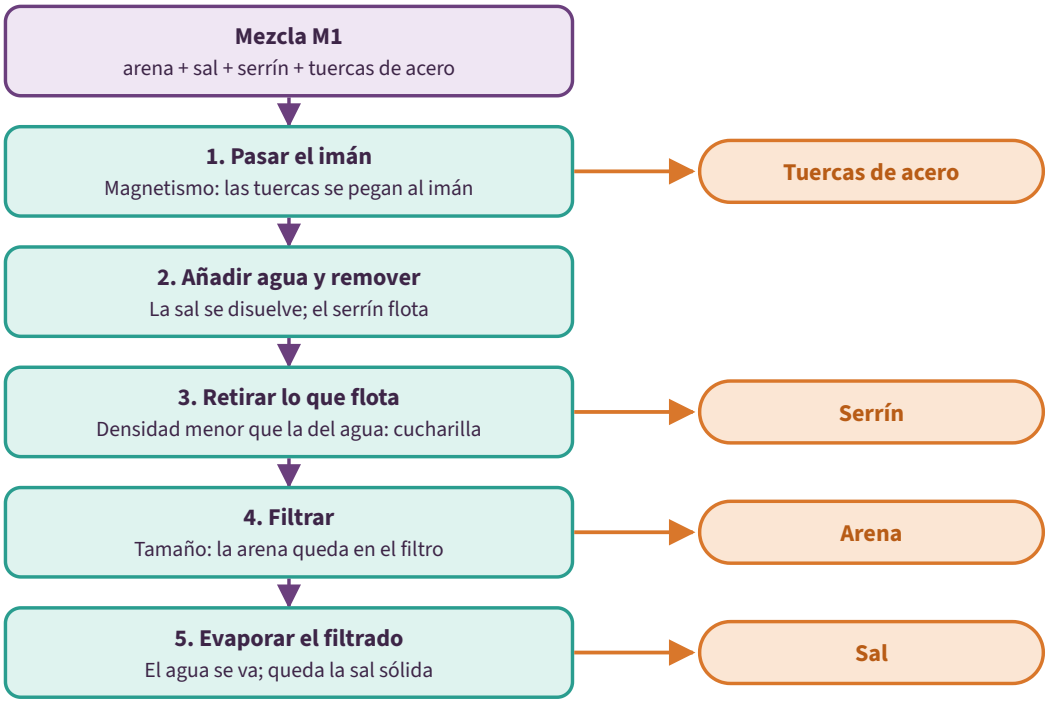
La **sal común** es una sustancia pura (cloruro de sodio, $NaCl$). Al disolverla en agua se obtiene una **mezcla homogénea**: sal y agua forman una disolución y la sal pasa a través del filtro. Una mezcla de arena y agua, en cambio, es **heterogénea**: la arena se ve y el filtro la retiene.

Fuente: Valores de referencia redondeados (por ejemplo, CRC Handbook of Chemistry and Physics). La densidad del serrín depende de la madera.

¿Por qué no se puede separar la sal del agua con un filtro de café? Piensa en el tamaño de las partículas de sal disuelta.

F4 Plan de separación de la mezcla M1

ESQUEMA



Cada paso aprovecha una propiedad distinta de un componente.
El orden importa: con agua antes del imán, las tuercas se mojan y cuesta separarlas.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

Si cambias el orden de dos pasos, ¿qué problema aparece? Prueba con el imán y el agua.

F5 Protocolo de laboratorio: separación de la mezcla M1 y cromatografía

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): bolsa M1 de 30,0 g (arena, sal, serrín y tuercas); imán de ferrita en una bolsita; balanza (0,1 g); 2 vasos de 250 mL; embudo; filtros de café; plato hondo; 3 platos de papel; cucharilla; colador pequeño; 100 mL de agua; 3 rotuladores negros solubles en agua (A, B, C) y una nota anónima; 4 tiras de papel de filtro de 2 cm × 10 cm; lápiz; regla; vaso con agua.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas. Riesgos: polvo de arena, derrames de agua, imán que pellizca los dedos. Precauciones: no soplar la arena, no probar nada, trabajar sobre una bandeja o un paño, dejar los imanes lejos de móviles y tarjetas y secar los derrames.

Variables: se miden las masas de cada componente recuperado (g). Se controla el orden de los pasos, la cantidad de agua (50 mL más 10 mL de lavado), el tiempo de remover (2 min) y el secado completo antes de pesar.

Roles: coordinador, responsable de material, responsable de seguridad y residuos, y secretario. Rotan en cada parte.

Procedimiento:

A. Separación de M1.

1. Observad M1 y anotad los componentes que veis; pesad la bolsa entera (30,0 g).
2. Pasad el imán, dentro de su bolsita, sobre la mezcla y retirad las tuercas; ponedlas en el plato 1.
3. Verted la mezcla restante en un vaso con 50 mL de agua y remover 2 minutos con la cucharilla.
4. Retirad con la cucharilla o el colador el serrín que flota y ponedlo en el plato 2 para secarlo.
5. Colocad un filtro en el embudo sobre el segundo vaso y verted despacio el líquido; lavad la arena del filtro con 10 mL más de agua.
6. Pasad el filtro con la arena al plato 3 para que se seque.
7. Verted el filtrado en el plato hondo, marcad el nivel y dejadlo 2 o 3 días en una ventana soleada, sin taparlo, hasta que se seque la sal.
8. Con todo seco, pesad cada componente (plato en la balanza con la tara a cero) y anotadlo en la tabla.

B. Cromatografía en papel.

9. En cada tira, trazad con lápiz una línea a 1,5 cm del borde inferior. Haced un punto pequeño con cada rotulador (A, B, C) y con la nota anónima.
10. Poned 1 cm de agua en un vaso y colgad la tira de modo que el punto quede sobre el agua, sin tocarla. Dejad unos 15 minutos y marcad con lápiz hasta dónde ha llegado el agua (frente).
11. Medid desde la línea la distancia que ha recorrido cada color y la del frente.

Limpieza y residuos: la arena y el serrín, a su recipiente o al contenedor (no al desagüe); el agua con sal, al desagüe con abundante agua; los filtros, a la papelera; las tuercas, al bote de reciclaje. Secad la mesa y lavaos las manos.

Resultado esperable (M1 de 30,0 g): tuercas 2,7-3,0 g; serrín 1,5-2,0 g; arena 19,0-20,0 g; sal 4,3-5,0 g. Recuperación total entre el 90 % y el 100 %. En la cromatografía, el frente llega a 7-8 cm y el rotulador negro se separa en varios colores.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué se pesa cada componente seco? ¿Y por qué se lava la arena con 10 mL de agua antes de secarla?

F6 Datos de un equipo de prueba (M1 de 30,0 g)

DATOS

Componente	Técnica	Masa inicial (g)	Masa recuperada (g)	Recuperado (%)
Tuercas de acero	Imantación	3,0	2,9	96,7
Serrín	Flotación	2,0	1,8	90,0
Arena	Filtración	20,0	19,5	97,5
Sal	Evaporación	5,0	?	?
Total		30,0	?	?

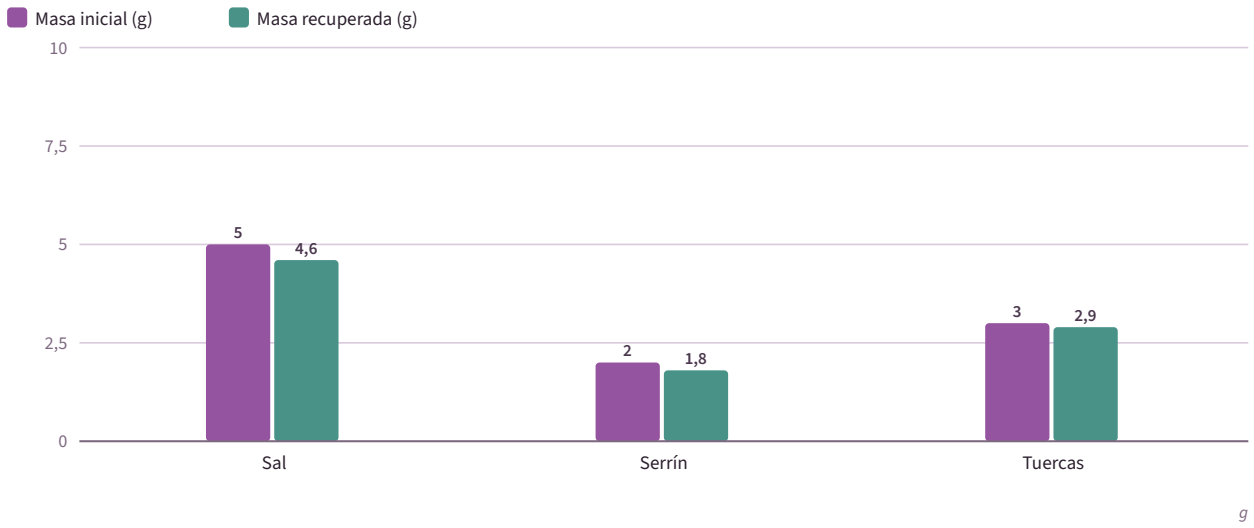
Masa de sal recuperada por el equipo tras secar el plato: **4,6 g**. Porcentaje recuperado = (masa recuperada : masa inicial) · 100.

Fuente: Datos ilustrativos, coherentes con una práctica escolar con balanza de 0,1 g. La composición inicial la conoce el docente.

Falta completar la fila de la sal y el total. ¿Qué componente se ha recuperado peor y por qué puede ser?

F7 Masa inicial y masa recuperada: sal, serrín y tuercas

GRÁFICO



En gramos, las pérdidas parecen pequeñas (0,4 g; 0,2 g; 0,1 g), pero para comparar la calidad de la separación hay que usar el **porcentaje recuperado**: la misma pérdida pesa más en un componente que tiene poca masa.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con los datos de F6 (la sal, con 4,6 g). La arena (20,0 g y 19,5 g) no se dibuja para que se lean bien las masas pequeñas.

Con la gráfica y F6, ¿en qué componente es mayor la pérdida en gramos? ¿Y en porcentaje?

F8 Cromatografía: ¿qué rotulador escribió la nota?

DATOS

Tira	Colores que aparecen (de arriba abajo)	Distancia de cada color (cm)	Frente del agua (cm)
Rotulador A	amarillo, rosa, azul	6,2 · 4,1 · 1,8	8,0
Rotulador B	amarillo, azul	6,3 · 2,9	8,0
Rotulador C	rosa, azul, violeta	4,0 · 1,7 · 0,9	8,0
Nota anónima	amarillo, rosa, azul	6,2 · 4,2 · 1,8	8,0

Una tinta negra es una **mezcla** de varios colorantes. Cada colorante sube por el papel una distancia distinta porque se disuelve en el agua y se adhiere al papel de forma diferente. Dos tintas iguales dejan los mismos colores a las mismas distancias.

Fuente: Datos ilustrativos, inspirados en cromatografías reales de tintas negras escolares solubles en agua. Distancias medidas desde la línea de salida.

¿Qué rotulador ha escrito la nota? ¿Qué rotuladores se pueden descartar y por qué?

F9 Ejemplo resuelto: balance de masas de la sal

ESTUDIO DE CASO

Datos: masa inicial de M1 = 30,0 g; sal inicial = 5,0 g; sal recuperada = 4,6 g.

1. Porcentaje de sal en la mezcla inicial (composición): $\frac{5{,}0\ \text{g}}{30{,}0\ \text{g}} \cdot 100 = 16{,}7\ \%$.

2. Porcentaje de sal recuperado: $\frac{4{,}6\ \text{g}}{5{,}0\ \text{g}} \cdot 100 = 92{,}0\ \%$.

3. Masa perdida: $5{,}0\ \text{g} - 4{,}6\ \text{g} = 0{,}4\ \text{g}$.

4. Posible causa: un poco de sal quedó disuelta en el agua que empapó la arena o el filtro, o se quedó pegada al vaso.

5. Balance total: $2{,}9 + 1{,}8 + 19{,}5 + 4{,}6 = 28{,}8\ \text{g}$ recuperados de 30,0 g, es decir, $\frac{28{,}8}{30{,}0} \cdot 100 = 96{,}0\ \%$. Se han perdido 1,2 g.

Fuente: Ejemplo de elaboración propia con datos de F6.

Haz el mismo cálculo para el serrín. ¿Qué componente se ha recuperado con menos porcentaje?

F10 Vocabulario del equipo de separación

GLOSARIO

Sustancia pura	Sistema con un solo tipo de sustancia y propiedades constantes, como la sal común o el agua destilada.
Mezcla homogénea	Mezcla en la que no se distinguen los componentes (disolución, aleación, aire).
Mezcla heterogénea	Mezcla en la que se distinguen los componentes a simple vista o con lupa.
Disolución	Mezcla homogénea de soluto (lo que se disuelve) y disolvente (donde se disuelve).
Imantación	Separación con un imán de componentes que contienen hierro o acero.
Tamizado	Separación por tamaño con un tamiz o colador.
Filtración	Separación de un sólido insoluble de un líquido con papel de filtro.
Decantación	Separación de líquidos que no se mezclan, o de un sólido que se posa, aprovechando su densidad.
Evaporación y cristalización	El disolvente se evapora y el soluto queda como cristales sólidos.
Cromatografía	Separación de los componentes de una mezcla por la distinta distancia que recorren en un papel.
Destilación	Separación de líquidos por sus puntos de ebullición. Se hace en el laboratorio con calor, por lo que solo se estudia como demostración descrita.
Porcentaje en masa	Gramos de un componente por cada 100 g de mezcla: (masa del componente : masa de la mezcla) · 100.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

FICHA 1 La bolsa de la playa

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa el esquema F2. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

El agua con aceite sin agitar es…
☐ una sustancia pura ☐ una mezcla homogénea ☐ una mezcla heterogénea

Para separar arena de agua se usa…
☐ la filtración ☐ la imantación ☐ la evaporación

La sal disuelta en agua se recupera por…
☐ tamizado ☐ evaporación ☐ imantación

Un imán puede separar…
☐ arena de sal ☐ limaduras de hierro de arena ☐ aceite de agua

2 **Plan inicial. Con F1 y tus ideas, escribe qué propiedad distinta tiene cada componente y qué técnica propondrías (se corregirá después).**

Componente	Propiedad que lo distingue	Técnica que propongo
Tuercas de acero		
Serrín		
Arena		
Sal		

3 **Roles del equipo. Repartid los roles (rotarán en cada parte) y escribid qué hace cada uno.**

Rol	Nombre	Qué hace
Coordinador/a		
Responsable de material		
Responsable de seguridad y residuos		
Secretario/a		

FICHA 2 Mezclas y técnicas de separación

Sesión 2

Usa F2, F3 y el glosario F10.

1 **Relaciona cada técnica con la propiedad física que aprovecha.**

1 Imantación ●	● a Distinto tamaño de las partículas
2 Tamizado ●	● b Distinta afinidad por el papel y el agua
3 Decantación ●	● c Magnetismo
4 Evaporación ●	● d El disolvente se evapora y el soluto no
5 Cromatografía ●	● e Distinta densidad de dos líquidos que no se mezclan

2 **Elige la técnica más adecuada para cada mezcla y clasifícala como homogénea u heterogénea.**

Mezcla	¿Homogénea o heterogénea?	Técnica	Propiedad aprovechada
Arroz y piedrecitas pequeñas			
Agua y aceite de oliva			
Agua con sal			
Café molido y agua			
Clips de acero y arena			
Tinta de un rotulador			

3 **Explica con partículas (F3) por qué un filtro de café retiene la arena pero no la sal disuelta en agua.**

FICHA 3 Diseñamos el plan y calculamos porcentajes

Sesión 3

Usa F3 y F4 y el ejemplo resuelto F9.

1 **Ordena los pasos del plan de F4 (numéralos del 1 al 5) y explica por qué el imán va antes que el agua.**

Paso (desordenado)	N° de orden
Filtrar el líquido	
Pasar el imán por la mezcla seca	
Evaporar el agua del filtrado	
Retirar el serrín que flota	
Añadir agua y remover	

2 **Mezcla M2: 14,0 g de grava gruesa, 12,0 g de arena fina, 8,0 g de sal y 6,0 g de clips de acero. Diseña la separación con una técnica y una propiedad en cada paso.**

Paso	Técnica	Propiedad aprovechada	Qué obtengo
1			
2			
3			
4			
5			

3 **Calcula el porcentaje en masa de cada componente de M2 y comprueba que suman 100 %. Después, calcula cuántos gramos de sal hay en 250 g de una mezcla que contiene un 30 % de sal.**

FICHA 4 En el laboratorio: separamos M1

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F5. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de empezar).**

- [ ] El puesto está despejado y trabajamos sobre un paño o una bandeja
- [ ] El imán está lejos de móviles y tarjetas y no pellizca los dedos
- [ ] No soplamos la arena ni probamos ninguna sustancia
- [ ] Tenemos paños para los derrames
- [ ] Sabemos dónde va cada residuo (arena, serrín, agua con sal, filtros y tuercas)

2 **Parte A. Anota lo que ves en M1 y las masas recuperadas de cada componente cuando estén secos.**

Componente	Técnica	Masa recuperada (g)	Observaciones
Tuercas de acero			
Serrín			
Arena			
Sal			
Total			

3 **Parte B. Anota los resultados de la cromatografía (distancias medidas desde la línea de salida).**

Tira	Colores (de arriba abajo)	Distancia de cada color (cm)	Frente (cm)
Rotulador A			
Rotulador B			
Rotulador C			
Nota anónima			

FICHA 5 Balance de masas y análisis

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F6, F7 y F8). El docente te dará la composición inicial de M1.

1 **Calcula el porcentaje recuperado de cada componente y el balance total.**

Componente	Masa inicial (g)	Masa recuperada (g)	Recuperado (%)	Pérdida (g)
Tuercas	3,0			
Serrín	2,0			
Arena	20,0			
Sal	5,0			
Total	30,0			

2 **¿Qué componente has recuperado peor? Explica dos causas posibles de pérdida y cómo las evitarías.**

3 **Con F8, decide qué rotulador escribió la nota anónima y justifica la respuesta con las distancias. ¿Qué rotuladores descartas y por qué?**

FICHA 6 Escribimos y revisamos la guía

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad la guía del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Indica el material y las cantidades
- ☐ Explica los riesgos y la gestión de cada residuo
- ☐ Los pasos están numerados y en un orden que funciona
- ☐ Cada paso dice qué propiedad aprovecha
- ☐ Incluye el balance de masas con porcentajes
- ☐ Hay un esquema del plan o del montaje
- ☐ Señala las pérdidas y los límites
- ☐ Se podría repetir sin hacer ninguna pregunta

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para la guía del otro equipo.**

3 **Coevaluación del trabajo en equipo. Valorad vuestro equipo de 1 (nada) a 4 (mucho).**

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Hemos repartido las tareas de forma justa y hemos rotado los roles	○	○	○	○
Hemos escuchado todas las ideas y decidido juntos	○	○	○	○
Hemos ayudado a quien lo necesitaba	○	○	○	○
Hemos dejado el puesto limpio y los residuos bien separados	○	○	○	○

FICHA 7 Evidencia individual: el cubo de la fregona

Sesión 7

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Trabajo individual. Aplica todo lo aprendido a una mezcla nueva.

1 **El cubo de la fregona del taller contiene agua con sal, aceite de oliva flotando, tierra fina y tornillos de acero. Diseña la guía de separación completa.**

Paso	Técnica	Propiedad aprovechada	Qué obtengo
1			
2			
3			
4			
5			

2 **Dibuja y rotula el montaje de filtración que usarías para separar la tierra del agua (embudo, filtro, vaso, mezcla, filtrado y residuo).**

3 **De 25,0 g de mezcla seca se han recuperado 4,5 g de tornillos, de los 5,0 g que había. Calcula el porcentaje de tornillos en la mezcla y el porcentaje recuperado, y explica por qué es raro recuperar el 100 %. Clasifica el agua con sal y el agua con tierra como homogénea o heterogénea.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Guía práctica de separación del equipo. Escribid con frases completas; todas las medidas con su unidad.

Mezcla y componentes

Qué mezcla es, cómo es (homogénea o heterogénea) y qué componentes tiene.

Material y cantidades

Lista del material y de las cantidades.

Seguridad y residuos

Riesgos, precauciones y qué se hace con cada residuo.

Propiedades que aprovechamos

Una propiedad por componente.

Plan: esquema de pasos

Diagrama con flechas; el orden y por qué.

Procedimiento paso a paso

Pasos numerados que otro equipo pueda repetir.

Masas y porcentajes recuperados

Tabla: componente, masa inicial, recuperada, % y pérdida.

Análisis de pérdidas y límites

Por qué no se recupera el 100 % y qué mejoraríamos.

Cromatografía

Colores y distancias; conclusión.

Conclusión

Qué propiedad hay que aprovechar para separar y por qué importa el orden.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Guía práctica de separación de mezclas**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La mezcla está clasificada como homogénea o heterogénea y se indican sus componentes.
- [ ] Cada componente tiene asignada la propiedad física que permite separarlo y la técnica correspondiente.
- [ ] El orden de los pasos está justificado (por ejemplo, el imán antes del agua).
- [ ] Hay un esquema del plan con flechas y el procedimiento está numerado y se puede repetir sin preguntas.
- [ ] Se indican material y cantidades, riesgos y precauciones.
- [ ] Cada residuo (arena, serrín, agua con sal, filtros, tuercas) tiene su destino indicado.
- [ ] La tabla de masas tiene unidades, porcentajes recuperados y pérdida total, con los cálculos correctos.
- [ ] Se explican al menos dos causas de pérdida de masa y una mejora concreta.
- [ ] La conclusión de la cromatografía se apoya en distancias medidas.
- [ ] Se ha completado la coevaluación del trabajo en equipo y los roles han rotado.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Guía práctica de separación de mezclas**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Justifica cada paso con la propiedad física que aprovecha, clasifica correctamente las mezclas con partículas y explica por qué el orden de las técnicas importa.	Relaciona bien técnicas y propiedades, con alguna imprecisión al justificar el orden o clasificar.	Nombra las técnicas pero no las relaciona con la propiedad o confunde disolver con filtrar.	Confunde mezcla con sustancia pura o propone técnicas sin criterio.	
Datos y resolución	Balance de masas completo con unidades, porcentajes en masa y de recuperación correctos, pérdidas explicadas y lectura correcta de la cromatografía.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades o redondeo.	Faltan masas o el cálculo del porcentaje está incompleto.	Datos desordenados, sin cálculo de porcentajes.	
Investigación	Plan ordenado y justificado que se comprueba con datos, detecta las pérdidas de masa y propone mejoras concretas del procedimiento.	Plan adecuado con una justificación incompleta del orden o de las mejoras.	Plan sin comprobar o con pasos desordenados.	No hay plan ni comparación con los resultados.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas con autonomía, gestiona los residuos por separado y usa con precisión vocabulario como tamizado, decantación, disolución o cristalización.	Cumple las normas con fallos menores y usa bien el vocabulario.	Necesita recordatorios sobre seguridad o residuos, o confunde términos.	Incumple normas o la guía es ininteligible.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol y lo rota, coevalúa con ejemplos, revisa la guía de otro equipo con propuestas concretas e incorpora las mejoras recibidas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol, dificulta el trabajo o no revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé elegir una técnica de separación a partir de la propiedad física que distingue a los componentes de una mezcla.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular un porcentaje en masa y explicar por qué no recupero el 100 % de cada componente.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: preguntas para elegir la técnica, un ejemplo de porcentaje y ejercicios de un paso.

Tres preguntas para elegir la técnica

1. **¿Hay algún componente que lo atraiga un imán?** Sí: imantación.
2. **¿Hay uno que se disuelva en agua y otro que no?** Sí: añadir agua, filtrar y evaporar el filtrado.
3. **¿Hay uno que flote en agua o que tenga un tamaño muy distinto?** Sí: flotación con cucharilla o tamizado.

Cómo calcular un porcentaje en masa

Porcentaje = (masa del componente : masa de la mezcla) · 100.

Ejemplo: en 50,0 g de mezcla hay 10,0 g de sal. $\frac{10{,}0}{50{,}0} \cdot 100 = 20\ \%$.

1 **Une cada mezcla con la técnica que usarías.**

1 Clips de acero y arena ●	● a Evaporación
2 Lentejas y piedrecitas ●	● b Imantación
3 Agua con tierra ●	● c Filtración
4 Agua con sal ●	● d Tamizado

2 **Completa el plan de separación de M1 con las palabras: imán, disuelva, filtra, evaporar.**

Primero se pasa el _____ para sacar las tuercas. Después se añade agua y se remueve para que se _____ la sal. Se _____ para quedarse con la arena y se deja _____ el agua para recuperar la sal.

3 **Calcula los porcentajes en masa de una mezcla de 40,0 g que contiene 10,0 g de arena, 6,0 g de sal y 24,0 g de piedras.**

Componente	Masa (g)	Cálculo	Porcentaje (%)
Arena	10,0		
Sal	6,0		
Piedras	24,0		
Total	40,0		

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Las salinas: ¿cuánta agua hay que evaporar para obtener sal?

En las salinas del litoral la sal se obtiene dejando evaporar el agua en balsas poco profundas. El agua de mar contiene unos **35 g de sal por litro**. En una salina de interior se parte de una salmuera mucho más concentrada, de unos **250 g/L** (dato ilustrativo). Además, la evaporación depende del lugar: con 50 g de agua en un plato durante 24 h se perdieron **9 g al sol**, **4 g a la sombra** y **7 g a la sombra con ventilador**.

Pasos

1. Calcula cuántos litros de agua de mar hay que evaporar para obtener 1,0 kg de sal y cuántos de la salmuera de 250 g/L. ¿Cuántas veces menos agua hace falta con la salmuera?
2. Calcula la rapidez de evaporación (g/día) en cada situación y los días que tardarían en evaporarse los 50 g de agua.
3. Identifica la variable independiente y la dependiente y propón un experimento seguro para comprobar si el viento acelera la evaporación.
4. Explica con el modelo de partículas por qué el sol y el viento aceleran la evaporación.

1 **Completa la tabla.**

Situación	Agua perdida en 24 h (g)	Rapidez (g/día)	Días para evaporar 50 g
Al sol	9		
A la sombra	4		
Sombra con ventilador	7		

Entrega

Una página con los cálculos, el diseño del experimento sobre el viento y la explicación con partículas.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 4 · Separar lo que parecía inseparable

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: una mezcla heterogénea; la filtración; evaporación; limaduras de hierro de arena.
2. Plan inicial: respuesta abierta. Propuesta esperable: tuercas, imán (magnetismo); serrín, flotación en agua (densidad); arena, filtración (tamaño, insoluble); sal, disolver y evaporar (solubilidad). Se aceptan ideas parciales; se corregirán tras la ficha 2.
3. Roles: coordinador/a (organiza y vigila los tiempos), responsable de material (recoge y devuelve), responsable de seguridad y residuos, secretario/a (anota datos). Deben rotar en cada parte.

Ficha 2

1. Imantación: magnetismo; tamizado: distinto tamaño de las partículas; decantación: distinta densidad de dos líquidos que no se mezclan; evaporación: el disolvente se evapora y el soluto no; cromatografía: distinta afinidad por el papel y el agua.
2. Arroz y piedrecitas: heterogénea, tamizado, tamaño. Agua y aceite: heterogénea, decantación, densidad. Agua con sal: homogénea, evaporación, volatilidad (el agua se evapora y la sal no). Café molido y agua: heterogénea, filtración, tamaño. Clips y arena: heterogénea, imantación, magnetismo. Tinta de rotulador: homogénea, cromatografía, distinta afinidad por el papel.
3. Las partículas de sal disuelta son tan pequeñas (iones, casi del tamaño de las moléculas de agua) que pasan por los poros del filtro; los granos de arena, formados por muchísimas partículas, son demasiado grandes y quedan en el filtro.

Ficha 3

1. Orden: 1 pasar el imán por la mezcla seca; 2 añadir agua y remover; 3 retirar el serrín que flota; 4 filtrar el líquido; 5 evaporar el agua del filtrado. El imán va antes porque con la mezcla seca las tuercas se separan limpias; con agua se mojan, se oxidan y se mezclan con la arena mojada y el serrín.
2. M2: 1 imantación (clips, magnetismo); 2 tamizado con colador (grava gruesa, tamaño; queda la arena fina con la sal); 3 añadir agua y remover (la sal se disuelve); 4 filtrar (arena fina, tamaño); 5 evaporar el filtrado (sal, volatilidad).
3. Porcentajes de M2 (40,0 g): grava 14,0 : 40,0 · 100 = 35 %; arena 12,0 : 40,0 · 100 = 30 %; sal 8,0 : 40,0 · 100 = 20 %; clips 6,0 : 40,0 · 100 = 15 %; suma 100 %. Sal en 250 g con un 30 %: 250 · 0,30 = 75 g.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: todas las casillas marcadas antes de empezar; el docente puede pedir la firma del responsable de seguridad.
2. Rango plausible de masas recuperadas (M1 de 30,0 g, balanza de 0,1 g): tuercas 2,7-3,0 g; serrín 1,5-2,0 g (si está seco); arena 19,0-20,0 g; sal 4,3-5,0 g. Total 27-30 g.
3. Cromatografía: el frente llega a 7-8 cm; A y la nota dan tres colores a distancias casi iguales; B da dos colores y C tres colores distintos. Con balanza de 1 g el serrín y la sal salen con error grande.

Ficha 5

1. Con los datos de F6: tuercas 2,9 : 3,0 = 96,7 %; serrín 1,8 : 2,0 = 90,0 %; arena 19,5 : 20,0 = 97,5 %; sal 4,6 : 5,0 = 92,0 %. Total 28,8 : 30,0 = 96,0 %; pérdida total 1,2 g (tuercas 0,1; serrín 0,2; arena 0,5; sal 0,4).
2. El peor recuperado en porcentaje es el serrín (90 %), por su poca masa y porque partículas pequeñas se quedan en la arena o el filtro. Causas: serrín que se hunde o se queda pegado, sal disuelta que empapa la arena, material que se queda en vasos y cucharilla, humedad residual. Mejoras: lavar los recipientes con el agua de lavado, secar del todo, usar un colador fino.
3. Cromatografía: la nota coincide con el rotulador A (amarillo 6,2 / 6,2; rosa 4,1 / 4,2; azul 1,8 / 1,8). B se descarta porque no tiene rosa; C porque no tiene amarillo y sus distancias son distintas.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar cuánta agua se añade», «explicar dónde se tira el serrín»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Coevaluación: respuesta abierta; se valora que se justifique con ejemplos concretos y se proponga una mejora para el siguiente trabajo.

Ficha 7

1. Plan modelo: 1 imantación (tornillos de acero; magnetismo; tornillos); 2 decantación o retirada del aceite que flota con una cucharilla o sifón (aceite; menor densidad y no se mezcla con agua; aceite); 3 filtración (tierra; tamaño; tierra en el filtro); 4 evaporación del filtrado (sal; el agua se evapora; sal sólida). Se acepta otro orden razonado (por ejemplo, retirar primero los tornillos con un imán dentro de una bolsita).
2. Montaje: embudo con papel de filtro sobre un vaso; la mezcla se vierte en el filtro; el residuo (tierra) queda en el papel y el filtrado cae al vaso. Rótulos esperados: embudo, filtro, mezcla, residuo, filtrado y vaso.
3. Porcentaje de tornillos en la mezcla: 5,0 : 25,0 · 100 = 20 %. Porcentaje recuperado: 4,5 : 5,0 · 100 = 90 %. No se recupera el 100 % porque quedan restos pegados al material, hay humedad residual y se pierde algo al transferir. Agua con sal: mezcla homogénea; agua con tierra: mezcla heterogénea.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Clips y arena: imantación; lentejas y piedrecitas: tamizado; agua con tierra: filtración; agua con sal: evaporación.
2. Primero se pasa el imán para sacar las tuercas. Después se añade agua y se remueve para que se disuelva la sal. Se filtra para quedarse con la arena y se deja evaporar el agua para recuperar la sal.
3. Arena 10,0 : 40,0 · 100 = 25 %; sal 6,0 : 40,0 · 100 = 15 %; piedras 24,0 : 40,0 · 100 = 60 %; total 100 %.

Ampliación (Anexo 9)

1. Agua de mar: 1000 g : 35 g/L = 28,6 L. Salmuera de 250 g/L: 1000 : 250 = 4,0 L. Hace falta 28,6 : 4,0 = 7,1 veces menos agua con la salmuera.
2. Rapidez: al sol 9 g/día, a la sombra 4 g/día, sombra con ventilador 7 g/día. Días para evaporar 50 g: 50 : 9 = 5,6 días; 50 : 4 = 12,5 días; 50 : 7 = 7,1 días.
3. Variable independiente: la ventilación (con o sin ventilador); dependiente: masa de agua perdida en 24 h; controladas: cantidad de agua, plato, lugar y temperatura. Se mide la masa inicial y final de dos platos iguales con 50 g de agua.
4. El sol aporta energía: las partículas de agua de la superficie se mueven más deprisa y escapan con más facilidad; el viento se lleva las partículas de vapor y deja espacio para que escapen otras.

⚠ Errores frecuentes

- Echar agua antes de pasar el imán: las tuercas se mojan y se oxidan, y la mezcla se vuelve difícil de separar.
- Pensar que la sal desaparece al disolverse: sigue estando en el agua y se recupera al evaporarla.
- Intentar separar la sal disuelta con un filtro: las partículas disueltas pasan por el papel.
- Pesar los componentes húmedos (serrín, arena) y obtener masas mayores que las iniciales o porcentajes de recuperación superiores al 100 %.
- Tirar la arena o el serrín por el desagüe en lugar de a su residuo.
- Confundir una mezcla homogénea con una sustancia pura porque «se ve igual en todas partes».

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La guía es válida si otra persona puede repetirla sin preguntar: material y cantidades, riesgos, pasos numerados, residuos y balance de masas.
- El porcentaje de recuperación esperado está entre el 90 % y el 100 %; si pasa del 100 % hay que sospechar humedad residual.
- Los resultados de la cromatografía dependen del papel y del rotulador; se evalúa que la conclusión se apoye en distancias medidas.
- Seguridad: vigilar los imanes (ferrita, no neodimio), el polvo de arena, los derrames y que la arena no vaya al desagüe.

05

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

¿Cuánto hay disuelto?

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo describimos una disolución para que otra persona pueda prepararla?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Recetario científico de disoluciones	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.2, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3

Contexto, reto y producto

En el laboratorio de Biología hay un acuario marino con peces y anémonas. Cada semana hay que renovar parte del agua, y en la pared cuelga una nota del conserje: «Agua del acuario: unas cuantas cucharadas de sal marina en una garrafa de agua, remover y listo». Esta semana la prepararon dos personas distintas. Una echó cinco cucharadas y la otra, doce. Los peces del segundo turno se muestran apáticos y nadie sabe si la culpa es del agua, porque la nota no dice cuánta sal, cuánta agua ni qué tamaño de cucharada.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de redactores de recetas científicas**. Aprende a distinguir **soluto** y **disolvente**, a reconocer una **disolución** como mezcla **homogénea** con el modelo de partículas, a expresar la **concentración en g/L** (masa de soluto por litro de disolución), a preparar una disolución con la técnica de **pesar, disolver y enrasar** y a interpretar la **solubilidad** y la **saturación** a partir de datos y gráficas. Con material escolar seguro (sal, bicarbonato y café soluble) compruebas que el soluto no desaparece, que se puede **diluir** sin perder el control de la concentración y que no todo cabe en el agua. El resultado es un **recetario científico** en el que cada receta dice cuánto, de qué y cómo, de modo que otra persona pueda repetirla y obtener la misma disolución.

Reto

Escribir un recetario de disoluciones cuyas recetas indiquen soluto, disolvente, cantidades, concentración en g/L y pasos seguros, para que otro equipo obtenga la misma disolución.

Producto final

Recetario científico de disoluciones.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

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

1.2 Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.

2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.

3.3 Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.

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

Código	Saber básico
B1	Teoría cinético-molecular: aplicación a observaciones sobre la materia explicando sus propiedades, los estados de agregación, los cambios de estado y la formación de mezclas y disoluciones.
B2	Experimentos relacionados con los sistemas materiales: conocimiento y descripción de sus propiedades, su composición y su clasificación.
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.

Código	Saber básico
A5	El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.

Concreción didáctica en esta situación

- Soluto y disolvente: cuál es cada uno en disoluciones sólidas, líquidas y gaseosas (agua salada, refresco, aire, latón); el disolvente es el componente mayoritario.
- Disolución como mezcla homogénea: modelo de partículas (el soluto se reparte entre las partículas del disolvente) y conservación de la masa al disolver.
- Concentración sencilla en g/L: $c = \frac{m_{soluto}}{V_{disolución}}$; cálculo de c, de m y de V en problemas de un paso; diferencia entre el volumen del agua y el de la disolución.
- Preparación de una disolución (pesar, disolver, enrasar, etiquetar) y dilución sencilla por mitades.
- Solubilidad y saturación de forma cualitativa: hasta cuánto soluto admite el disolvente a una temperatura dada; lectura de una gráfica solubilidad-temperatura.

Objetivos didácticos

- Identificar soluto y disolvente y explicar con partículas por qué una disolución es homogénea.
- Calcular la concentración en g/L, la masa de soluto o el volumen con $c = \frac{m}{V}$.
- Preparar una disolución de concentración conocida (pesar, disolver, enrasar) y comprobar que la masa se conserva.
- Interpretar datos de solubilidad y reconocer cuándo una disolución está saturada.
- Redactar una receta con cantidades, pasos y seguridad, y reconocer los límites de la medida.

Metodología

Indagación

Predicción, contraste y conclusión.

Modelización

Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas

Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental

Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación

Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del caso del acuario, diagnóstico y primera predicción sobre qué le pasa a la sal al disolverse

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, predicción justificada y datos que faltan en la nota del conserje.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Soluto, disolvente, disolución homogénea y modelo de partículas; disoluciones sólidas, líquidas y gaseosas

Evidencia: Ficha 2: clasificación de sistemas (F3), dibujo de partículas y verdadero o falso.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Concentración en g/L: cálculo de c, de m y de V con ejemplos resueltos; técnica de preparación

Evidencia: Ficha 3: tabla de problemas de concentración y receta del acuario calculada.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica: preparar 100 mL de disolución de 20 g/L, diluir café por mitades y buscar la saturación de sal y de bicarbonato

Evidencia: Ficha 4: tablas de datos de las partes A, B y C y lista de seguridad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: comparar con las predicciones, leer solubilidades en la gráfica y corregir un error de cálculo

Evidencia: Ficha 5: comparación con F8 y F9, gráfica del bicarbonato y corrección de la concentración errónea.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del recetario con tres recetas y revisión por otro equipo

Evidencia: Ficha 6: borrador de receta y revisión cruzada con propuestas de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del recetario y evidencia individual con una receta nueva

Evidencia: Recetario final (Anexo 4) y Ficha 7: receta de limonada, disolución imposible y etiqueta de agua mineral.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.2	Resolución razonada de problemas de concentración (c, m y V) con planteamiento, conversión de unidades, resultado con unidad y comprobación de que es razonable, incluida la receta del acuario.	Fichas 3, 5 y 7 / rúbrica
2.2	Estrategia para comprobar la preparación: pesada con balanza antes y después de disolver, enrasado, dilución por mitades y búsqueda de la saturación, con hipótesis previa y comparación con los datos.	Fichas 1, 4 y 5 / lista de cotejo
3.1	Uso de datos en tabla (F8), en gráfica (F9) y en dibujo (F2, F5, F7): lectura de solubilidades, gráfica del bicarbonato y relación del orden del color con la concentración.	Fichas 2, 4 y 5 / rúbrica
3.2	Magnitudes y unidades (g, mL, L, g/L), símbolos sin plural, conversiones mL a L, nombre y fórmula de las sustancias (cloruro de sodio, NaCl) y cálculo con la fórmula c = m/V.	Fichas 3 y 7 y recetario / lista de cotejo
3.3	Normas de laboratorio: gafas con vidrio, no probar sustancias, orden del puesto, secado de derrames, vertido de las disoluciones diluidas y limpieza.	Ficha 4 y protocolo / observación sistemática

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica con partículas soluto, disolvente y disolución homogénea, justifica que la masa se conserva y distingue saturada de no saturada, con límites del modelo.	Identifica soluto y disolvente y explica correctamente lo esencial de la disolución y de la saturación, con alguna imprecisión.	Distingue soluto y disolvente, pero confunde disolver con desaparecer o saturación con concentración alta.	Confunde disolución con mezcla heterogénea o piensa que el soluto desaparece.
Datos y resolución	Calcula c, m y V con unidades coherentes y volumen final, lee la gráfica de solubilidad, detecta errores y comprueba el resultado.	Cálculos correctos con algún fallo menor de unidades o de conversión mL a L.	Resuelve solo problemas muy guiados o usa el volumen del agua en lugar del de la disolución.	No plantea la relación entre masa, volumen y concentración o los resultados no tienen unidad.
Investigación	Predice, prepara con pesada y enrasado, contrasta dilución y saturación con los datos y concluye de forma proporcionada, señalando límites.	Diseño y comparación adecuados con una conclusión algo general.	Registra los datos pero compara poco con la predicción o no controla el volumen final.	No distingue dato, predicción y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Recetas completas (soluto, disolvente, cantidades, g/L, pasos, seguridad, residuos) que otra persona repite sin preguntar; vocabulario preciso.	Recetas seguibles con algún dato poco preciso (por ejemplo, falta el volumen final).	Recetas incompletas o con cantidades vagas («un poco», «una cucharada»).	No hay recetas o se incumplen las normas del laboratorio.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa la receta de otro equipo con propuestas concretas y cambia su borrador con ellas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; la revisión es superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: balanza de 0,1 g (compartida si no hay una por mesa), probeta de 100 mL y de 10 mL (o jeringa sin aguja de 10 mL), 5 vasos transparentes iguales de unos 150 mL, varilla o cucharilla, cartulina blanca, papel, rotulador y etiquetas adhesivas.
- Sustancias por equipo: 10 g de sal común fina, 2 g de bicarbonato de sodio, 2 g de café soluble y agua del grifo.
- Fichas del Anexo 3, dossier del Anexo 2 y plantilla del recetario (Anexo 4); calculadora.

Seguridad y residuos

Actividad de bajo riesgo con sal, bicarbonato y café soluble: no se prueba nada. Gafas con material de vidrio y derrames secados al instante. Las disoluciones diluidas se vierten por el desagüe con abundante agua y el sólido sobrante va a la basura orgánica.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Datos ya proporcionados, problemas de un paso, tablas parcialmente completadas y guías de procedimiento.

Ampliación

Anexo 9

Añadir una variable, comparar modelos, analizar un caso nuevo o justificar una limitación del modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

La nota del acuario dice «unas cuantas cucharadas de sal por garrafa». Un turno echó cinco, otro echó doce, y los peces del segundo turno no están nada bien. ¿Quién tiene la culpa: la sal, el agua o la receta? Hoy toda cocina y todo laboratorio necesita recetas precisas: cuántos gramos, en cuántos litros y cómo se mezcla. Vais a trabajar como redactores de recetas científicas: entenderéis qué le pasa a la sal cuando se disuelve, calcularéis la concentración en g/L, prepararéis una disolución con balanza y probeta, la diluiréis y descubriréis hasta dónde llega el agua antes de saturarse.

> *¿Cómo describimos una disolución para que otra persona pueda prepararla?*

Vuestro reto

Escribir un recetario de disoluciones cuyas recetas indiquen soluto, disolvente, cantidades, concentración en g/L y pasos seguros, para que otro equipo obtenga la misma disolución.

Lo que vais a producir

Recetario científico de disoluciones.

Seguridad. Actividad de bajo riesgo con sal, bicarbonato y café soluble: no se prueba nada. Gafas con material de vidrio y derrames secados al instante.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso del acuario, hacemos el diagnóstico y predecimos.
2. Distinguimos soluto y disolvente y dibujamos el modelo de partículas.
3. Calculamos concentraciones en g/L y la sal que necesita el acuario.
4. Preparamos 100 mL de 20 g/L, diluimos y buscamos la saturación.
5. Comparamos con las predicciones y corregimos un error de cálculo.
6. Redactamos el recetario y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el recetario y resolvemos una receta nueva.

Al terminar seré capaz de...

- Identificar soluto y disolvente y explicar con partículas por qué una disolución es homogénea.
- Calcular la concentración en g/L, la masa de soluto o el volumen con $c = \frac{m}{V}$.
- Preparar una disolución de concentración conocida (pesar, disolver, enrasar) y comprobar que la masa se conserva.
- Interpretar datos de solubilidad y reconocer cuándo una disolución está saturada.
- Redactar una receta con cantidades, pasos y seguridad, y reconocer los límites de la medida.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

Todo lo necesario para trabajar sin buscar nada fuera: el caso del acuario, el modelo de partículas, una tabla de sistemas con su soluto y disolvente, el cálculo de la concentración con ejemplos resueltos, la técnica de preparación, el protocolo de la práctica, los datos de un equipo de prueba, una gráfica de solubilidad y un glosario.

F1 El caso del acuario y la nota del conserje

ESTUDIO DE CASO

En el laboratorio de Biología hay un acuario marino con peces y anémonas. El agua se renueva con **agua salada preparada**. La nota pegada a la pared dice:

«Agua del acuario: unas cuantas cucharadas de sal marina en una garrafa de agua, remover y listo.»

Esta semana la prepararon dos personas con una garrafa de **5 L**:

- **Primer turno:** 5 cucharadas soperas rasas (unos 18 g cada una).
- **Segundo turno:** 12 cucharadas soperas rasas.

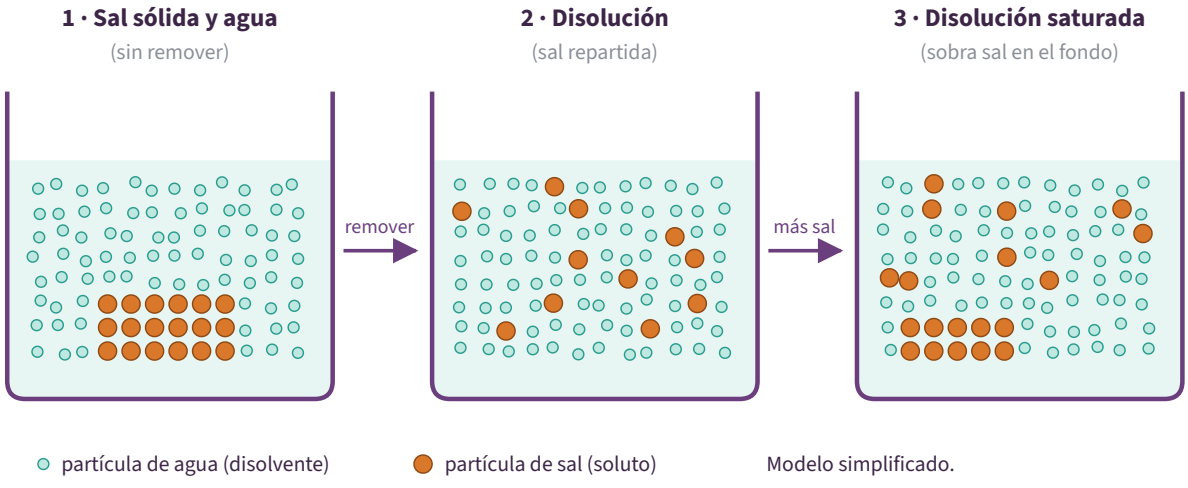
La profesora de Biología explica que el agua de mar tiene de media unos **35 g de sal por litro** y que los peces marinos soportan mal los cambios grandes de salinidad. Ahora quiere una **receta** que cualquiera pueda seguir. (La sal de acuario es una mezcla de sales marinas; en el aula usamos sal común solo como modelo y **nunca se bebe**.)

Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de un problema real: la salinidad de los acuarios marinos. Masa de una cucharada sopera de sal fina (unos 18 g) aproximada; puede variar según el grano.

¿Qué tres datos importantes faltan en la nota del conserje? ¿Qué turno se acercó más a la concentración correcta?

F2 Qué le pasa a la sal en el agua: modelo de partículas

ESQUEMA



En 2 el soluto está repartido: la disolución es homogénea. En 3 ya no cabe más: queda sólido en el fondo.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Las partículas están muy aumentadas y sin cargas eléctricas; el número es solo ilustrativo.

En el vaso 2 no ves la sal, pero sigue ahí. ¿Cómo lo comprobarías con una balanza?

F3 Soluto y disolvente en sistemas de la vida diaria

DATOS

Sistema	Soluto	Disolvente	Estado físico de la disolución	¿Disolución homogénea?
Agua con sal (salmuera)	Cloruro de sodio, NaCl (sólido)	Agua	Líquido	Sí
Vinagre	Ácido acético (líquido, unos 50 g/L)	Agua	Líquido	Sí
Refresco con gas	Azúcar (sólido) y dióxido de carbono, CO_2 (gas)	Agua	Líquido	Sí (al abrir, parte del gas sale en burbujas)
Aire limpio y seco	Oxígeno y otros gases	Nitrógeno (el más abundante)	Gas	Sí
Latón (aleación)	Cinc	Cobre	Sólido	Sí
Suero fisiológico	Cloruro de sodio (9 g/L)	Agua	Líquido	Sí
Agua con aceite	No hay disolución: el aceite no se disuelve	—	Líquido	No (se ven dos fases)
Zumo con pulpa	No hay disolución completa: la pulpa queda en suspensión	—	Líquido	No (se ven partículas)

El **disolvente** es el componente que está en mayor cantidad y el **soluto** el que está en menor cantidad. Una disolución es una **mezcla homogénea**: no se distinguen sus componentes a simple vista y tiene la misma composición en todos sus puntos. Las disoluciones pueden ser sólidas, líquidas o gaseosas.

Fuente: Elaboración propia. Datos orientativos de etiquetas y tablas: suero fisiológico 0,9 % de cloruro de sodio, es decir, unos 9 g/L; acidez del vinagre de vino unos 5 g de ácido acético por 100 mL.

En el refresco hay dos solutos de distinto estado físico. ¿Cuáles son? ¿Por qué el refresco caliente pierde antes el gas? (pista: F9)

F4 Concentración en g/L: fórmula y ejemplos resueltos

ESTUDIO DE CASO

La **concentración** dice cuánto soluto hay en cada litro de disolución:

$c = \dfrac{m_{\text{soluto}}}{V_{\text{disolución}}}$ con m en gramos (g), V en litros (L) y c en gramos por litro (g/L).

De ahí salen otras dos: $m = c \cdot V$ y $V = \dfrac{m}{c}$.

Atención: V es el volumen de **toda la disolución** (soluto y disolvente juntos), no el del agua que echaste al principio. Además, 1 L = 1000 mL, así que 250 mL = 0,250 L.

Ejemplo 1: calcular la concentración. Se disuelven 8,0 g de sal y se completa hasta 250 mL.

1. Pasamos a litros: 250 mL = 0,250 L.
2. $c = \dfrac{8{,}0\ \text{g}}{0{,}250\ \text{L}} = 32\ \text{g/L}.$

Ejemplo 2: calcular la masa de soluto. ¿Cuánta sal hay que pesar para 250 mL de agua salada de 35 g/L?

1. V = 250 mL = 0,250 L.
2. $m = c \cdot V = 35\ \text{g/L} \cdot 0{,}250\ \text{L} = 8{,}75\ \text{g}.$

Ejemplo 3: calcular el volumen. Con 12 g de sal se quiere una disolución de 40 g/L. ¿Qué volumen sale?

$$V = \frac{m}{c} = \frac{12\ \text{g}}{40\ \text{g/L}} = 0{,}30\ \text{L} = 300\ \text{mL}.$$

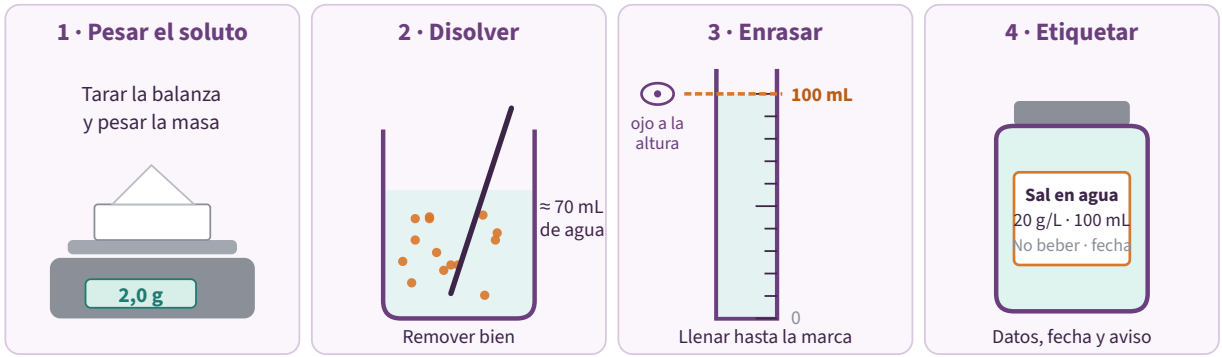
Comprueba siempre: si la masa de soluto es la misma y el volumen aumenta, la concentración tiene que **disminuir**. Si no, hay un error.

Fuente: Ejemplos de elaboración propia con datos ilustrativos.

¿Qué ocurre con la concentración si disuelves los mismos gramos en el doble de volumen?

F5 Cómo se prepara una disolución: pesar, disolver, enrasar y etiquetar

ESQUEMA



La concentración se calcula con el volumen FINAL de la disolución (100 mL), no con el del agua que echamos al principio.
Antes de pesar: tara. Antes de enrasar: menisco a la altura de los ojos. Mezcla bien al final.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Ejemplo con 2,0 g de sal para 100 mL (20 g/L).

¿Por qué no basta con echar 100 mL de agua sobre los 2,0 g de sal?

F6 Protocolo de laboratorio: preparar, diluir y saturar

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): balanza de 0,1 g; probeta de 100 mL y de 10 mL (o jeringa sin aguja); 5 vasos transparentes iguales; varilla o cucharilla; 10 g de sal común fina; 2 g de bicarbonato de sodio; 2 g de café soluble; cartulina blanca; etiquetas.

Equipo de protección y riesgos: gafas si hay material de vidrio. Riesgos: roturas de vidrio, derrames que resbalan y confundir una sustancia con alimento. **Nada se prueba ni se bebe.** Material de vidrio lejos del borde.

Roles: responsable de la balanza, responsable de volúmenes (probeta y menisco), secretario (anota) y responsable de seguridad y limpieza. Rotan en cada parte.

Variables: en la parte B, la variable independiente es la concentración (20, 10, 5 y 2,5 g/L); la dependiente, la intensidad del color; se controlan el tipo de vaso, la cantidad de líquido que se mira y la luz.

Procedimiento:

Parte A. Preparar 100 mL de agua salada de 20 g/L y comprobar la masa.

1. Pesad 2,0 g de sal sobre un papel. Echad unos 70 mL de agua en un vaso con la varilla dentro y pesadlo todo: anotad la masa.
2. Añadid la sal sin remover y anotad la masa. Después removed hasta que no queden cristales y anotad la masa otra vez.
3. Pasad la disolución a la probeta de 100 mL, enjuagad el vaso con un poco de agua y echadla también.
4. Completad con agua hasta la marca de 100 mL (menisco a la altura de los ojos), mezclad con la varilla y etiquetad: «sal en agua, 20 g/L, 100 mL».

Parte B. Diluir café por mitades.

5. Preparad 100 mL de café soluble de 20 g/L (2,0 g) como en la parte A y echadlos en el vaso 1.
6. Pasad 50 mL del vaso 1 a otro vaso y añadid 50 mL de agua: es el vaso 2 (10 g/L). Repetid para el vaso 3 (5 g/L) y el vaso 4 (2,5 g/L).
7. Colocad los cuatro vasos sobre la cartulina blanca con la misma luz, ordenadlos por intensidad de color y haced una foto.

Parte C. Buscar la saturación (10 mL de agua a temperatura ambiente).

8. Pesad el bote con la sal y la cucharilla: m inicial. Echad 10 mL de agua en un vaso pequeño.
9. Añadid una punta de cucharilla de sal (unos 0,5 g) y remover 30 s; repetid hasta que, tras remover un minuto, quede sal sin disolver en el fondo.
10. Pesad de nuevo el bote: m final. La diferencia es la sal disuelta. Repetid con el bicarbonato (puntas más pequeñas, unos 0,2 g).

Limpieza y residuos: vertedlo todo por el desagüe con abundante agua (disoluciones diluidas de sal, bicarbonato y café); la sal sin disolver, a la basura orgánica; lavad y secad el material y limpiad la mesa.

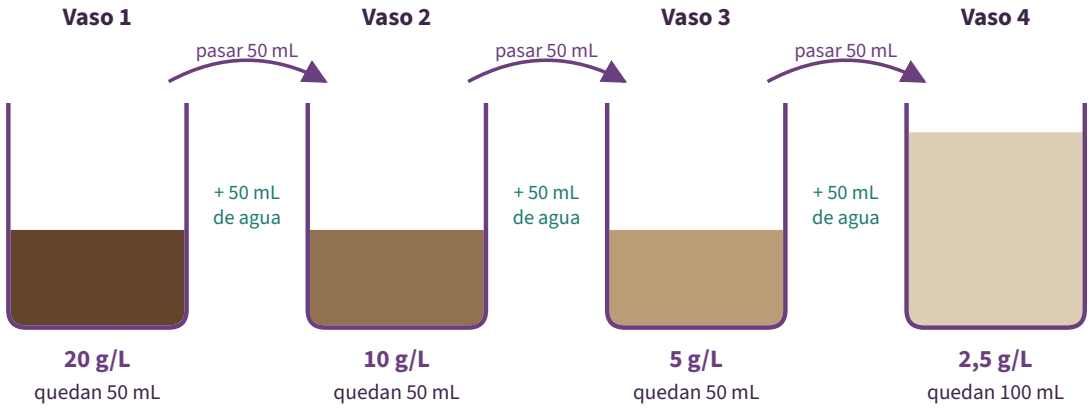
Resultado esperable: Parte A: la masa antes y después de disolver coincide (diferencia de 0,1 g como mucho). Parte B: el color baja de oscuro a claro del vaso 1 al 4, y en el 4 aún se aprecia tinte. Parte C: en 10 mL se disuelven unos **3,0 a 3,7 g de sal** y unos **0,8 a 1,0 g de bicarbonato**; con más cantidad queda sólido en el fondo.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué se pesa antes y después de disolver? ¿Qué esperas que marque la balanza?

F7 Dilución en serie del café: cada paso divide la concentración entre 2

ESQUEMA



Cada paso reparte los mismos gramos de café en el doble de volumen: la concentración se divide entre 2.

Fuente: Esquema de elaboración propia. El color es solo orientativo.

Calcula cuántos gramos de café hay en cada vaso al final (usa c · V). ¿Qué observas en los vasos 1, 2 y 3? ¿Y en el 4?

F8 Datos de un equipo de prueba (práctica de F6)

DATOS

Sustancia	m del bote antes (g)	m del bote después (g)	Masa disuelta en 10 mL de agua (g)	Equivale a (g por 100 mL de agua)
Sal común	52,4	48,9	3,5	35
Bicarbonato de sodio	31,5	30,6	0,9	9

Parte A (mismo equipo): vaso con la varilla y 70 mL de agua: 148,3 g. Tras añadir 2,0 g de sal sin remover: 150,3 g. Tras disolverla: 150,3 g. Después enrasaron a 100 mL.

En su informe, el equipo escribió: «c = 2,0 g / 0,070 L = 28,6 g/L, porque echamos 70 mL de agua».

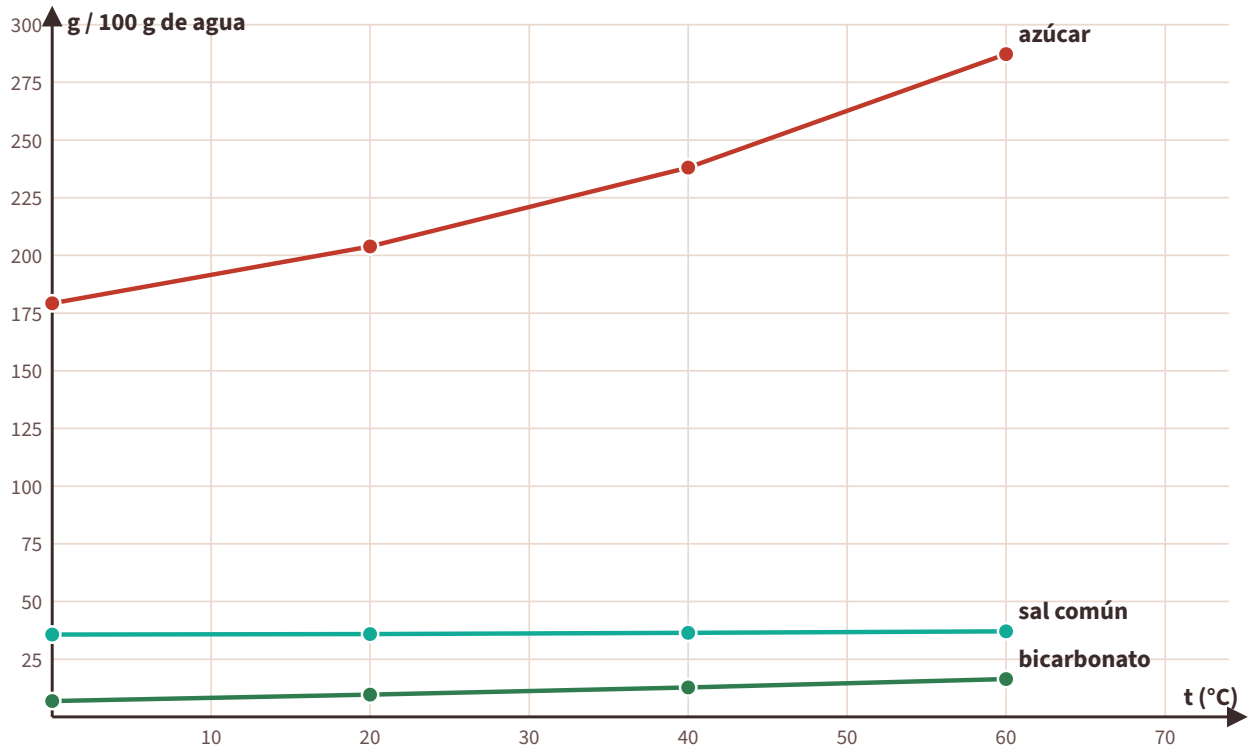
Parte B: el orden del color, de más oscuro a más claro, fue el vaso 1, el 2, el 3 y el 4.

Fuente: Datos ilustrativos, obtenidos con una balanza de 0,1 g y redondeados a una décima de gramo; no proceden de una medición real concreta.

En el informe de la parte A hay un error de planteamiento. ¿Cuál es y cuánto vale de verdad la concentración?

F9 Solubilidad frente a temperatura (gramos que se disuelven en 100 g de agua)

GRÁFICO



Una disolución está **saturada** cuando el disolvente ya no admite más soluto a esa temperatura: lo que se añade queda sin disolver en el fondo. La **solubilidad** es la masa máxima de soluto que se disuelve en 100 g de agua.

- **Azúcar:** muy soluble y aún más al calentar (204 g a 20 °C; 238 g a 40 °C).
- **Sal común:** casi no cambia con la temperatura (36 g a 20 °C).
- **Bicarbonato:** poco soluble, pero aumenta al calentar (9,6 g a 20 °C; 12,7 g a 40 °C; 16,4 g a 60 °C).
- **Gases (CO_2 del refresco):** al revés que los sólidos, se disuelven **menos** cuando sube la temperatura.

Fuente: Datos de solubilidad de tablas de referencia (CRC Handbook of Chemistry and Physics), redondeados a una décima. Sal común: 35,7 / 35,9 / 36,4 / 37,1 g; azúcar (sacarosa): 179,2 / 203,9 / 238,1 / 287,3 g; bicarbonato de sodio: 6,9 / 9,6 / 12,7 / 16,4 g, a 0 / 20 / 40 / 60 °C.

¿Qué sustancia es más soluble a 20 °C? ¿Y cuál varía menos con la temperatura?

F10 Vocabulario de las disoluciones

GLOSARIO

Disolución	Mezcla homogénea de dos o más sustancias: el soluto está repartido uniformemente en el disolvente.
Soluto	Sustancia que se disuelve; suele estar en menor cantidad.
Disolvente	Sustancia en la que se disuelve el soluto; suele estar en mayor cantidad (en una disolución acuosa, el agua).
Mezcla homogénea	Mezcla en la que no se distinguen los componentes a simple vista y que tiene la misma composición en todos sus puntos.
Concentración (c)	Masa de soluto que hay en cada litro de disolución: $c = \frac{m}{V}$, en g/L.
Solubilidad	Cantidad máxima de soluto que se disuelve en 100 g de disolvente a una temperatura dada.
Disolución saturada	La que ya no admite más soluto a esa temperatura; el exceso queda sin disolver.
Enrasar	Completar con disolvente hasta la marca del volumen deseado, con el menisco a la altura de los ojos.
Dilución	Disminuir la concentración añadiendo disolvente: los mismos gramos de soluto en un volumen mayor.
Menisco	Curvatura de la superficie del líquido en la probeta; se lee la parte baja con la vista a su altura.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

FICHA 1 El caso del acuario

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa el modelo F2. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

En agua con sal, el disolvente es…

☐ la sal ☐ el agua ☐ la mezcla

Una mezcla homogénea es aquella en la que…

☐ se ven las partes a simple vista ☐ no se distinguen las partes a simple vista ☐ siempre queda un sólido en el fondo

1 L equivale a…

☐ 10 mL ☐ 100 mL ☐ 1000 mL

Disuelves 10 g de sal en 100 g de agua. La disolución tiene una masa de…

☐ 90 g ☐ 100 g ☐ 110 g

2 **Antes de empezar, predice qué pasa cuando disuelves 20 g de sal en 100 g de agua. Justifica cada respuesta.**

Pregunta	Mi predicción	Por qué lo creo
¿Dónde está la sal después de remover?		
¿Cuánto marcará la balanza: más, menos o igual que 120 g?		
¿Se podrá recuperar la sal? ¿Cómo?		

3 **Según F1, ¿qué tres datos faltan en la nota del conserje para que otra persona pueda repetir la receta?**

FICHA 2 Soluto, disolvente y modelo de partículas

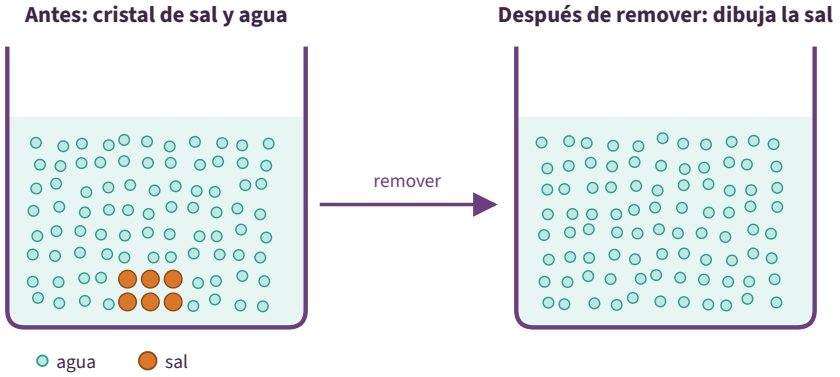
Sesión 2

Usa la tabla F3, el modelo F2 y el glosario F10.

1 **Completa la tabla con el soluto, el disolvente y si es una disolución homogénea (sí o no). Usa F3 como modelo.**

Sistema	Soluto	Disolvente	¿Disolución homogénea?
Café con azúcar			
Agua y aceite			
Agua de mar			
Arena en agua			
Aire			

2 **Dibuja en el vaso de la derecha cómo se ven las partículas de sal después de remover (usa F2). Añade tres rótulos: soluto, disolvente y disolución.**



3 **Marca verdadero (V) o falso (F) y corrige las falsas.**

	V	F
Al disolver sal en agua, la sal desaparece y su masa se pierde.	☐	☐
El soluto siempre es un sólido.	☐	☐
Una disolución tiene la misma composición en todos sus puntos.	☐	☐
Si queda sólido sin disolver en el fondo, la disolución está saturada.	☐	☐
Si añado agua a una disolución, su concentración aumenta.	☐	☐

FICHA 3 Calculamos concentraciones

Sesión 3

Usa los ejemplos resueltos de F4 y el esquema F5. Escribe siempre la operación y la unidad.

1 **Completa la tabla. Pasa los mL a litros antes de calcular.**

m de soluto (g)	V de disolución	c (g/L)
12	0,5 L	
45	250 mL	
	2 L	35
	500 mL	9
18		36

2 **Receta del acuario (F1). Calcula los gramos de sal para una garrafa de 5 L con 35 g/L. Después calcula la concentración que resulta con 5 cucharadas y con 12 cucharadas de 18 g (en 5 L) y compárala con la correcta.**

3 **Para preparar 100 mL de una disolución no se echan 100 mL de agua sobre el soluto. Elige la mejor explicación.**

Hay que enrasar porque…

- ☐ el soluto no ocupa sitio
- ☐ la concentración se calcula con el volumen final de la disolución
- ☐ el agua pesa más que el soluto

FICHA 4 En el laboratorio: preparamos, diluimos y saturamos

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F6 por partes. El responsable de seguridad revisa la lista antes de empezar.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de empezar).**

- [ ] Llevamos gafas y el material de vidrio está lejos del borde
- [ ] Nadie prueba ni bebe nada del laboratorio
- [ ] Tenemos papel para secar derrames
- [ ] Cada persona conoce su rol
- [ ] Sabemos dónde se vierten y se tiran los residuos

2 **Parte A. Anota las pesadas y calcula la concentración.**

Medida	Valor
Masa de sal pesada (g)	
Masa de vaso + varilla + agua (g)	
Masa tras añadir la sal sin remover (g)	
Masa tras disolver (g)	
Volumen final de la disolución (mL)	
Concentración c = m / V (g/L)	

3 **Parte B. Ordena los cuatro vasos de café por intensidad de color (1 = el más oscuro).**

Vaso	Concentración (g/L)	Intensidad del color (1 a 4)	Observaciones
1	20		
2	10		
3	5		
4	2,5		

4 **Parte C. Registra las pesadas de saturación en 10 mL de agua.**

Sustancia	m del bote antes (g)	m del bote después (g)	Masa disuelta en 10 mL (g)	Por 100 mL de agua (g)
Sal común				
Bicarbonato				

FICHA 5 Tratamos los datos y buscamos el error

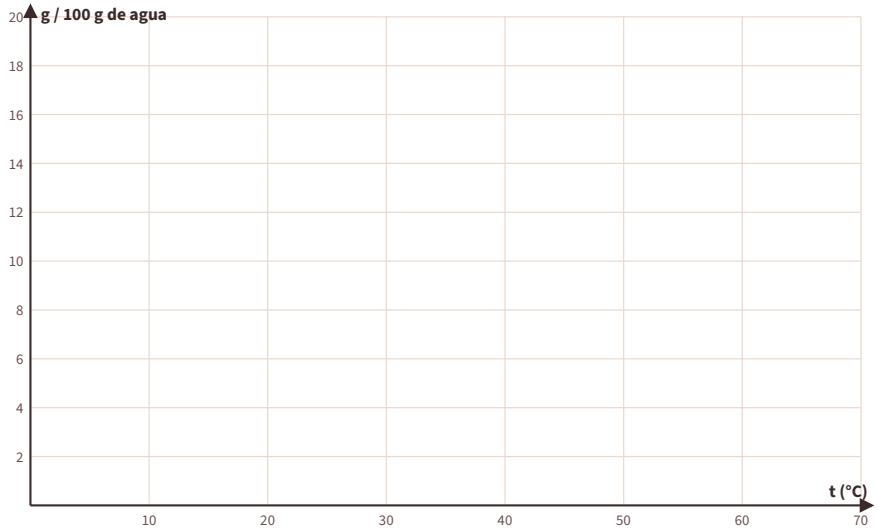
Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F8) y la gráfica F9.

1 **Compara tus resultados de la parte C (o los de F8) con la solubilidad a 20 °C de F9. Calcula qué porcentaje del valor de referencia has conseguido y propón una causa de la diferencia.**

2 **En F8, el equipo calculó c = 2,0 g / 0,070 L = 28,6 g/L. Explica el error y calcula la concentración correcta si enrasaron a 100 mL.**

3 **Representa la solubilidad del bicarbonato de sodio en función de la temperatura con los datos de F9: (0 °C; 6,9 g), (20 °C; 9,6 g), (40 °C; 12,7 g) y (60 °C; 16,4 g). Rotula los ejes.**



4 **Con tu gráfica y F9: (a) ¿Cuánto azúcar se disuelve en 50 g de agua a 40 °C? (b) Una disolución de bicarbonato saturada a 60 °C con 100 g de agua se enfría hasta 20 °C. ¿Cuántos gramos de bicarbonato quedan sin disolver?**

FICHA 6 Redactamos y revisamos el recetario

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Escribe el borrador de una receta (por ejemplo, el agua del acuario para 5 L) con todos los apartados.**

Apartado	Mi receta
Nombre y uso	
Soluto y disolvente	
Concentración (g/L) y volumen final	
Cálculo de la masa de soluto	
Pasos numerados	
Seguridad y residuos	

2 **Revisión cruzada. Comprobad la receta del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Indica soluto y disolvente
- ☐ Da las cantidades en gramos y mililitros (sin «una cucharada» ni «un poco»)
- ☐ La concentración está en g/L y el cálculo es correcto
- ☐ Los pasos están numerados e incluyen pesar, disolver y enrasar
- ☐ Indica el volumen final de la disolución
- ☐ Dice cómo se etiqueta y qué seguridad hay que seguir
- ☐ Indica la gestión de residuos
- ☐ Podríamos repetirla sin hacer ninguna pregunta

3 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para la receta del otro equipo.**

FICHA 7 Evidencia individual: una receta nueva

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica todo lo aprendido a casos nuevos. Escribe operaciones y unidades.

1 **Para la fiesta de fin de curso hay que preparar 750 mL de limonada con 60 g/L de azúcar. Calcula la masa de azúcar y escribe los pasos de la receta. Después explica por qué, si se echan esos gramos en 750 mL de agua, la limonada sale algo menos concentrada.**

2 **Una receta dice: «Disuelve 40 g de sal común en 100 mL de agua a 20 °C». Con F9, decide si es posible y explica qué se vería.**

3 **Una botella de agua mineral de 1,5 L indica un residuo seco de 320 mg/L. ¿Cuántos gramos de sales disueltas hay en la botella? (1 g = 1000 mg)**

4 **Explica con el modelo de partículas por qué una disolución de sal es homogénea y por qué la masa total no cambia al disolver.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Recetario científico de disoluciones. Escribid con frases completas; todas las cantidades con su unidad y la concentración en g/L.

Receta 1: nombre y uso

¿Qué disolución es y para qué sirve? Soluto y disolvente.

Ingredientes y cantidades

Masa de soluto (g) y volumen final (mL).

Concentración y cálculo

c = m / V con unidades y comprobación.

Esquema de partículas

Dibujo del soluto y el disolvente en la disolución.

Procedimiento paso a paso

Pesar, disolver, enrasar y etiquetar, con pasos numerados.

Seguridad y residuos

Gafas, qué no se hace y a dónde va cada residuo.

Comprobación con datos

Pesadas, dilución o saturación (cita F8 o F9).

Recetas 2 y 3 (resumen)

Nombre, soluto, disolvente, masa, volumen, concentración y un aviso.

Conclusión y límites

¿Se puede repetir la receta? ¿Qué errores pueden cambiar la concentración?

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Recetario científico de disoluciones**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Cada receta indica el soluto y el disolvente con su nombre (y fórmula cuando procede).
- [ ] Las cantidades están en gramos y mililitros o litros, sin medidas vagas como «una cucharada» o «un poco».
- [ ] La concentración está en g/L y el cálculo $c = m/V$ usa el volumen final de la disolución.
- [ ] El procedimiento está numerado e incluye pesar, disolver, enrasar y etiquetar.
- [ ] Hay un esquema de partículas coherente con el modelo (soluto repartido, disolución homogénea).
- [ ] Se aporta una comprobación con datos: masa antes y después, dilución o saturación comparada con F9.
- [ ] La receta no supera la solubilidad del soluto a esa temperatura (o lo indica expresamente).
- [ ] Se indica el equipo de protección, que no se prueba nada y la gestión de residuos.
- [ ] Se señalan límites: menisco, resolución de la balanza, volumen final o temperatura.
- [ ] El texto es claro: otra persona podría preparar la disolución sin hacer preguntas.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Recetario científico de disoluciones**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Explica con partículas soluto, disolvente y disolución homogénea, justifica que la masa se conserva y distingue saturada de no saturada, con límites del modelo.	Identifica soluto y disolvente y explica correctamente lo esencial de la disolución y de la saturación, con alguna imprecisión.	Distingue soluto y disolvente, pero confunde disolver con desaparecer o saturación con concentración alta.	Confunde disolución con mezcla heterogénea o piensa que el soluto desaparece.	
Datos y resolución	Calcula c, m y V con unidades coherentes y volumen final, lee la gráfica de solubilidad, detecta errores y comprueba el resultado.	Cálculos correctos con algún fallo menor de unidades o de conversión mL a L.	Resuelve solo problemas muy guiados o usa el volumen del agua en lugar del de la disolución.	No plantea la relación entre masa, volumen y concentración o los resultados no tienen unidad.	
Investigación	Predice, prepara con pesada y enrasado, contrasta dilución y saturación con los datos y concluye de forma proporcionada, señalando límites.	Diseño y comparación adecuados con una conclusión algo general.	Registra los datos pero compara poco con la predicción o no controla el volumen final.	No distingue dato, predicción y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Recetas completas (soluto, disolvente, cantidades, g/L, pasos, seguridad, residuos) que otra persona repite sin preguntar; vocabulario preciso.	Recetas seguibles con algún dato poco preciso (por ejemplo, falta el volumen final).	Recetas incompletas o con cantidades vagas («un poco», «una cucharada»).	No hay recetas o se incumplen las normas del laboratorio.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa la receta de otro equipo con propuestas concretas y cambia su borrador con ellas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; la revisión es superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular la concentración en g/L, la masa de soluto y el volumen de una disolución usando el volumen final.	◯	◯	◯	◯
Sé preparar una disolución (pesar, disolver, enrasar) y explicar qué significa que esté saturada.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: un ejemplo modelado, los pasos de la receta y problemas de un paso.

Calcular la concentración en tres pasos

1. **Anota** los datos: masa de soluto en gramos y volumen de la disolución.
2. **Pasa** el volumen a litros (mL : 1000).
3. **Divide:** $c = m/V$.

Ejemplo: 10 g de sal en 500 mL. 500 mL = 0,5 L. $c = 10\ \text{g}/0{,}5\ \text{L} = 20\ \text{g/L}$.

Los cuatro pasos de una receta

1. Pesar el soluto (tarar la balanza). **2. Disolver** con poca agua y remover. **3. Enrasar** hasta el volumen final con el menisco a la altura de los ojos. **4. Etiquetar** con soluto, concentración, volumen y fecha.

Con la masa y el volumen: $m = c \cdot V$. Ejemplo: 200 mL a 25 g/L. $m = 25\ \text{g/L} \cdot 0{,}2\ \text{L} = 5\ \text{g}$.

1 **Calcula la concentración de cada disolución.**

m de soluto (g)	V de disolución	c (g/L)
15	0,5 L	
8	200 mL	
30	1 L	

2 **Calcula la masa de soluto que hay que pesar.**

c (g/L)	V de disolución	m de soluto (g)
25	2 L	
10	500 mL	
40	250 mL	

3 **Completa los pasos de la receta con estas palabras: pesa, disuelve, enrasa, etiqueta.**

Primero se _____ el soluto con la balanza. Después se _____ en poca agua removiendo. Luego se _____ hasta el volumen final. Por último, se _____ el recipiente.

4 **Indica el soluto y el disolvente de «agua con azúcar» y explica por qué es una mezcla homogénea.**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Por qué hay que enrasar? El volumen de la disolución no es el del agua

Se disuelven **200 g de azúcar en 1 L de agua** (1000 g). Medido con probeta, el volumen final no es 1 L sino unos **1,12 L**. Con 35 g de sal en 1 L de agua, el volumen final es de unos **1,01 L**. (Datos ilustrativos calculados con tablas de densidades.) Vais a descubrir cuánto se equivoca quien usa el volumen del agua. Os ayudan F4 (concentración), F5 (enrasar) y F7 (dilución en serie).

Pasos

1. Calcula la concentración del azúcar suponiendo el volumen del agua (1 L) y con el volumen real (1,12 L).
2. Haz lo mismo con la sal (35 g en 1 L; volumen real 1,01 L) y compara los dos errores en porcentaje.
3. Explica por qué el error es mayor con el azúcar (pista: ¿cuánto soluto hay disuelto y cuánto ocupa?).
4. Dilución: tienes una disolución de 20 g/L y necesitas 100 mL de 5 g/L. Calcula cuántos mililitros de la primera debes tomar y cómo los completas (usa que los gramos de soluto no cambian al diluir).

Entrega

Una página con los cuatro cálculos, la comparación de errores y una frase que explique por qué las recetas dan el volumen final y no el del agua.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 5 · ¿Cuánto hay disuelto?

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el agua; no se distinguen las partes a simple vista; 1000 mL; 110 g (la masa se conserva).
2. Predicciones: respuesta abierta. Lo correcto: la sal sigue en la disolución, repartida entre las partículas de agua; la balanza marcará 120 g (100 g + 20 g), la misma masa que antes de disolver; la sal se podría recuperar evaporando el agua. Aceptar cualquier predicción justificada y contrastar en la práctica.
3. Faltan: la cantidad de sal en gramos (no cucharadas de tamaño desconocido), el volumen de agua (litros) y la concentración o el uso (35 g/L). También el tamaño de la cucharada y si es rasa o colmada.

Ficha 2

1. Café con azúcar: soluto azúcar, disolvente café (agua), homogénea. Agua y aceite: no es disolución, heterogénea. Agua de mar: soluto sales (sobre todo cloruro de sodio), disolvente agua, homogénea. Arena en agua: no es disolución, heterogénea. Aire: solutos oxígeno y otros gases, disolvente nitrógeno, homogénea.
2. Dibujo: en el vaso derecho, partículas naranjas repartidas por todo el líquido entre las azules; sin cristal en el fondo. Rótulos: soluto = partículas de sal; disolvente = partículas de agua; disolución = el conjunto.
3. F, F (puede ser un gas, como el CO_2, o un líquido), V, V, F (la concentración disminuye). Correcciones: la sal no desaparece, solo se reparte y la masa se conserva; añadir agua diluye.

Ficha 3

1. Fila 1: 12 g / 0,5 L = 24 g/L. Fila 2: 250 mL = 0,25 L; 45 g / 0,25 L = 180 g/L. Fila 3: m = 35 g/L · 2 L = 70 g. Fila 4: 500 mL = 0,5 L; m = 9 g/L · 0,5 L = 4,5 g. Fila 5: V = 18 g / 36 g/L = 0,5 L (500 mL).
2. Acuario: m = 35 g/L · 5 L = 175 g. Con 5 cucharadas: 5 · 18 g = 90 g; c = 90 g / 5 L = 18 g/L (la mitad de la correcta). Con 12 cucharadas: 216 g; c = 216 g / 5 L = 43,2 g/L (unos 8 g/L más de la correcta, un 23 % más). Ninguno de los dos turnos acertó; el primero se queda corto y el segundo se pasa.
3. Correcta: la concentración se calcula con el volumen final de la disolución.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar; el docente puede pedir que el responsable de seguridad la firme.
2. Parte A: masa de sal 2,0 g; las tres pesadas deben coincidir en la parte de agua (por ejemplo, 148,3 g con agua, 150,3 g con la sal sin remover y 150,3 g tras disolver; diferencia de ±0,1 g como mucho). V final 100 mL; c = 2,0 g / 0,100 L = 20 g/L.
3. Parte B: orden de color 1 (20 g/L) más oscuro, 2 (10 g/L), 3 (5 g/L) y 4 (2,5 g/L) más claro. Gramos de café: vaso 1, 1,0 g (50 mL); vaso 2, 0,5 g; vaso 3, 0,25 g; vaso 4, 0,25 g (100 mL a 2,5 g/L).
4. Parte C: rango esperable en 10 mL: sal 3,0 a 3,7 g (referencia 3,6 g, es decir, 36 g/100 g de agua a 20 °C); bicarbonato 0,8 a 1,0 g (referencia 0,96 g). Por 100 mL de agua: 30 a 37 g de sal y 8 a 10 g de bicarbonato. Si sale menos, no se removió el tiempo suficiente o el agua estaba fría.

Ficha 5

1. Con los datos de F8: sal, 3,5 g en 10 mL equivale a 35 g/100 mL; referencia 35,9 g, es decir, el 97 %. Bicarbonato, 0,9 g en 10 mL equivale a 9 g/100 mL; referencia 9,6 g, el 94 %. Causas posibles: la disolución aún no estaba saturada del todo, el agua estaba algo más fría, quedó sal en la cucharilla o la resolución de la balanza (0,1 g) es grande frente a 0,9 g.
2. Error: usó el volumen del agua (70 mL) en lugar del volumen final de la disolución (100 mL). Correcto: c = 2,0 g / 0,100 L = 20 g/L. (28,6 g/L sería demasiado alto; mismos gramos en más volumen dan menos concentración.)
3. Gráfica: cuatro puntos (0; 6,9), (20; 9,6), (40; 12,7) y (60; 16,4) con una línea creciente suave; ejes rotulados con t (°C) y g por 100 g de agua.
4. (a) 238,1 g en 100 g de agua, luego en 50 g: 238,1 : 2 = 119 g de azúcar. (b) 16,4 g a 60 °C y 9,6 g a 20 °C: 16,4 − 9,6 = 6,8 g de bicarbonato quedan sin disolver (en el fondo).

Ficha 6

1. Receta del acuario modelo: soluto sal marina (en el aula, cloruro de sodio como modelo), disolvente agua; concentración 35 g/L; volumen final 5 L; masa de sal 175 g (35 g/L · 5 L); pasos: pesar 175 g, disolver en unos 4 L de agua removiendo, completar hasta 5 L, etiquetar con fecha; seguridad: no beber, secar derrames; residuos: no verter el agua del acuario a un curso natural.
2. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar el volumen final», «sustituir “una cucharada” por gramos»), no genéricas («hacerlo mejor»).

Ficha 7

1. Limonada: V = 750 mL = 0,750 L; m = 60 g/L · 0,750 L = 45 g de azúcar. Pasos: pesar 45 g, disolver en unos 600 mL de agua, completar hasta 750 mL y etiquetar. Si se echan 45 g en 750 mL de agua, el volumen final es mayor que 750 mL (unos 780 mL), luego c = 45 g / 0,78 L ≈ 58 g/L, algo menos que 60 g/L.
2. No se puede disolver todo: a 20 °C se disuelven unos 36 g de sal en 100 g de agua, así que se disuelven unos 36 g y quedan unos 4 g sólidos en el fondo; la disolución está saturada.
3. Agua mineral: 320 mg/L = 0,32 g/L; m = 0,32 g/L · 1,5 L = 0,48 g de sales en la botella.
4. Modelo: las partículas de sal se reparten entre las de agua por todo el líquido y por eso es igual en cualquier punto (homogénea); no desaparece ninguna partícula, solo cambia su posición, y por eso la masa se conserva.

Refuerzo (Anexo 8)

1. c: 15 g / 0,5 L = 30 g/L; 8 g / 0,2 L = 40 g/L; 30 g / 1 L = 30 g/L.
2. m: 25 g/L · 2 L = 50 g; 10 g/L · 0,5 L = 5 g; 40 g/L · 0,25 L = 10 g.
3. Pesa, disuelve, enrasa, etiqueta.
4. Soluto: azúcar; disolvente: agua. Es homogénea porque el azúcar se reparte por todo el agua y no se distingue a simple vista.

Ampliación (Anexo 9)

1. Azúcar: con 1 L, c = 200 g/L; con 1,12 L, c = 200 / 1,12 ≈ 179 g/L. Error: (200 − 179) / 179 ≈ 12 %.
2. Sal: con 1 L, c = 35 g/L; con 1,01 L, c ≈ 34,7 g/L. Error ≈ 1 %. (Tabulado: 1,012 L, 34,6 g/L.)
3. El error es mayor con el azúcar porque hay mucho más soluto disuelto y ocupa más volumen (200 g frente a 35 g), así que el volumen final se aleja más del volumen del agua.
4. Dilución: los gramos finales son 5 g/L · 0,100 L = 0,5 g; esos gramos están en V = 0,5 g / 20 g/L = 0,025 L = 25 mL de la disolución de 20 g/L. Se toman 25 mL y se completa con agua hasta 100 mL (se añaden unos 75 mL).

⚠ Errores frecuentes

- Calcular la concentración con el volumen del agua en lugar del volumen final de la disolución.
- Olvidar pasar los mL a litros (250 mL son 0,250 L, no 250 L).
- Pensar que al disolver el soluto desaparece y la masa baja; la balanza marca lo mismo antes y después.
- Confundir una disolución concentrada con una saturada: una disolución saturada puede tener poca concentración si la sustancia es poco soluble (bicarbonato).
- Confundir g/L con densidad (g/mL de toda la muestra) o con el porcentaje en masa.
- Leer el menisco desde arriba o desde abajo en vez de a la altura de los ojos, o añadir agua de más al enrasar.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- Se valora el planteamiento (c = m/V, conversión de unidades) tanto como el resultado numérico; aceptar resultados con 1-2 cifras significativas si el planteamiento es correcto.
- Las prácticas dan resultados dispersos (balanza de 0,1 g, menisco): valorar que se compare con la referencia y se expliquen las diferencias, no que coincida exactamente.
- En el recetario, comprobar que ninguna receta supera la solubilidad (por ejemplo, 36 g de sal por 100 g de agua a 20 °C) y que todas dan el volumen final.
- Seguridad: material de bajo riesgo, pero hay vidrio; exigir gafas, nada de probar sustancias y secado inmediato de derrames.

06

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

La energía cambia de forma

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo seguimos la energía antes, durante y después de un proceso?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · C
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE4, CE6	PRODUCTO FINAL Auditoría energética de un proceso cotidiano	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.3, 2.3, 3.1, 4.2, 6.2

Contexto, reto y producto

En la cafetería del instituto hay un hervidor eléctrico de 2000 W que se usa cada mañana para el té y las infusiones. Tras recibir una factura de la luz más alta de lo normal, la dirección ha pedido un «plan de ahorro» y en la sala de profesores se oyen frases como «el hervidor gasta poco, solo calienta agua» o «la energía se gasta y desaparece». Nadie ha seguido el recorrido de la energía ni sabe cuánta se aprovecha de verdad.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de auditores energéticos**. Aprende a reconocer las **manifestaciones de la energía** (cinética, potencial, térmica, eléctrica, química, luminosa, sonora), a seguir sus **transformaciones** en una **cadena** y a comprobar que la energía **se conserva**, aunque parte se **degrada** en calor poco útil. Calcula la energía consumida con $E = P$ *cdott*, la parte útil y el **rendimiento**, la compara con el **uso doméstico** (cocina, iluminación, carga de aparatos) y con el **industrial**, y valora de dónde procede la electricidad (**renovables y no renovables**) para proponer un ahorro **sostenible** con datos. Con un coche de juguete en una rampa y una linterna de manivela comprueba, con material seguro, cómo una energía se convierte en otra.

Reto

Elaborar la auditoría energética de un proceso cotidiano: su cadena de transformaciones, el balance de energía útil y perdida, el origen de la electricidad y una propuesta de ahorro calculada y basada en fuentes fiables.

Producto final

Auditoría energética de un proceso cotidiano.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

CE4 Utilizar de forma crítica, eficiente y segura plataformas digitales y recursos variados para aprender, crear y comunicar.

CE6 Valorar la ciencia como construcción colectiva, en continuo cambio, en interacción con la sociedad.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

1.3 Reconocer y describir en el entorno inmediato situaciones problemáticas reales de índole científica y emprender iniciativas en las que la ciencia, y en particular la física y la química, pueden contribuir a su solución, analizando críticamente su impacto en la sociedad.

2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente y diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

4.2 Trabajar de forma adecuada con medios variados, tradicionales y digitales, en la consulta de información y la creación de contenidos, seleccionando con criterio las fuentes más fiables y desechando las menos adecuadas y mejorando el aprendizaje propio y colectivo.

6.2 Detectar en el entorno las necesidades tecnológicas, ambientales, económicas y sociales más importantes que demanda la sociedad, entendiendo la capacidad de la ciencia para darles solución sostenible a través de la implicación de todos los ciudadanos.

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

Código	Saber básico
C1	La energía: formulación de cuestiones e hipótesis sobre la energía, propiedades y manifestaciones que la describan como la causa de todos los procesos de cambio.

Código	Saber básico
C2	Diseño y comprobación experimental de hipótesis relacionadas con el uso doméstico e industrial de la energía en sus distintas formas y las transformaciones entre ellas.
C3	Elaboración fundamentada de hipótesis sobre el medio ambiente y la sostenibilidad a partir de las diferencias entre fuentes de energía renovables y no renovables.
A6	Estrategias de interpretación y producción de información científica utilizando diferentes formatos y diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.

Concreción didáctica en esta situación

- Manifestaciones de energía: cinética, potencial gravitatoria, elástica, térmica, eléctrica, química, luminosa, sonora y nuclear, con ejemplos cotidianos.
- Transformaciones: cadenas de conversión (química → eléctrica → luminosa), conservación de la energía y degradación en calor; diagrama de flujo (Sankey).
- Uso doméstico e industrial: potencia (W), energía en J y kWh con $E = P \cdot t$, coste con un precio ilustrativo y rendimiento $\eta = \frac{E_{útil}}{E_{total}}$.
- Fuentes renovables y no renovables: ventajas, inconvenientes y mix eléctrico de España (Red Eléctrica, 2025).
- Sostenibilidad: propuestas de ahorro con cálculo (kWh y €) y selección crítica de fuentes de información.

Objetivos didácticos

- ✓ Identificar las formas de energía de un proceso y describir su cadena de transformaciones.
- ✓ Calcular la energía con $E = P \cdot t$ (J y kWh), las pérdidas y el rendimiento de un proceso.
- ✓ Comprobar con una rampa que más energía inicial permite recorrer más distancia, y representar los datos.
- ✓ Distinguir fuentes renovables y no renovables e interpretar el mix eléctrico de España.
- ✓ Proponer un ahorro calculado, citando fuentes fiables y reconociendo los límites de los datos.

Metodología

Indagación
Predicción, contraste y conclusión.

Modelización
Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas
Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental
Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación
Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del caso de la cafetería, diagnóstico y predicción del recorrido de la energía en el hervidor

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, predicción justificada y corrección de una frase sobre la energía.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Formas de energía, transformaciones, conservación y degradación; fuentes renovables y no renovables

Evidencia: Ficha 2: relación aparato-transformación, cadena de la linterna y clasificación de fuentes.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Cálculo de energía con P · t, kWh, coste y rendimiento con ejemplos resueltos

Evidencia: Ficha 3: tabla de energías, balance de la tostadora y coste de dos bombillas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Estaciones: coche y rampa (datos), linterna de manivela y simulación opcional

Evidencia: Ficha 4: hipótesis, tabla de distancias de la rampa y observaciones de la linterna.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: gráfica d-h, comparación con la hipótesis, Sankey de la tostadora y dato anómalo

Evidencia: Ficha 5: gráfica, relación d/h, diagrama de flujo y media corregida. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador de la auditoría, evaluación de fuentes de información y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: valoración de fuentes F10, borrador de auditoría y revisión cruzada. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación de la auditoría y evidencia individual con un proceso nuevo

Evidencia: Auditoría final (Anexo 4) y Ficha 7: carga de un patinete eléctrico. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación argumentada del recorrido de la energía en el hervidor, el coche en la rampa y la linterna, con las formas de energía, la conservación y la degradación en calor.	Fichas 1, 2 y 7 / rúbrica
1.3	Identificación de la factura de la cafetería como problema real y propuesta de iniciativa de ahorro con su impacto económico y ambiental en el centro y en la sociedad.	Ficha 6 y auditoría (Anexo 4) / lista de cotejo
2.3	Hipótesis «si…, entonces…» sobre la rampa basada en la idea de energía y diseño de la prueba (variable independiente h, variables controladas, tres repeticiones), con contraste posterior.	Fichas 4 y 5 / rúbrica
3.1	Uso e interpretación de datos en tabla (F7, F8), gráfica (d-h), diagrama de sectores (F9), esquema de cadena y diagrama de flujo, extrayendo lo relevante para el balance.	Fichas 3, 5 y 7 / rúbrica
4.2	Valoración razonada de la fiabilidad de cuatro fuentes (autoría, fecha, datos comprobables) y cita de las fuentes usadas en la auditoría.	Ficha 6 y auditoría / lista de cotejo
6.2	Relación entre el mix eléctrico, las fuentes renovables y no renovables y la propuesta de ahorro como respuesta sostenible a una necesidad económica y ambiental.	Fichas 2 y 7 y auditoría / escala de observación

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Describe la cadena de transformaciones, explica la conservación y la degradación en calor y distingue energía, potencia y rendimiento.	Describe bien la cadena y la conservación, con alguna imprecisión en la degradación o el rendimiento.	Nombra formas de energía, pero dice que la energía «se gasta» o confunde energía y potencia.	Confunde energía, calor y fuerza, o niega la conservación.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Datos y resolución	Calcula E, pérdidas, rendimiento y coste con unidades correctas, representa la gráfica d-h y el diagrama de flujo, y comprueba que los resultados cuadran.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades (J o kWh) o de escala.	Resuelve solo cálculos guiados o mezcla W y kW, min y h.	No plantea E = P · t ni el balance, o no usa unidades.
Investigación	Formula una hipótesis, controla variables en la rampa, repite medidas, detecta el dato anómalo y concluye con proporción a los datos.	Diseño y conclusión adecuados con alguna variable sin controlar.	Registra datos, pero sin repeticiones ni comparación con la hipótesis.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas de las estaciones y comunica con vocabulario preciso, citando las fuentes y valorando su fiabilidad.	Cumple las normas y comunica con claridad, con alguna fuente sin citar.	Necesita recordatorios de seguridad o usa fuentes poco fiables sin criterio.	Incumple normas o no cita fuentes.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa la auditoría de otro equipo con propuestas concretas y mejora la suya con ellas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: tabla lisa o regla ranurada de 60 cm, 4-5 libros, coche de juguete de 30-100 g, cinta métrica de 3 m, regla, cinta adhesiva y calculadora.
- Compartido: una linterna de manivela por cada 3-4 equipos (por turnos); ordenadores o tabletas para la simulación PhET opcional «Formas y cambios de energía».
- Fichas del Anexo 3, dossier del Anexo 2 y plantilla de la auditoría (Anexo 4).

Seguridad y residuos

Objetos ligeros y recorridos cortos con la zona de la rampa despejada; no se usan personas, bicicletas ni vehículos reales. No se abre ni se fuerza la linterna ni se dirige su luz a los ojos. No se manipulan aparatos conectados a la red: los consumos se toman de la tabla F7. No se generan residuos.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Datos ya proporcionados, problemas de un paso, tablas parcialmente completadas y guías de procedimiento.

Ampliación

Anexo 9

Añadir una variable, comparar modelos, analizar un caso nuevo o justificar una limitación del modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

Llega la factura de la luz del instituto y es más alta de lo esperado. En la cafetería, el hervidor de 2000 W se enciende cada mañana, y alguien dice: «solo calienta agua, no gasta nada». Pero ¿adónde va la energía? ¿Cuánta llega al agua y cuánta se pierde? ¿De dónde sale la electricidad? Sois un equipo de auditores energéticos: seguiréis la energía antes, durante y después de un proceso, haréis cálculos con kWh y euros, probaréis cómo un coche en una rampa transforma su energía y propondréis un ahorro que se pueda demostrar con datos.

> *¿Cómo seguimos la energía antes, durante y después de un proceso?*

Vuestro reto

Elaborar la auditoría energética de un proceso cotidiano: su cadena de transformaciones, el balance de energía útil y perdida, el origen de la electricidad y una propuesta de ahorro calculada y basada en fuentes fiables.

Lo que vais a producir

Auditoría energética de un proceso cotidiano.

Seguridad. Objetos ligeros y recorridos cortos con la zona de la rampa despejada; no se usan personas, bicicletas ni vehículos reales.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso de la cafetería, hacemos el diagnóstico y predecimos.
2. Descubrimos las formas de energía y sus transformaciones.
3. Calculamos energía, pérdidas, rendimiento y coste.
4. Probamos la rampa y la linterna de manivela.
5. Representamos los datos, hacemos el Sankey y buscamos errores.
6. Redactamos la auditoría, valoramos fuentes y la revisamos.
7. Presentamos la auditoría y auditamos un proceso nuevo.

Al terminar seré capaz de...

- Identificar las formas de energía de un proceso y describir su cadena de transformaciones.
- Calcular la energía con $E = P \cdot t$ (J y kWh), las pérdidas y el rendimiento de un proceso.
- Comprobar con una rampa que más energía inicial permite recorrer más distancia, y representar los datos.
- Distinguir fuentes renovables y no renovables e interpretar el mix eléctrico de España.
- Proponer un ahorro calculado, citando fuentes fiables y reconociendo los límites de los datos.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

Todo lo necesario para auditar sin buscar nada fuera: el caso de la cafetería, una tabla de formas de energía, el esquema de la rampa, las fórmulas con ejemplos resueltos, el diagrama del hervidor, el protocolo de las estaciones, los datos de varios procesos, los datos de un equipo de prueba, el mix eléctrico de 2025 y cuatro fuentes para valorar.

F1 El caso de la cafetería y el plan de ahorro

ESTUDIO DE CASO

La cafetería del instituto usa cada mañana un **hervidor eléctrico de 2000 W**: hierve **1 L de agua** (de 15 °C a 100 °C) en unos **3,5 minutos**. Tras una factura más alta de lo normal, la dirección pide un «plan de ahorro». En la sala de profesores se oyen estas frases:

- **Marcos (Tecnología):** «El hervidor gasta poco, solo calienta agua».
- **Irene (Educación Física):** «La energía se gasta y desaparece; por eso hay que pagarla».
- **Raúl (conserje):** «Las bombillas halógenas del pasillo calientan un montón, pero dan luz».
- **Sofía (Biología):** «Lo importante es de dónde sale la electricidad, no cuánta se use».

Vuestro trabajo es **auditar un proceso cotidiano** (el hervidor, una tostadora, la carga de un móvil, la iluminación o un proceso que elijáis), seguir su energía y proponer un ahorro demostrable.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula; las potencias y los tiempos son típicos de electrodomésticos domésticos.

¿Qué frases de la sala de profesores son incorrectas o incompletas desde el punto de vista científico? ¿Por qué?

F2 Formas de energía y ejemplos cotidianos

DATOS

Forma de energía	Qué es o dónde está	Ejemplo cotidiano
Cinética	La que tiene un cuerpo por estar en movimiento	Coche que rueda, viento
Potencial gravitatoria	La que tiene un cuerpo por estar a cierta altura	Coche en lo alto de una rampa, agua de un embalse
Elástica	La que tiene un muelle o una goma estirados o comprimidos	Arco tensado, colchón
Térmica	Asociada al movimiento de las partículas; pasa de lo caliente a lo frío en forma de calor	Agua caliente de una taza
Eléctrica	La que transporta la corriente eléctrica	Cargador, enchufe, pila en un circuito
Química	Almacenada en las sustancias; se libera al reaccionar	Pila, gasolina, alimentos
Luminosa	La que transporta la luz	Bombilla, luz del Sol
Sonora	La que transportan las vibraciones del aire	Música, ruido del hervidor
Nuclear	Almacenada en el núcleo de los átomos	Central nuclear, Sol

Principio de conservación: la energía no se crea ni se destruye, solo se **transforma** de una forma a otra o se **transfiere** de un cuerpo a otro. Por eso es incorrecto decir que «se gasta»: lo que ocurre es que parte pasa al ambiente como calor y ya no es útil. Es la **degradación** de la energía.

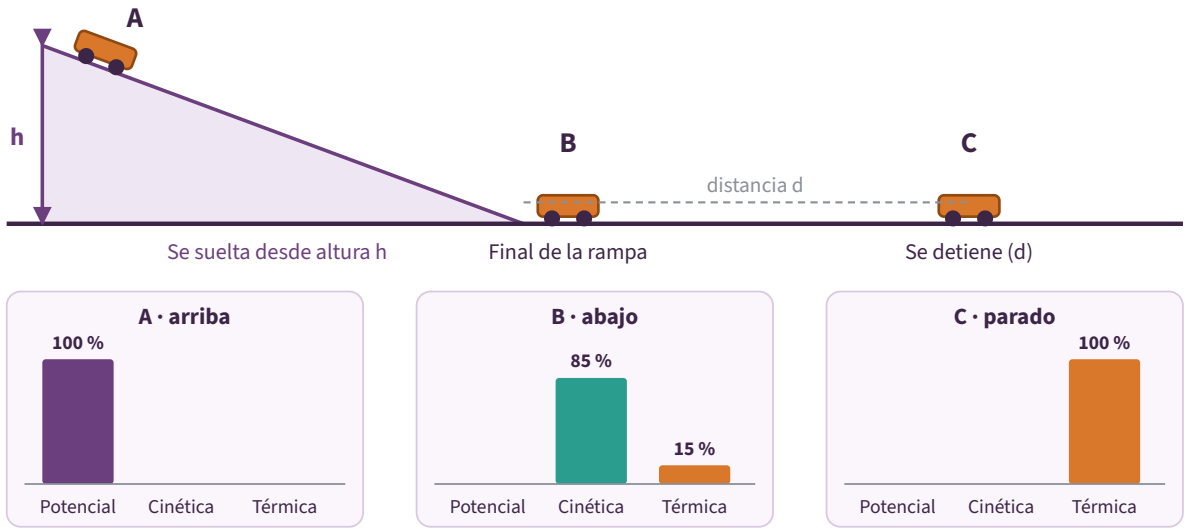
Transformaciones típicas: pila y bombilla (química → eléctrica → luminosa y térmica); panel solar (luminosa → eléctrica); altavoz (eléctrica → sonora); estufa eléctrica (eléctrica → térmica); bici bajando una cuesta (potencial → cinética); frenada (cinética → térmica).

Fuente: Elaboración propia adaptada a 2.º ESO.

El hervidor transforma energía eléctrica en térmica. ¿Qué otras formas de energía aparecen sin que nadie las quiera?

F3 Coche en una rampa: la energía en tres momentos

ESQUEMA



Fuente: Esquema de elaboración propia. Los porcentajes de las barras son ilustrativos, no medidos.

En B el coche tiene cinética, pero no el 100 % de la inicial. ¿Adónde fue el resto? ¿Y en C, cuando el coche se para?

F4 Energía, potencia, kWh y rendimiento: fórmulas y ejemplos resueltos

ESTUDIO DE CASO

Magnitudes y unidades

- **Energía (E):** se mide en julios (J) o en kilojulios (kJ). En la factura se usa el **kilovatio hora (kWh)**. 1 kWh = 3 600 000 J = 3600 kJ.
- **Potencia (P):** energía que transforma un aparato cada segundo. Se mide en vatios (W). 1 W = 1 J/s; 1 kW = 1000 W.
- **Energía consumida:** $E = P \cdot t$. Con P en W y t en s sale J; con P en kW y t en h sale kWh.
- **Rendimiento:** $\eta = \dfrac{E_{\text{útil}}}{E_{\text{total}}} \cdot 100$ (en %). Y siempre $E_{\text{total}} = E_{\text{útil}} + E_{\text{perdida}}$.

Ejemplo 1: energía del hervidor. P = 2000 W y t = 3,5 min.

En unidades del SI: t = 3,5 · 60 = 210 s, luego $E = 2000\ \text{W} \cdot 210\ \text{s} = 420\,000\ \text{J} = 420\ \text{kJ}$.

En kWh: P = 2 kW y t = 3,5 : 60 = 0,0583 h, luego $E = 2\ \text{kW} \cdot 0{,}0583\ \text{h} = 0{,}117\ \text{kWh}$.

Ejemplo 2: pérdidas y rendimiento. El agua recibe 0,099 kWh útiles.

$E_{\text{perdida}} = 0{,}117 - 0{,}099 = 0{,}018\ \text{kWh}$ y $\eta = \dfrac{0{,}099}{0{,}117} \cdot 100 = 85\ \%$.

Ejemplo 3: coste. Con 0,15 €/kWh: $0{,}117\ \text{kWh} \cdot 0{,}15\ €/\text{kWh} = 0{,}0175\ €$, es decir, 1,8 céntimos.

Comprueba siempre: el rendimiento nunca puede superar el 100 % y la energía útil más la perdida debe dar la total.

Fuente: Ejemplos de elaboración propia. El precio del kWh (0,15 €) es ilustrativo y varía con la tarifa y el momento.

El hervidor tiene un rendimiento alto, pero una bombilla halógena, no. ¿Qué hará que sea tan bajo en la bombilla? (pista: F7)

F5 Auditoría del hervidor: cadena de transformaciones y diagrama de flujo

ESQUEMA

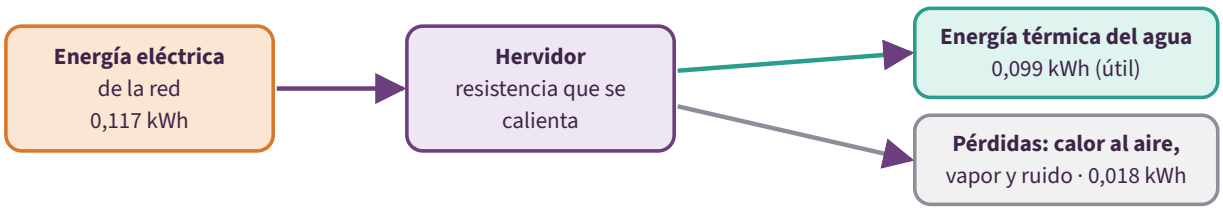


Diagrama de flujo (Sankey): la anchura es proporcional a la energía



La energía total se conserva: 0,099 + 0,018 = 0,117 kWh. Lo que se pierde se «degrada» en calor difícil de aprovechar.

Fuente: Esquema de elaboración propia con los datos de F4. Anchuras proporcionales a la energía.

¿Qué se mantiene igual en el diagrama aunque haya pérdidas? ¿Por qué decimos que las pérdidas son calor «poco útil»?

F6 Protocolo de laboratorio: estaciones de transformación de la energía

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): tabla lisa o regla ranurada de 60 cm; 4-5 libros; coche de juguete de 30-100 g; cinta métrica de 3 m; regla; cinta adhesiva; calculadora. Compartido: linterna de manivela por turnos; ordenador con la simulación PhET «Formas y cambios de energía» (opcional).

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas. Riesgos: tropiezos con el coche o la cinta, golpes con la manivela y deslumbramiento con el LED. Precauciones: zona de rampa y suelo despejados, nadie cruza el recorrido, no se abre ni se fuerza la linterna y no se apunta su luz a los ojos. **No se usan personas, bicicletas ni vehículos reales.**

Roles: responsable de la altura (mide h), soltador, responsable de la distancia (cinta métrica) y secretario. Rotan en cada medida.

Variables (estación A): independiente, la altura h de salida (5, 10, 15 y 20 cm); dependiente, la distancia d recorrida por el suelo hasta parar; controladas: el coche, la tabla, el suelo, la marca de salida y soltar sin empujar.

Procedimiento:

Estación A. Coche y rampa (unos 25 min).

1. Apoyad un extremo de la tabla en libros hasta que el punto de salida esté a h = 5 cm del suelo (medid en vertical con la regla). Pegad una marca de salida en la tabla.
2. Soltad el coche desde la marca, sin empujar. Debe seguir por el suelo liso hasta pararse, sin chocar con nada.
3. Con la cinta métrica, medid la distancia d desde el final de la rampa hasta la parte delantera del coche parado. Anotadla en la tabla.
4. Repetid 3 veces. Repetid con h = 10, 15 y 20 cm sin cambiar nada más. Si el coche se desvía o choca, repetid esa medida.

Estación B. Linterna de manivela (unos 10 min).

5. Girad la manivela despacio durante 10 s y anotad cómo brilla el LED. Después girad más deprisa y anotad el cambio. Dejad de girar y anotad qué ocurre.
6. Completad la cadena de transformaciones de la ficha 4.

Estación C (opcional). Simulación. Con PhET, comprobad cómo cambia la energía térmica al subir la fuente de calor o al cambiar el material.

Limpieza y residuos: recoged la tabla, los libros, el coche y la cinta; despejad el suelo. No se generan residuos (las pilas gastadas, si las hubiera, se llevan al contenedor de pilas).

Resultado esperable: la distancia d aumenta con la altura h y es casi proporcional: si h se duplica, d se duplica aproximadamente (cociente d / h casi constante, con variaciones de ±10 %). Con un coche de juguete y suelo liso, d suele ir de 0,5 a 3 m para h entre 5 y 20 cm. En la linterna, el LED brilla más al girar más deprisa y se apaga al parar.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué soltamos el coche sin empujar y siempre desde la misma marca? ¿Qué variable estaríamos cambiando si no?

F7 Procesos cotidianos para auditar: potencia, tiempo, energía y rendimiento

DATOS

Proceso	Aparato y potencia	Tiempo	Energía consumida (kWh)	Energía útil (kWh)	Rendimiento
Hervir 1 L de agua (de 15 °C a 100 °C)	Hervidor, 2000 W	3,5 min	0,117	0,099	85 %
Tostar 2 rebanadas	Tostadora, 800 W	2,5 min	0,033	0,010	30 %
Cargar un móvil	Cargador, 10 W	2 h	0,020	0,015	75 %
Iluminar un pasillo 4 h	Bombilla halógena, 50 W	4 h	0,200	0,010 (luz)	5 %
Iluminar un pasillo 4 h (misma luz)	Bombilla LED, 7 W	4 h	0,028	0,010 (luz)	36 %

Energía útil es la que se aprovecha para lo que queremos (calentar el agua, dar luz, cargar la batería); el resto es **energía perdida**, normalmente calor que se disipa en el ambiente. Precio ilustrativo de la electricidad: 0,15 €/kWh.

Fuente: Potencias típicas de etiquetas de electrodomésticos. Energía útil y rendimientos aproximados e ilustrativos (hervidor calculado con 1 kg de agua y un salto de 85 °C; móvil con batería de unos 15 Wh; ambas bombillas con una luz similar).

¿Qué proceso tiene el rendimiento más bajo? ¿Y cuál consume menos energía en total? ¿Son la misma pregunta?

F8 Datos de un equipo de prueba: coche de 60 g en la rampa

DATOS

Altura h (cm)	d_1 (m)	d_2 (m)	d_3 (m)	Media d (m)	d / h (con h en m)
5	0,62	0,58	0,60	0,60	12,0
10	1,21	1,18	1,25	1,21	12,1
15	1,80	1,86	1,76	1,81	12,0
20	2,41	2,35	2,45	2,40	12,0

Cómo se calcula: media $\bar{d} = \dfrac{d_1 + d_2 + d_3}{3}$ y el cociente $\dfrac{d}{h}$ con h en metros (5 cm = 0,05 m).

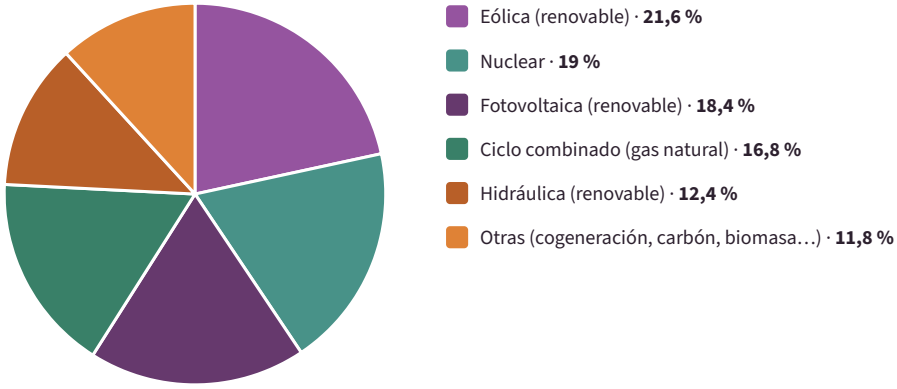
Otro equipo (coche distinto) anotó para h = 10 cm estas distancias: 1,20 m; 1,25 m y 0,70 m.

Fuente: Datos ilustrativos de una rampa escolar con un coche de juguete sobre suelo liso, redondeados a centímetros; no son una medición real concreta.

¿Qué relación hay entre h y d? En los datos del otro equipo hay una medida que no encaja: ¿cuál es y qué pudo pasar?

F9 Electricidad en España: de dónde procedió en 2025

GRÁFICO



Renovables: se regeneran a escala humana (Sol, viento, agua, biomasa); casi no emiten CO_2 al generar, pero dependen del tiempo y necesitan terreno y redes. **No renovables:** reservas limitadas (carbón, petróleo, gas natural, uranio); los fósiles emiten CO_2 al quemarse y la nuclear deja residuos radiactivos de gestión muy larga.

El 55,5 % es un **promedio del año**: el mix cambia cada hora.

Fuente: Red Eléctrica (REE), avance del Informe del Sistema Eléctrico 2025 (nota de prensa, marzo de 2026): eólica 21,6 %, nuclear 19,0 %, fotovoltaica 18,4 %, ciclo combinado 16,8 %, hidráulica 12,4 %; renovables 55,5 % de la generación (sin autoconsumo). «Otras» se obtiene por diferencia hasta el 100 %.

¿Qué porcentaje de la electricidad fue renovable en 2025? ¿Qué tecnología aportó más?

F10 ¿Fuente fiable? Cuatro afirmaciones sobre el ahorro de energía

DATOS

Fuente	Qué afirma	Autoría y fecha	¿Datos comprobables?
Informe anual de Red Eléctrica (empresa pública del sistema eléctrico)	En 2025, el 55,5 % de la electricidad generada fue renovable.	Organismo identificado; marzo de 2026	Sí: tablas y series públicas
Guía de consumo de un organismo público de energía	Una bombilla LED consume mucho menos que una halógena para la misma luz.	Organismo identificado; fecha indicada	Sí: indica potencias y metodología
Blog anónimo «Energía cuántica para tu casa»	Un imán pegado al cable del contador baja la factura un 40 %.	Sin autoría ni fecha	No: no explica medidas
Mensaje reenviado en redes sociales	Desenchufar el cargador del móvil por la noche ahorra «cientos de euros al mes».	Anónimo; captura sin fecha	No: la cifra es exagerada (un móvil consume del orden de 0,02 kWh por carga)

Fuente: Fuentes descritas de forma genérica para el ejercicio; los textos y las cifras de los blogs y mensajes son inventados para el aula.

Valora cada fuente con cuatro preguntas: ¿quién la firma?, ¿cuándo se publicó?, ¿aporta datos comprobables?, ¿hay un interés comercial? ¿Cuáles usarías en tu auditoría?

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

FICHA 1 El caso de la cafetería

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa la tabla F2. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

La unidad de energía en el Sistema Internacional es…
☐ el vatio (W) ☐ el julio (J) ☐ el newton (N)

En una linterna de pilas, la energía de la pila se transforma en…
☐ luz y calor ☐ solo luz ☐ nada: se gasta

Cuando usamos energía…
☐ se destruye ☐ se transforma y parte pasa al ambiente como calor ☐ se crea de la nada

Es una fuente renovable…
☐ el gas natural ☐ el viento ☐ el uranio

2 **Antes de empezar, predice qué ocurre al hervir 1 L de agua con un hervidor de 2000 W. Justifica cada respuesta.**

Pregunta	Mi predicción	Por qué lo creo
¿Qué forma de energía entra en el hervidor y cuál tiene el agua al final?		
¿Se aprovecha toda la energía? ¿Qué porcentaje crees que llega al agua?		
¿Adónde va la que no llega al agua?		

3 **Irene dice: «La energía se gasta y desaparece». ¿Estás de acuerdo? Corrige la frase con lenguaje científico.**

FICHA 2 Formas de energía y transformaciones

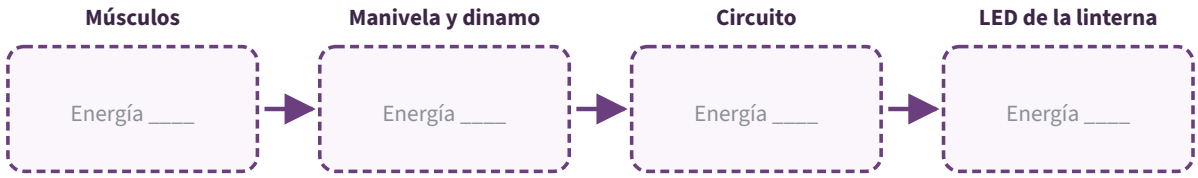
Sesión 2

Usa la tabla F2 y el texto de F9.

1 Relaciona cada aparato o situación con su transformación principal.

1 Linterna de pilas ●	● a Química → eléctrica → luminosa (y térmica)
2 Panel solar ●	● b Luminosa → eléctrica
3 Altavoz ●	● c Eléctrica → sonora
4 Bici bajando una cuesta ●	● d Potencial gravitatoria → cinética
5 Estufa eléctrica ●	● e Eléctrica → térmica

2 Completa la cadena de transformaciones de una linterna de manivela. Escribe la forma de energía de cada cuadro.



Escribe la forma de energía de cada cuadro. En todos los pasos hay una parte que se pierde como calor.

3 Clasifica cada fuente como renovable (R) o no renovable (N) y escribe una ventaja o un inconveniente.

Fuente	R o N	Una ventaja o un inconveniente
Sol		
Gas natural		
Viento		
Carbón		
Uranio (nuclear)		
Agua de un embalse		

FICHA 3 Calculamos energía, pérdidas y coste

Sesión 3

Usa los ejemplos resueltos de F4 y la tabla F7. Escribe siempre la operación y la unidad.

1 **Calcula la energía consumida en kJ y en kWh. (Para kJ pasa el tiempo a segundos; para kWh, a horas.)**

Aparato y potencia	Tiempo	E (kJ)	E (kWh)
Secador de pelo, 1800 W	5 min		
Cargador de móvil, 10 W	2 h		
Bombilla LED, 7 W	4 h		

2 **Con los datos de la tostadora de F7 (consume 0,033 kWh y 0,010 kWh son útiles), calcula la energía perdida y el rendimiento. ¿Adónde va la energía perdida?**

3 **Con 0,15 €/kWh, calcula cuánto cuesta cada día iluminar el pasillo 4 h con la bombilla halógena de F7 y con la LED. ¿Cuánto se ahorra al día?**

FICHA 4 En el laboratorio: las estaciones

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F6. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de empezar).**

- [ ] La zona de la rampa y el suelo están despejados
- [ ] Nadie cruza el recorrido del coche
- [ ] No usamos personas, bicicletas ni vehículos reales
- [ ] No abrimos ni forzamos la linterna y no apuntamos su luz a los ojos
- [ ] Cada persona conoce su rol y sabemos dónde se recoge el material

2 **Escribe tu hipótesis «si…, entonces…, porque…» para la rampa (qué pasa con la distancia d al aumentar la altura h).**

3 **Estación A. Anota las distancias recorridas.**

h (cm)	d_1 (m)	d_2 (m)	d_3 (m)	Media d (m)
5				
10				
15				
20				

4 **Estación B. Anota lo que observas en la linterna.**

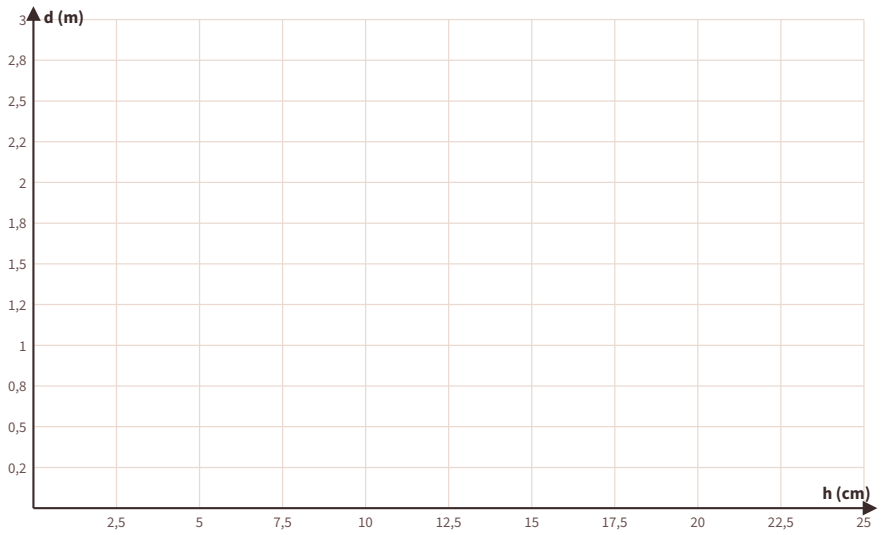
Acción	Cómo brilla el LED	Qué energía entra (más o menos)
Girar despacio		
Girar deprisa		
Dejar de girar		

FICHA 5 Tratamos los datos y hacemos el balance

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F8). Después usa F7 y F4.

1 **Representa la distancia media d frente a la altura h con tus datos (o los de F8). Rotula los ejes y traza la línea que mejor se ajuste a los puntos.**



2 **Compara con tu hipótesis. Usa el cociente d / h de F8: ¿es casi constante? ¿Qué significa que, al duplicar h, d se duplique casi exactamente?**

3 **Dibuja el diagrama de flujo (Sankey) de la tostadora con los datos de F7 (0,033 kWh de entrada y 0,010 kWh útiles) y escribe los valores.**

Entrada: 100 %
(tostadora: ____ kWh)

Dibuja aquí las dos salidas con su anchura
(útil y pérdidas) y escribe sus valores

Reparte la altura de la barra de entrada (100 %) entre la parte útil y las pérdidas.

4 **En F8, el otro equipo anotó 1,20 m; 1,25 m y 0,70 m para h = 10 cm. Detecta el dato anómalo, propón una causa y calcula la media sin él.**

FICHA 6 Redactamos y revisamos la auditoría

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Antes, valorad las fuentes de F10. Después intercambiad la auditoría con otro equipo.

1 **Valora las cuatro fuentes de F10. Responde con las cuatro preguntas de la tabla (autoría, fecha, datos comprobables, interés).**

Fuente de F10	¿Fiable? (sí o no)	Razones
Informe de Red Eléctrica		
Guía de un organismo público		
Blog «Energía cuántica»		
Mensaje en redes		

2 **Escribe el borrador de tu auditoría con los apartados siguientes.**

Apartado	Mi auditoría
Proceso elegido	
Cadena de transformaciones	
Energía consumida (P · t) en kWh	
Energía útil, pérdidas y rendimiento	
Origen de la energía (renovable o no)	
Propuesta de ahorro y ahorro calculado (kWh y €)	
Fuentes consultadas	

3 **Revisión cruzada. Comprobad la auditoría del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- [ ] Describe el proceso y su cadena de transformaciones
- [ ] Calcula la energía consumida con unidades correctas
- [ ] Calcula las pérdidas y el rendimiento y cuadran
- [ ] Incluye un diagrama de flujo o un esquema coherente
- [ ] Relaciona la energía con su origen renovable o no renovable
- [ ] La propuesta de ahorro está calculada (kWh y €)
- [ ] Cita fuentes fiables
- [ ] Podríamos repetir el cálculo sin hacer ninguna pregunta

4 Escribid dos propuestas de mejora concretas para la auditoría del otro equipo.

FICHA 7 Evidencia individual: el patinete eléctrico

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un proceso nuevo. Escribe operaciones y unidades.

1 La batería de un patinete eléctrico almacena 0,36 kWh. Para cargarla, el cargador toma de la red 0,42 kWh. Calcula la energía perdida, el rendimiento de la carga y el coste de una carga con 0,15 €/kWh.

2 Escribe la cadena de transformaciones de la energía desde la batería hasta que el patinete se detiene.

3 Con F9, si en media el 55,5 % de la electricidad fue renovable, ¿cuántos kWh de esa carga proceden en promedio de renovables? ¿Es lo mismo que decir que la electricidad de tu enchufe, ahora mismo, es renovable?

4 Corrige la frase «el patinete gasta la energía de la batería» y propón una medida de ahorro para un equipo de patinetes del instituto.

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Auditoría energética del proceso elegido. Escribid con frases completas; todas las cantidades con su unidad (J, kJ, kWh, W, €).

Proceso elegido y pregunta

¿Qué proceso auditamos y qué queremos saber?

Cadena de transformaciones

Formas de energía de entrada, intermedias y de salida.

Datos de partida

Potencia, tiempo y fuente de cada dato.

Cálculo de energía y coste

E = P · t en kWh (y kJ) y precio ilustrativo.

Balance: útil, pérdidas y rendimiento

Operaciones con unidades; E total = útil + perdida.

Diagrama de flujo (Sankey)

Anchuras proporcionales a las energías.

Fuente de energía y sostenibilidad

¿De dónde procede la energía? Renovable o no renovable (F9).

Propuesta de ahorro

Qué cambiaríamos y por qué.

Ahorro calculado

kWh y euros al día, mes o año.

Fuentes consultadas y fiabilidad

Cita cada fuente y di por qué es fiable.

Conclusión y límites

¿Qué hemos descubierto? ¿Qué datos son aproximados?

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Auditoría energética de un proceso cotidiano**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Se describe el proceso y su cadena de transformaciones con las formas de energía bien nombradas.
- [ ] La energía consumida se calcula con $E = P \cdot t$ con unidades coherentes (W y s, o kW y h).
- [ ] Se calculan la energía útil, la perdida y el rendimiento, y la suma de útil y perdida da la total.
- [ ] El diagrama de flujo es coherente con los datos (anchuras proporcionales).
- [ ] No se dice que la energía «se gasta» o «desaparece»: se habla de transformación y degradación.
- [ ] Se indica el origen de la electricidad (renovable o no) con datos de F9 o de otra fuente fiable.
- [ ] La propuesta de ahorro está calculada en kWh y en euros, con el precio indicado como ilustrativo.
- [ ] Las fuentes están citadas y se justifica su fiabilidad (autoría, fecha, datos comprobables).
- [ ] Se reconocen límites: potencias típicas, rendimientos aproximados, mix que cambia cada hora.
- [ ] No se ha manipulado ningún aparato conectado a la red y la práctica de la rampa se hizo con seguridad.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Auditoría energética de un proceso cotidiano**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Describe la cadena de transformaciones, explica la conservación y la degradación en calor y distingue energía, potencia y rendimiento.	Describe bien la cadena y la conservación, con alguna imprecisión en la degradación o el rendimiento.	Nombra formas de energía, pero dice que la energía «se gasta» o confunde energía y potencia.	Confunde energía, calor y fuerza, o niega la conservación.	
Datos y resolución	Calcula E, pérdidas, rendimiento y coste con unidades correctas, representa la gráfica d-h y el diagrama de flujo, y comprueba que los resultados cuadran.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades (J o kWh) o de escala.	Resuelve solo cálculos guiados o mezcla W y kW, min y h.	No plantea E = P · t ni el balance, o no usa unidades.	
Investigación	Formula una hipótesis, controla variables en la rampa, repite medidas, detecta el dato anómalo y concluye con proporción a los datos.	Diseño y conclusión adecuados con alguna variable sin controlar.	Registra datos, pero sin repeticiones ni comparación con la hipótesis.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas de las estaciones y comunica con vocabulario preciso, citando las fuentes y valorando su fiabilidad.	Cumple las normas y comunica con claridad, con alguna fuente sin citar.	Necesita recordatorios de seguridad o usa fuentes poco fiables sin criterio.	Incumple normas o no cita fuentes.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa la auditoría de otro equipo con propuestas concretas y mejora la suya con ellas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé seguir la energía de un proceso: formas de energía, transformaciones, pérdidas y rendimiento.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular energía y coste con P · t y proponer un ahorro apoyado en fuentes fiables.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: ejemplos modelados y cálculos de un paso.

Calcular la energía en tres pasos

1. **Anota** la potencia (W) y el tiempo.
2. **Pasa** a kW (W : 1000) y a horas (min : 60).
3. **Multiplica:** $E = P \cdot t$.

Ejemplo: cargador de 10 W durante 3 h. 10 W = 0,01 kW.
$E = 0{,}01\ \text{kW} \cdot 3\ \text{h} = 0{,}03\ \text{kWh}$.

Pérdidas y rendimiento

Pérdida = total − útil. **Rendimiento** = útil : total · 100.

Ejemplo: un aparato consume 0,050 kWh y aprovecha 0,020 kWh. Pérdida: 0,050 − 0,020 = 0,030 kWh. Rendimiento: 0,020 : 0,050 · 100 = 40 %.

1 **Calcula la energía en kWh.**

Potencia	Tiempo	E (kWh)
60 W	2 h	
1000 W	30 min	
5 W	10 h	

2 **Un aparato consume 0,50 kWh y aprovecha 0,40 kWh. Calcula la pérdida y el rendimiento.**

3 **Relaciona cada forma de energía con un ejemplo.**

1 Cinética ●	● a Pila
2 Potencial gravitatoria ●	● b Bombilla encendida
3 Química ●	● c Coche que rueda
4 Luminosa ●	● d Agua de un embalse

4 **Completa la frase con estas palabras: gasta, transforma, calor.**

Al usar energía no se _____ ; se _____ en otras formas y parte pasa al ambiente como _____ .

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 6 · La energía cambia de forma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Cuándo se paga solo una bombilla LED? Ahorro y amortización

Con los datos de F7 (halógena de 50 W y LED de 7 W con la misma luz) vais a calcular el ahorro de un año y cuándo se amortiza una bombilla LED que cuesta **3,50 €** (precio ilustrativo), usando 0,15 €/kWh. Después lo aplicaréis a todo el centro.

Pasos

1. Calcula la energía que ahorra al día cambiar la halógena por la LED si se usan 4 h al día.
2. Calcula el ahorro de un año (365 días) en kWh y en euros.
3. Calcula en cuántos días se recupera el precio de 3,50 € de la bombilla LED.
4. En el instituto hay 120 bombillas halógenas de 50 W encendidas 8 h al día durante 180 días lectivos. Calcula el ahorro anual en kWh y en euros si todas se cambian por LED de 7 W.
5. Valora una limitación: ¿qué datos del cálculo son aproximados y qué pasaría si se encendiesen más horas «porque ahora sale más barato»?

Entrega

Una página con los cuatro cálculos, la valoración de la limitación y una frase para la dirección del centro que resuma el ahorro con sus unidades.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 6 · La energía cambia de forma

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el julio (J); luz y calor; se transforma y parte pasa al ambiente como calor; el viento.
2. Predicciones: respuesta abierta. Lo correcto: entra energía eléctrica y el agua termina con energía térmica; no se aprovecha toda (en el caso del hervidor, cerca del 85 %); el resto pasa al ambiente como calor, vapor y ruido. Aceptar cualquier predicción justificada y contrastarla con F5.
3. No es correcto que la energía «se gasta y desaparece»: la energía se conserva y se transforma; parte se degrada en calor poco útil. También es incompleta la frase de Marcos (el hervidor consume bastante potencia, 2000 W).

Ficha 2

1. Linterna: química → eléctrica → luminosa (y térmica). Panel solar: luminosa → eléctrica. Altavoz: eléctrica → sonora. Bici: potencial → cinética. Estufa: eléctrica → térmica.
2. Cadena de la linterna de manivela: química (músculos) → cinética (manivela y dinamo) → eléctrica (circuito) → luminosa y térmica (LED). En cada paso, parte de la energía se pierde como calor.
3. Sol: R (inagotable; depende del tiempo). Gas natural: N (emite CO_2; reservas limitadas). Viento: R (no emite CO_2; intermitente). Carbón: N (muy contaminante; reservas limitadas). Uranio: N (no emite CO_2 al generar, deja residuos radiactivos). Agua de un embalse: R (almacenable; impacto en el río y la fauna).

Ficha 3

1. Secador: 1800 W · 300 s = 540 000 J = 540 kJ; 1,8 kW · 0,0833 h = 0,15 kWh. Cargador: 10 W · 7200 s = 72 000 J = 72 kJ; 0,01 kW · 2 h = 0,020 kWh. LED: 7 W · 14 400 s = 100 800 J ≈ 101 kJ; 0,007 kW · 4 h = 0,028 kWh.
2. Tostadora: pérdida = 0,033 − 0,010 = 0,023 kWh; η = 0,010 / 0,033 · 100 ≈ 30 %. Va al ambiente como calor (aire de la cocina, carcasa) y algo de luz y ruido.
3. Halógena: 0,200 kWh · 0,15 €/kWh = 0,030 €. LED: 0,028 kWh · 0,15 €/kWh = 0,0042 €. Ahorro: 0,030 − 0,0042 = 0,0258 € al día (unos 2,6 céntimos).

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar; el docente puede pedir que el responsable de seguridad la firme.
2. Hipótesis modelo: si aumentamos la altura de la rampa, entonces el coche recorrerá más distancia, porque tiene más energía potencial al principio y la convierte en cinética.
3. Rango esperable (coche de 30-100 g, suelo liso): h = 5 cm → 0,4-1,2 m; 10 cm → 0,8-2,0 m; 15 cm → 1,2-2,8 m; 20 cm → 1,6-3,5 m. Lo importante es la tendencia: d casi proporcional a h (cociente d/h casi constante, ±10 %). Con el equipo de prueba F8: 0,60; 1,21; 1,81; 2,40 m.
4. Linterna: más rápido, más brillo (entra más energía cinética); al parar, se apaga porque no hay conversión. Cadena: química → cinética → eléctrica → luminosa y térmica.

Ficha 5

1. Gráfica: puntos (5; 0,60), (10; 1,21), (15; 1,81), (20; 2,40) alineados con una recta que pasa casi por el origen. No hay que unir los puntos de uno en uno.
2. d/h es casi constante (12,0; 12,1; 12,0; 12,0): al duplicar h se duplica d, lo que confirma la hipótesis. Significa que la energía potencial inicial (proporcional a h) se transforma al final en energía térmica por el rozamiento: más energía inicial, más distancia. (En 2.º ESO basta con la relación cualitativa.)
3. Sankey de la tostadora: entrada 100 % (0,033 kWh); útil 30 % (0,010 kWh) y pérdidas 70 % (0,023 kWh). La banda de pérdidas debe ser algo más del doble de ancha que la útil.
4. Dato anómalo: 0,70 m (las otras dos están en 1,2-1,25 m); posible causa: el coche chocó con algo, se desvió o se paró antes de tiempo. Media sin él: (1,20 + 1,25) : 2 = 1,225 ≈ 1,23 m. Con el dato anómalo la media saldría 1,05 m, engañosa.

Ficha 6

1. Informe de Red Eléctrica: fiable (organismo identificado, fecha, datos públicos). Guía de organismo público: fiable (autoría, fecha, indica metodología). Blog «Energía cuántica»: no fiable (anónimo, sin fecha, sin datos y con una afirmación sin base física). Mensaje en redes: no fiable (anónimo, cifra exagerada).
2. Auditoría modelo (hervidor): cadena eléctrica → térmica (agua) + pérdidas; E = 2 kW · 0,0583 h = 0,117 kWh; útil 0,099 kWh; pérdida 0,018 kWh; η = 85 %; coste 0,0175 € por uso; el 55,5 % de la electricidad de 2025 fue renovable (F9); propuesta: hervir solo el agua necesaria. Si el equipo hierve 0,5 L en lugar de 1 L, ahorra aproximadamente la mitad de la energía (≈ 0,058 kWh).
3. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar la unidad de la energía en el cálculo», «citar la fuente del 55,5 %»), no genéricas.

Ficha 7

1. Pérdida: 0,42 − 0,36 = 0,06 kWh. Rendimiento: 0,36 / 0,42 · 100 = 85,7 % ≈ 86 %. Coste: 0,42 kWh · 0,15 €/kWh = 0,063 € (unos 6 céntimos).
2. Cadena: química (batería) → eléctrica (motor) → cinética (patinete en movimiento) → térmica (rozamiento con el suelo y el aire, y calentamiento del motor) al frenar y detenerse.
3. 0,42 kWh · 0,555 = 0,233 kWh ≈ 0,23 kWh de media. No es lo mismo: el 55,5 % es un promedio anual; en una hora concreta el mix puede tener más o menos renovables.
4. Corrección: la batería no «gasta» la energía, la transforma (química → eléctrica → cinética) y parte se pierde como calor. Medida de ahorro modelo: cargar solo cuando haga falta, sin dejar el cargador enchufado, o hacerlo en horas con mucha generación solar.

Refuerzo (Anexo 8)

1. 60 W · 2 h = 0,06 kW · 2 h = 0,12 kWh. 1000 W · 30 min = 1 kW · 0,5 h = 0,5 kWh. 5 W · 10 h = 0,005 kW · 10 h = 0,05 kWh.
2. Pérdida = 0,50 − 0,40 = 0,10 kWh; rendimiento = 0,40 / 0,50 · 100 = 80 %.
3. Cinética: coche que rueda; potencial gravitatoria: agua de un embalse; química: pila; luminosa: bombilla encendida.
4. Al usar energía no se gasta; se transforma en otras formas y parte pasa al ambiente como calor.

Ampliación (Anexo 9)

1. Ahorro diario: (50 − 7) W · 4 h = 43 W · 4 h = 172 Wh = 0,172 kWh (o 0,200 − 0,028 = 0,172 kWh).
2. Anual: 0,172 kWh · 365 = 62,8 kWh; 62,8 kWh · 0,15 €/kWh = 9,42 €.
3. Amortización: 3,50 € : 9,42 €/año = 0,37 años ≈ 136 días (unos 4,5 meses).
4. Centro: (50 − 7) W · 8 h = 0,344 kWh al día por bombilla; · 180 días = 61,9 kWh; · 120 bombillas = 7430 kWh; · 0,15 €/kWh ≈ 1115 € al año.
5. Límites: potencias, horas y precio son aproximados; el efecto rebote (encender más horas porque es barato) reduce el ahorro real.

Errores frecuentes

- Decir que la energía «se gasta» o «desaparece» en lugar de transformarse y degradarse en calor.
- Confundir potencia (W, energía por segundo) con energía (J o kWh).
- Mezclar unidades: W con h, o kW con s, y pasar mal los minutos a horas (3,5 min = 0,0583 h, no 0,35 h).
- Pensar que un rendimiento bajo significa poco consumo: la bombilla halógena consume más y aprovecha menos.
- Dibujar el Sankey sin respetar la proporción, o que útil más perdida no dé el total.
- Unir los puntos de la gráfica con segmentos en vez de trazar la tendencia, o incluir el dato anómalo en la media sin revisarlo.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Se valora el planteamiento (E = P · t, conversión de unidades, balance) tanto como el resultado; aceptar 2-3 cifras significativas.
- Los datos de la rampa dependen del coche y del suelo: valorar la tendencia y el cociente d/h casi constante, no el valor concreto.
- El mix eléctrico de F9 procede del avance de Red Eléctrica de 2025; conviene verificar la cifra actualizada antes de usarla en el aula.
- Seguridad: objetos ligeros, zona despejada, sin aparatos de red; no se manipulan personas, bicicletas ni vehículos reales.

07

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

¿Calor o temperatura?

PREGUNTA GUÍA

¿Qué efectos produce el calor sobre la materia y cómo podemos investigarlos?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · C
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Informe experimental de aislamiento térmico	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.3

Contexto, reto y producto

El Club de Montaña del instituto prepara una excursión de invierno a la sierra de Guadarrama y quiere llevar chocolate caliente en vasos de plástico. El año pasado se enfrió en pocos minutos y nadie pudo tomarlo caliente. Ahora se discute cómo evitarlo: «envolvamos el vaso con lana, que da calor», «mejor papel de aluminio, que refleja» y «lo que pasa es que el frío entra en el vaso». Cada opinión suena razonable, pero ninguna se ha puesto a prueba, y algunas mezclan **calor** y **temperatura**.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de investigación térmica**. Aprende a distinguir **temperatura** (cuán caliente está un cuerpo, medida con termómetro) y **calor** (energía que se transfiere espontáneamente del cuerpo a mayor temperatura al de menor temperatura), a reconocer los **efectos del calor** (subida de temperatura, cambios de estado, dilatación) y las formas de transmitirlo (conducción, convección, radiación), y a diseñar una **prueba justa** con una sola variable: el **material aislante**. Con vasos iguales, agua tibia manejada por el docente y termómetros digitales, mide cómo baja la temperatura con el tiempo, la representa en una **gráfica temperatura-tiempo** y redacta un **informe experimental** con una conclusión que responda a la pregunta del club y reconozca los límites de la medida.

Reto

Averiguar con un experimento seguro y repetible qué material aísla mejor un vaso de agua caliente y redactarlo en un informe experimental con tabla, gráfica temperatura-tiempo, conclusión y límites.

Producto final

Informe experimental de aislamiento térmico.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente y diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

3.3 Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.

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

Código	Saber básico
C4	Efectos del calor sobre la materia: análisis de los efectos y aplicación en situaciones cotidianas.
A1	Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.
A5	El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.

Concreción didáctica en esta situación

- Efectos del calor: aumento de temperatura, cambios de estado (en una sustancia pura y a presión constante, la temperatura permanece aproximadamente constante durante el cambio de estado) y dilatación; la energía se transfiere espontáneamente en forma de calor del cuerpo a mayor temperatura al de menor temperatura hasta alcanzar el equilibrio térmico.
- Temperatura como variable de medida: termómetro, escala Celsius (y kelvin), resolución del instrumento y lectura correcta.
- Aislamiento térmico: conductores y aislantes, conducción, convección y radiación, aire quieto atrapado y ejemplos (termo, ropa de abrigo, doble acristalamiento).
- Gráfica temperatura-tiempo: ejes con magnitud y unidad, curva de enfriamiento, $\Delta T = T_{inicial} - T_{final}$ y velocidad media $\frac{\Delta T}{\Delta t}$.

Objetivos didácticos

- Distinguir calor y temperatura y describir los efectos del calor con ejemplos cotidianos.
- Formular una hipótesis «si…, entonces…, porque…» sobre aislantes y diseñar una prueba justa con variables controladas.
- Medir temperaturas con termómetro digital y registrar los datos en una tabla con unidades.
- Representar e interpretar una gráfica temperatura-tiempo y calcular ΔT y la velocidad media de enfriamiento.
- Redactar un informe con conclusión basada en datos, y reconocer los límites de la medida.

Metodología

Indagación

Predicción, contraste y conclusión.

Modelización

Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas

Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental

Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación

Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del caso del chocolate caliente, diagnóstico y predicción sobre qué aislante será mejor

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, predicción ordenada y crítica de la frase «la lana da calor».

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Calor y temperatura, efectos del calor, conducción, convección y radiación; conductores y aislantes

Evidencia: Ficha 2: relación de conceptos, clasificación de materiales (F9) y verdadero o falso.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Hipótesis, variables y diseño de la prueba justa; cálculo de ΔT y de la velocidad media de enfriamiento

Evidencia: Ficha 3: hipótesis, tabla de variables y cálculo de ΔT con datos de F7.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica: medir la temperatura de cuatro vasos de agua caliente cada 4 minutos durante 20 minutos

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad, tabla de temperaturas y cálculo de ΔT por vaso.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: gráfica T-t, comparación con la hipótesis, dato anómalo y análisis de la meseta del hielo

Evidencia: Ficha 5: gráfica, lectura anómala corregida y comparación de hipótesis.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del informe experimental y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: borrador del informe y revisión cruzada con propuestas de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del informe y evidencia individual con un caso nuevo

Evidencia: Informe final (Anexo 4) y Ficha 7: dos botellas de té y la bañera frente a la taza.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación argumentada de por qué el chocolate se enfría (el calor pasa al ambiente), con la distinción calor-temperatura, la transmisión de calor y el papel del aire atrapado en un aislante.	Fichas 1, 2 y 7 / rúbrica
2.2	Estrategia de comprobación: prueba justa con un vaso de control, una sola variable (material), repetición de las lecturas cada 4 min y conclusión que acepta o rechaza cada hipótesis.	Fichas 3, 4 y 5 / lista de cotejo
2.3	Hipótesis «si…, entonces…, porque…» apoyada en las ideas de calor, conductores y aislantes (aire quieto atrapado) y diseño del procedimiento experimental para comprobarla.	Fichas 1 y 3 e informe (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Uso de datos en tabla (F7), gráficas T-t (F8), esquemas (F2, F3, F5) y tabla de conductividades (F9): cálculo de ΔT y de la velocidad media, lectura de la meseta del hielo y detección de la lectura anómala.	Fichas 3, 5 y 7 / rúbrica
3.3	Montaje seguro con agua a unos 55 °C servida por el docente, orden del puesto, secado de derrames, termómetros digitales, vertido del agua y recogida del material.	Ficha 4 y protocolo / observación sistemática

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Distingue calor y temperatura, explica el enfriamiento como paso de calor al ambiente y justifica por qué el aire quieto de lana y espuma aísla, con límites del modelo.	Distingue calor y temperatura y explica lo esencial del aislamiento, con alguna imprecisión.	Nombra aislantes y conductores, pero dice que la lana «da calor» o que el frío «entra».	Confunde calor y temperatura o no explica el aislamiento.
Datos y resolución	Tabla completa con unidades, ΔT y velocidad bien calculadas, gráfica T-t con ejes rotulados y escala adecuada, y lectura anómala detectada.	Tabla y cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan lecturas, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.
Investigación	Hipótesis «si…, entonces…, porque…», una sola variable cambiada, control explícito y conclusión proporcionada a los datos con límites señalados.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables o la conclusión excede los datos.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas con agua caliente, termómetros y derrames, y redacta un informe claro, repetible y con vocabulario preciso.	Cumple las normas y el informe se entiende, con algún detalle impreciso.	Necesita recordatorios de seguridad o el informe es difícil de repetir.	Incumple normas o no hay informe.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas y mejora el suyo con ellas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: 4 vasos de plástico iguales de unos 200 mL con tapa de cartulina, 4 termómetros digitales (resolución 0,1 °C), cronómetro, tiras de papel de aluminio, un calcetín o fieltro de lana, láminas de espuma de poliestireno, cinta adhesiva y etiquetas.
- Docente: hervidor y jarra graduada para preparar unos 600 mL de agua a unos 55 °C por equipo (el alumnado no maneja el hervidor); trapos para derrames.
- Fichas del Anexo 3, dossier del Anexo 2, plantilla del informe (Anexo 4) y hoja de cálculo opcional.

Seguridad y residuos

El agua caliente (unos 55 °C, nunca por encima de 60 °C) la prepara y la sirve el docente con una jarra; el alumnado no usa el hervidor ni agua hirviendo. Vasos sobre la mesa, no en la mano; derrames secados al instante; termómetros digitales (sin mercurio). El agua se tira por el desagüe cuando se enfría y el material de forro se reutiliza.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Datos ya proporcionados, problemas de un paso, tablas parcialmente completadas y guías de procedimiento.

Ampliación

Anexo 9

Añadir una variable, comparar modelos, analizar un caso nuevo o justificar una limitación del modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

Excursión de invierno a la sierra, termo olvidado y chocolate caliente en vasos de plástico… que se enfría en diez minutos. En el club hay opiniones para todo: la lana «da calor», el papel de aluminio «refleja», el frío «entra» en el vaso. Pero ¿es lo mismo calor que temperatura? ¿Qué material aísla mejor de verdad? Sois un equipo de investigación térmica: mediréis cómo baja la temperatura de cuatro vasos con distinto forro, dibujaréis la gráfica, calcularéis cuánto se enfría cada uno y redactaréis un informe con la respuesta que el club necesita, y con sus límites.

> *¿Qué efectos produce el calor sobre la materia y cómo podemos investigarlos?*

Vuestro reto

Averiguar con un experimento seguro y repetible qué material aísla mejor un vaso de agua caliente y redactarlo en un informe experimental con tabla, gráfica temperatura-tiempo, conclusión y límites.

Lo que vais a producir

Informe experimental de aislamiento térmico.

Seguridad. El agua caliente (unos 55 °C, nunca por encima de 60 °C) la prepara y la sirve el docente con una jarra; el alumnado no usa el hervidor ni agua hirviendo.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso del chocolate, hacemos el diagnóstico y apostamos.
2. Aprendemos calor, temperatura, transmisión y aislantes.
3. Planteamos la hipótesis y diseñamos la prueba justa.
4. Medimos cuatro vasos de agua caliente durante 20 minutos.
5. Dibujamos la gráfica, calculamos ΔT y buscamos errores.
6. Redactamos el informe y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el informe y resolvemos un caso nuevo.

Al terminar seré capaz de…

- Distinguir calor y temperatura y describir los efectos del calor con ejemplos cotidianos.
- Formular una hipótesis «si…, entonces…, porque…» sobre aislantes y diseñar una prueba justa con variables controladas.
- Medir temperaturas con termómetro digital y registrar los datos en una tabla con unidades.
- Representar e interpretar una gráfica temperatura-tiempo y calcular ΔT y la velocidad media de enfriamiento.
- Redactar un informe con conclusión basada en datos, y reconocer los límites de la medida.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

Todo lo necesario para investigar sin buscar nada fuera: el caso del chocolate, esquemas de calor y temperatura, de transmisión y de termo, un cuadro de efectos del calor con un ejemplo resuelto, el protocolo, los datos de un equipo de prueba con sus gráficas, una tabla de conductividades y un glosario.

F1 El caso del chocolate que se enfría

ESTUDIO DE CASO

El Club de Montaña prepara una excursión de invierno a la sierra de Guadarrama. Llevarán **chocolate caliente** en vasos de plástico. El año pasado se enfrió en unos diez minutos y nadie pudo tomarlo caliente. Estas son las propuestas:

- **Nuria:** «Envolvamos el vaso con lana: la lana da calor al chocolate».
- **Hugo:** «Mejor papel de aluminio, que refleja el calor».
- **Álex:** «Lo que pasa es que el frío entra en el vaso por los lados».
- **Marina:** «Yo usaría la espuma de las bandejas de la cafetería».

Ninguna idea se ha comprobado. Vuestro trabajo es averiguar con un experimento cuál se sostiene con datos y cuál mezcla ideas incorrectas.

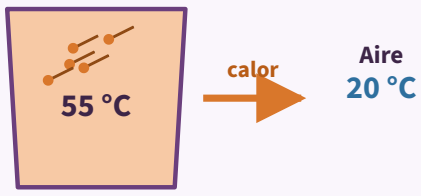
Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de un problema cotidiano.

¿Qué frases mezclan calor y temperatura o dicen algo que no ocurre (la lana «da calor», el frío «entra»)? ¿Cuáles se pueden comprobar con un experimento?

F2 Calor y temperatura: el equilibrio térmico

ESQUEMA

1 · Al principio



agua en el vaso

El calor fluye de mayor a menor temperatura.

2 · Pasado un buen rato: equilibrio térmico



agua en el vaso

Misma temperatura: ya no pasa calor neto.

Temperatura: cuán caliente está un cuerpo (se mide con termómetro, en °C). Calor: energía que pasa de un cuerpo a otro por tener distinta temperatura. El frío no «entra»: lo que ocurre es que el calor sale.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Las flechas dentro del vaso indican, de forma simbólica, el movimiento de las partículas.

Un vaso a 55 °C está en una habitación a 20 °C. ¿Hacia dónde pasa el calor? ¿Hasta cuándo? ¿Qué temperatura tendrá el agua al final?

F3 Cómo se transmite el calor

ESQUEMA



Un buen aislante frena las tres formas: atrapa aire quieto (menos conducción y convección) y refleja o absorbe poco.
En todas, el calor va siempre del cuerpo con más temperatura al de menos.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

En un vaso de agua caliente sobre la mesa, ¿qué formas de transmisión del calor intervienen? ¿Por qué ponemos una tapa?

F4 Efectos del calor, temperatura y ejemplo resuelto

ESTUDIO DE CASO

Efectos del calor sobre la materia

- **Cambio de temperatura:** un cuerpo que recibe calor se calienta; uno que lo cede se enfría.
- **Cambio de estado:** el hielo se funde y el agua hierve. En una sustancia pura y a presión constante, durante el cambio de estado la **temperatura permanece aproximadamente constante** (el hielo en fusión está a 0 °C hasta que se funde por completo).
- **Dilatación:** casi todos los cuerpos aumentan de volumen al calentarse (así funciona el termómetro de líquido y por eso los puentes tienen juntas de dilatación).

Calor y temperatura: la **temperatura** mide cuán caliente está un cuerpo y se mide en °C (en el SI, en kelvin: $T(\mathrm{K}) = t(^\circ\mathrm{C}) + 273{,}15$). El **calor** es la energía que pasa de un cuerpo a otro por tener distinta temperatura, siempre del más caliente al más frío, hasta el **equilibrio térmico**.

Variación de temperatura y velocidad media de enfriamiento

$\Delta T = T_{\text{inicial}} - T_{\text{final}}$ y $v = \dfrac{\Delta T}{\Delta t}$ (en °C por minuto).

Ejemplo resuelto (vaso A de F7, sin forrar):

1. Lecturas: $T_{\text{inicial}} = 55{,}0\ ^\circ\mathrm{C}$ y a los 20 min $T = 41{,}3\ ^\circ\mathrm{C}$.
2. $\Delta T = 55{,}0 - 41{,}3 = 13{,}7\ ^\circ\mathrm{C}$.
3. $v = \dfrac{13{,}7\ ^\circ\mathrm{C}}{20\ \mathrm{min}} = 0{,}685\ ^\circ\mathrm{C/min} \approx 0{,}69\ ^\circ\mathrm{C/min}$.

Comprueba siempre: el agua más caliente que el ambiente solo puede enfriarse hasta la temperatura ambiente (20 °C): si tu lectura baja de ahí, hay un error.

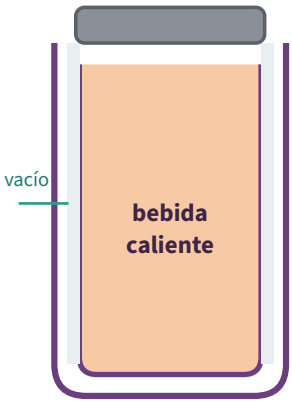
Fuente: Elaboración propia adaptada a 2.º ESO. Los datos del ejemplo proceden de F7.

¿Un vaso con valor de ΔT más pequeño aísla mejor o peor? ¿Qué significa que durante la fusión la temperatura del hielo no suba?

F5 Aislantes: el termo y el vaso forrado con lana

ESQUEMA

Termo (corte)



Doble pared con vacío y paredes brillantes

Vaso forrado con lana



Las fibras atrapan aire quieto

Cómo frena el calor un termo

Conducción: el vacío entre las paredes no tiene partículas que transmitan el calor.

Convección: sin aire entre las paredes no hay corrientes; el tapón cierra la salida del aire caliente.

Radiación: las paredes brillantes reflejan la radiación hacia el interior.

Lana y espuma: aire quieto atrapado entre fibras o burbujas.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

El aire quieto conduce mal el calor. ¿Por qué un jersey de lana te abriga aunque la lana no produzca calor?

F6 Protocolo de laboratorio: ¿qué material aísla mejor un vaso de agua caliente? PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 4 vasos de plástico iguales de unos 200 mL con tapa de cartulina; 4 termómetros digitales (0,1 °C); cronómetro; tiras de papel de aluminio; un calcetín o fieltro de lana; láminas de espuma de poliestireno; cinta adhesiva; etiquetas. **Docente:** jarra graduada con unos 600 mL de agua a unos 55 °C por equipo.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas. Riesgos: quemadura leve por derrame de agua a 55 °C y resbalones por agua en el suelo. Precauciones: el docente sirve el agua; los vasos se dejan sobre la mesa, no se mueven ni se sostienen en la mano; secar derrames al instante; no usar termómetros de vidrio con mercurio.

Roles: lector de termómetros, cronometrista, secretario (anota) y responsable de seguridad y limpieza. Rotan en cada lectura.

Variables: independiente, el material de forro (ninguno, aluminio, lana, espuma); dependiente, la temperatura a los 20 min (y ΔT); controladas: el volumen de agua (150 mL), la temperatura inicial (unos 55 °C), el tipo de vaso y la tapa, el lugar de la mesa y la temperatura ambiente.

Procedimiento:

1. Forrad tres vasos con una capa doble del material (aluminio, lana, espuma), bien ajustada y sujeta con cinta. Dejad el cuarto sin forrar. Etiquetadlos A (sin forrar), B (aluminio), C (lana) y D (espuma).
2. Medid la temperatura ambiente con un termómetro y anotadla. Colocad los vasos juntos, lejos de ventanas y corrientes de aire.
3. El docente echa **150 mL** de agua a unos 55 °C en cada vaso. Tapad enseguida cada vaso e introducid un termómetro por un agujero de la tapa, con la punta en el centro del agua sin tocar el fondo.
4. Cuando el cronómetro marque 0 min, anotad la temperatura de los cuatro vasos. Repetid la lectura cada **4 minutos hasta los 20 minutos** (0, 4, 8, 12, 16 y 20 min).
5. Sin mover ni agitar los vasos, comprobad al final que los forros siguen bien ajustados. Calculad ΔT y la velocidad media de cada vaso.

Limpieza y residuos: esperad a que el agua esté a menos de 40 °C y vertedla por el desagüe; retirad los forros (se reutilizan), lavad y secad los vasos, secad derrames y dejad el puesto despejado. No se generan otros residuos.

Resultado esperable (agua a 55 °C, ambiente de 18-22 °C): en 20 min el vaso A baja unos 12-15 °C (T final 40-43 °C); B, unos 10-13 °C; C, unos 5-9 °C y D, unos 4-7 °C. El orden de menor a mayor enfriamiento es D, C, B y A; la diferencia entre A y B puede ser pequeña (del orden de 1-2 °C).

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué se tapan los vasos y se usa un vaso sin forrar? ¿Qué pasaría con la comparación si un vaso tuviera 200 mL?

F7 Datos de un equipo de prueba: temperatura (°C) cada 4 minutos

DATOS

Tiempo (min)	A: sin forrar	B: aluminio	C: lana	D: espuma
0	55,0	55,0	55,0	55,0
4	51,6	52,4	53,4	54,0
8	48,8	49,9	52,1	52,8
12	46,0	47,4	50,5	51,9
16	43,4	45,5	49,4	50,8
20	41,3	43,6	48,1	50,1

Otro equipo anotó para el vaso C (lana) estas temperaturas a los 0, 4, 8, 12, 16 y 20 min: 55,0; 53,2; 52,0; 40,5; 49,5 y 48,3 °C.

Condiciones del equipo de prueba: temperatura ambiente de 20 °C; resolución del termómetro de 0,1 °C.

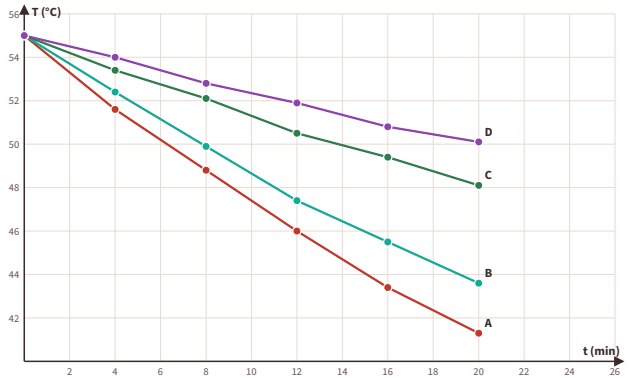
Fuente: Datos ilustrativos obtenidos con vasos de 200 mL con 150 mL de agua a unos 55 °C, tapados, a una temperatura ambiente de 20 °C; redondeados a una décima de °C. No son una medición real concreta.

En los datos del otro equipo hay una lectura que no encaja. ¿Cuál es y qué pudo pasar?

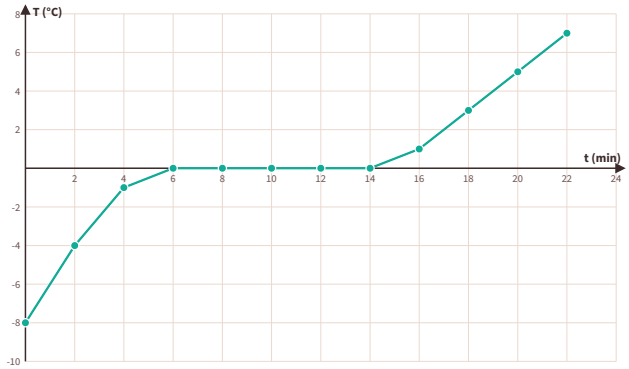
F8 Gráficas temperatura-tiempo

GRÁFICO

ENFRIAMIENTO DE 150 ML DE AGUA (DATOS DE F7)



FUSIÓN DE HIELO PICADO EN UN VASO (ILUSTRATIVO)



Izquierda: todas las curvas bajan y se aplanan poco a poco: cuanto más cerca está el agua de la temperatura ambiente (20 °C), más despacio se enfría. La curva de A es la más inclinada y la de D, la menos.

Derecha: mientras el hielo se funde, la temperatura se queda en 0 °C (meseta); cuando se ha fundido todo, el agua vuelve a calentarse.

Fuente: Gráficas de elaboración propia. La de la izquierda usa los datos de F7; la de la derecha, datos ilustrativos de hielo picado en un vaso en una habitación a unos 20 °C.

¿Qué curva corresponde al mejor aislante? ¿Cuánto tiempo dura la meseta del hielo en la gráfica de la derecha?

F9 ¿Conductor o aislante? Conductividad térmica de algunos materiales

DATOS

Material	Conductividad térmica (W/(m·K))	Tipo
Cobre	400	Muy buen conductor
Aluminio (papel de cocina)	235	Buen conductor
Acero	50	Conductor
Vidrio	1,0	Mal conductor
Agua	0,6	Mal conductor
Madera de pino	0,13	Aislante
Cartón	0,06	Aislante
Lana (fibras con aire)	0,04	Buen aislante
Poliestireno expandido (espuma)	0,035	Buen aislante
Aire quieto	0,026	Muy buen aislante

Cuanto **menor** es la conductividad térmica, mejor aísla el material. El **aire quieto** es un excelente aislante; la lana y la espuma aíslan porque **atrapan** aire entre sus fibras o burbujas. El aluminio es buen conductor: solo ayuda a frenar la radiación si deja aire entre el papel y el vaso.

Fuente: Valores aproximados de tablas de física a temperatura ambiente (W/(m·K)); sirven para comparar, no para cálculos.

Según la tabla, ¿qué material esperas que sea mejor aislante, la lana o el aluminio? ¿Coincide con los datos de F7?

F10 Vocabulario de calor y temperatura

GLOSARIO

Temperatura	Medida de lo caliente que está un cuerpo; se mide con termómetro en °C o K.
Calor	Energía que pasa de un cuerpo a otro por tener distinta temperatura, del más caliente al más frío.
Equilibrio térmico	Situación en la que dos cuerpos en contacto tienen la misma temperatura y ya no pasa calor neto entre ellos.
Conducción	Transmisión del calor por contacto, sobre todo en sólidos.
Convección	Transmisión del calor por corrientes en líquidos y gases.
Radiación	Transmisión del calor mediante ondas, sin necesidad de contacto.
Aislante térmico	Material que conduce mal el calor y frena el paso de energía entre dos cuerpos.
Dilatación	Aumento de volumen de un cuerpo al calentarse.
Variación de temperatura (ΔT)	Diferencia entre la temperatura inicial y la final.
Meseta	Tramo horizontal de una gráfica temperatura-tiempo: la temperatura no cambia durante un cambio de estado.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

FICHA 1 El caso del chocolate caliente

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa el esquema F2. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

La temperatura de un cuerpo se mide con…

☐ una balanza ☐ un termómetro ☐ un dinamómetro

El calor pasa de forma espontánea…

☐ del cuerpo a menor temperatura al de mayor temperatura ☐ del cuerpo a mayor temperatura al de menor temperatura

☐ entre dos cuerpos a la misma temperatura

Un aislante térmico es un material que…

☐ conduce muy bien el calor ☐ conduce mal el calor ☐ produce calor

Cuando el hielo se funde a 0 °C, su temperatura…

☐ sube ☐ se mantiene en 0 °C ☐ baja

2 **Antes de experimentar, ordena los cuatro vasos de F6 del que mejor aísla (1) al que peor (4) y predice cuánto bajará la temperatura en 20 minutos. Justifícalo.**

Vaso	Orden (1 = mejor aislante)	Bajada de T en 20 min (°C)	Por qué lo creo
A: sin forrar			
B: aluminio			
C: lana			
D: espuma			

3 **Nuria dice: «La lana da calor al chocolate». Explica por qué no es correcto y corrígelo con lenguaje científico.**

FICHA 2 Calor, temperatura y aislantes

Sesión 2

Usa los esquemas F2, F3 y F5, la tabla F9 y el glosario F10.

1 Relaciona cada término con su significado.

1 Temperatura ●	● a Material que conduce mal el calor
2 Calor ●	● b Cuán caliente está un cuerpo
3 Aislante térmico ●	● c Energía que pasa de un cuerpo caliente a uno frío
4 Equilibrio térmico ●	● d Misma temperatura: ya no pasa calor neto

2 Con F9, clasifica cada material como buen conductor (C) o aislante (A) y di si lo usarías para forrar el vaso.

Material	C o A	¿Lo usarías para forrar el vaso? Por qué
Cobre		
Aluminio		
Lana		
Espuma (poliestireno)		
Aire quieto		

3 Marca verdadero (V) o falso (F) y corrige las falsas.

	V	F
El frío entra en el vaso por los lados.	☐	☐
El calor pasa espontáneamente del cuerpo a mayor temperatura al de menor temperatura.	☐	☐
Dos cuerpos en equilibrio térmico tienen la misma temperatura.	☐	☐
Un jersey de lana produce calor.	☐	☐
Durante la fusión del hielo, su temperatura sigue subiendo.	☐	☐

FICHA 3 Hipótesis, variables y cálculo de ΔT

Sesión 3

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Usa los ejemplos de F4 y los datos de F7. Escribe siempre la operación y la unidad.

1 **Escribe una hipótesis «si…, entonces…, porque…» sobre el material que mejor aísla. Usa lo que sabes del aire atrapado (F5 y F9).**

2 **Diseña la prueba justa. Indica qué cambias, qué mides y qué mantienes igual.**

Apartado	Mi diseño
Pregunta investigable	
Variable independiente (valores)	
Variable dependiente (unidad)	
Variables controladas	
Instrumentos y resolución	

3 **Calcula ΔT y la velocidad media de enfriamiento en 20 min. B y D salen de F7; el vaso E (cartón) lo ha probado otro equipo.**

Vaso	T inicial (°C)	T a 20 min (°C)	ΔT (°C)	v (°C/min)
B: aluminio	55,0	43,6		
D: espuma	55,0	50,1		
E: cartón	55,0	45,0		

FICHA 4 En el laboratorio: enfriamos cuatro vasos

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F6. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de empezar).**

- ☐ El agua la sirve el docente y los vasos están sobre la mesa
- ☐ Nadie sostiene un vaso con agua caliente en la mano
- ☐ Los termómetros son digitales (sin mercurio)
- ☐ Tenemos trapos para secar derrames al instante
- ☐ Cada persona conoce su rol y sabemos cómo se recoge el material

2 **Anota la temperatura ambiente y las lecturas de los cuatro vasos cada 4 minutos.**

Tiempo (min)	A: sin forrar (°C)	B: aluminio (°C)	C: lana (°C)	D: espuma (°C)
0				
4				
8				
12				
16				
20				

3 **Calcula ΔT y la velocidad media de cada vaso con tus datos.**

Vaso	ΔT = T a 0 min − T a 20 min (°C)	v = ΔT / 20 min (°C/min)
A: sin forrar		
B: aluminio		
C: lana		
D: espuma		

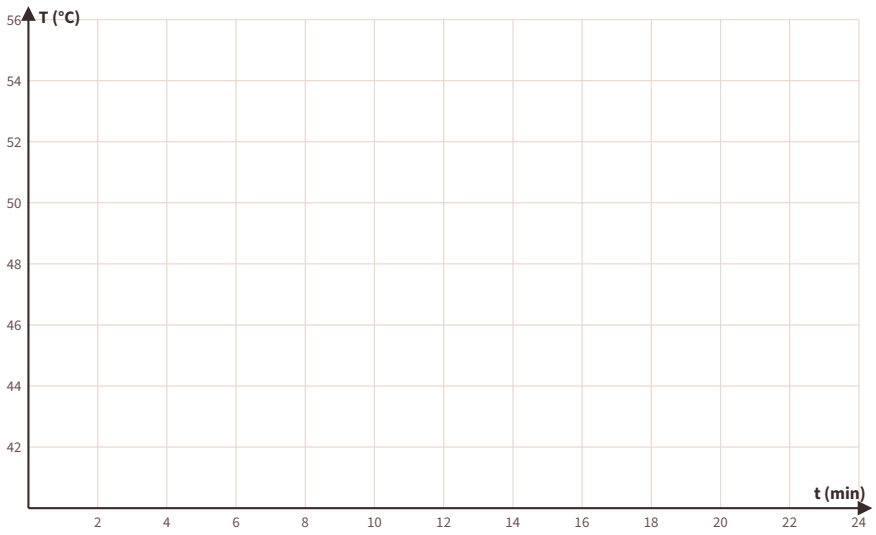
4 **Temperatura ambiente medida (°C) y anomalías que has observado (tapa mal puesta, corriente de aire…).**

FICHA 5 Tratamos los datos y buscamos el error

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F7 y F8).

1 **Representa la temperatura frente al tiempo de los cuatro vasos con tus datos (o los de F7). Usa un color por vaso, rotula los ejes con magnitud y unidad y traza la curva, no segmentos rectos.**



2 **En los datos del otro equipo (F7, vaso C), detecta la lectura anómala, explica qué pudo pasar y calcula el valor razonable de esa lectura mirando las vecinas.**

3 **Compara con tu hipótesis de la ficha 3. ¿Qué material aísla mejor? ¿Cuál peor? ¿Se cumple la predicción de la ficha 1?**

Material	Mi predicción	Lo que dicen los datos	¿Hipótesis aceptada?
Aluminio			
Lana			
Espuma			

4 **Con la gráfica derecha de F8 (hielo): ¿qué ocurre con la temperatura mientras se funde el hielo? ¿Entra calor en el vaso durante ese tiempo? ¿Qué efecto del calor se observa?**

FICHA 6 Redactamos y revisamos el informe

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad el informe del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- [ ] Tiene una pregunta investigable y una hipótesis «si…, entonces…, porque…»
- [ ] Indica variables independiente, dependiente y controladas
- [ ] El procedimiento está numerado, con cantidades y seguridad
- [ ] La tabla tiene todas las lecturas con unidades (°C, min)
- [ ] La gráfica tiene ejes rotulados y curvas, no segmentos
- [ ] Calcula ΔT y la velocidad media correctamente
- [ ] La conclusión responde a la pregunta y se basa en los datos
- [ ] Menciona límites (tapa, termómetro, ambiente)

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el informe del otro equipo.**

3 **¿Qué cambiaríais en vuestro propio informe tras leer el del otro equipo? Escribe también qué variable controlada fue más difícil de mantener.**

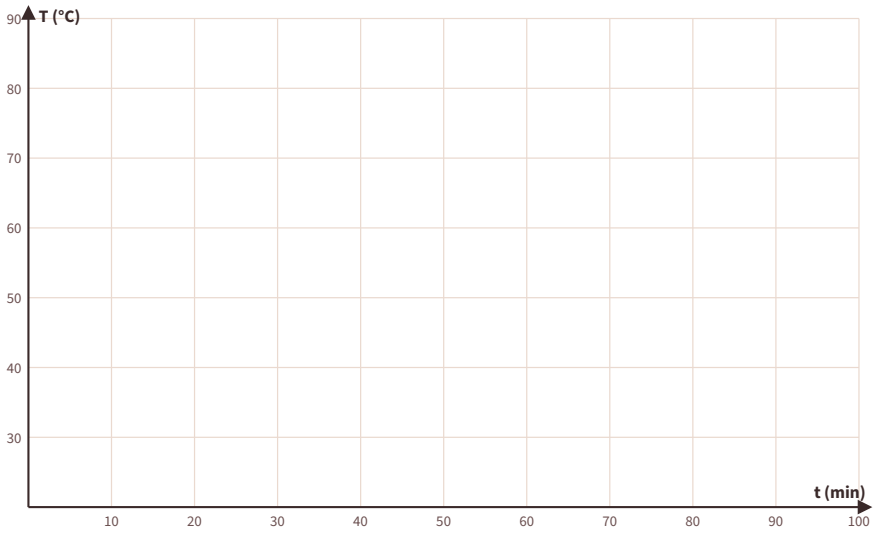
FICHA 7 Evidencia individual: dos botellas de té

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica todo lo aprendido a un caso nuevo. Escribe operaciones y unidades.

1 **Dos botellas metálicas iguales con té a 80 °C se dejan en una habitación a 20 °C. La botella N lleva un forro de neopreno; la botella S no. Datos: S a 0, 30, 60 y 90 min: 80; 66; 56 y 49 °C. N: 80; 72; 65 y 59 °C. Calcula ΔT y la velocidad media de cada una en 90 min. ¿Cuál aísla mejor?**

2 **Dibuja la gráfica temperatura-tiempo de las dos botellas (con colores distintos) y explica con calor y temperatura por qué la curva se aplana.**



3 **Una bañera con 100 L de agua a 40 °C y una taza con 0,2 L de té a 80 °C se dejan enfriar hasta 20 °C. ¿Cuál tiene mayor temperatura? ¿Cuál cede más calor al enfriarse? Explícalo.**

4 **Diseña una prueba justa para saber si un forro de dos capas aísla más que uno de una capa.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Informe experimental del equipo. Escribid con frases completas; todas las medidas con su unidad (°C, min, mL).

Pregunta investigable

¿Qué queremos averiguar?

Hipótesis

Si…, entonces…, porque…

Variables

Independiente, dependiente y controladas.

Material, cantidades y seguridad

Lista de material y riesgos con su precaución.

Procedimiento

Pasos numerados que otro equipo pueda repetir.

Tabla de datos

Temperaturas cada 4 min, con unidades, y ΔT y v.

Gráfica temperatura-tiempo

Ejes con magnitud y unidad; una curva por vaso.

Análisis y conclusión

¿Qué material aísla mejor? ¿Por qué? Relaciónalo con el calor y el aire atrapado.

Límites y mejoras

Errores posibles (tapa, termómetro, ambiente) y cómo los reduciríais.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Informe experimental de aislamiento térmico**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La pregunta investigable y la hipótesis «si…, entonces…, porque…» están escritas al principio.
- [ ] Se distinguen la variable independiente (material), la dependiente (temperatura) y las controladas.
- [ ] El vaso A (sin forrar) sirve de control y cada prueba cambia una sola variable.
- [ ] El protocolo incluye material, cantidades, seguridad con agua caliente, pasos numerados y recogida.
- [ ] La tabla recoge todas las lecturas cada 4 min con unidades (°C, min) y la temperatura ambiente.
- [ ] La gráfica T-t tiene ejes con magnitud y unidad, escala adecuada y una curva por vaso.
- [ ] Se calculan ΔT y la velocidad media de cada vaso con unidades y se señala (o se descarta con razón) alguna lectura anómala.
- [ ] La conclusión responde a la pregunta, se basa en los datos y usa bien los términos calor y temperatura.
- [ ] Se explica por qué aísla el material elegido (aire quieto atrapado) y no se dice que la lana «da calor».
- [ ] Se indican límites (tapa, resolución del termómetro, ambiente) y mejoras.

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe experimental de aislamiento térmico**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Distingue calor y temperatura, explica el enfriamiento como paso de calor al ambiente y justifica por qué el aire quieto de lana y espuma aísla, con límites del modelo.	Distingue calor y temperatura y explica lo esencial del aislamiento, con alguna imprecisión.	Nombra aislantes y conductores, pero dice que la lana «da calor» o que el frío «entra».	Confunde calor y temperatura o no explica el aislamiento.	
Datos y resolución	Tabla completa con unidades, ΔT y velocidad bien calculadas, gráfica T-t con ejes rotulados y escala adecuada, y lectura anómala detectada.	Tabla y cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan lecturas, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.	
Investigación	Hipótesis «si…, entonces…, porque…», una sola variable cambiada, control explícito y conclusión proporcionada a los datos con límites señalados.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables o la conclusión excede los datos.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas con agua caliente, termómetros y derrames, y redacta un informe claro, repetible y con vocabulario preciso.	Cumple las normas y el informe se entiende, con algún detalle impreciso.	Necesita recordatorios de seguridad o el informe es difícil de repetir.	Incumple normas o no hay informe.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas y mejora el suyo con ellas.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé distinguir calor y temperatura y explicar por qué un aislante frena el enfriamiento.	◯	◯	◯	◯
Sé diseñar una prueba justa, representar una gráfica temperatura-tiempo y calcular ΔT y la velocidad media.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: ejemplos modelados y cálculos de un paso.

Calcular ΔT y la velocidad en tres pasos

1. **Anota** la temperatura inicial y la final.
2. **Resta:** ΔT = T inicial − T final.
3. **Divide** entre el tiempo en minutos: v = ΔT : Δt.

Ejemplo: de 55,0 °C a 48,0 °C en 20 min. ΔT = 55,0 − 48,0 = 7,0 °C; v = 7,0 : 20 = 0,35 °C/min.

Receta de la hipótesis

Si uso [material], **entonces** el agua se enfriará [más despacio / más deprisa], **porque** [razón con aire atrapado o conductividad].

Ejemplo: *si forro el vaso con lana, entonces se enfriará más despacio, porque la lana atrapa aire quieto que conduce mal el calor.*

1 **Calcula ΔT y la velocidad de cada vaso (20 min).**

Vaso	T inicial (°C)	T final (°C)	ΔT (°C)	v (°C/min)
P	60,0	50,0		
Q	55,0	47,0		
R	56,0	52,0		

2 **Marca si cada material es conductor (C) o aislante (A).**

Material	C o A
Cobre	
Lana	
Aire quieto	
Aluminio	

3 **Completa la frase con estas palabras: caliente, frío, igual.**

El calor pasa siempre del cuerpo _____ al cuerpo _____ , hasta que los dos tienen la _____ temperatura.

4 **Completa la hipótesis con la receta: «Si forro el vaso con espuma, entonces ___ , porque ___ ».**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Dos capas de lana aíslan el doble? Añadimos una variable

Hasta ahora habéis cambiado el **material**. Ahora cambiáis otra variable: el **grosor** de lana. Un equipo ha probado una capa y dos capas de lana con 150 mL de agua a 55,0 °C durante 20 min y ha medido: **una capa, 48,1 °C**; **dos capas, 50,4 °C**. ¿Doblar el grosor reduce a la mitad el enfriamiento?

Pasos

1. Calcula ΔT y la velocidad media con una capa y con dos capas.
2. Calcula el cociente entre el ΔT con dos capas y el ΔT con una capa. ¿Se reduce a la mitad? Interpreta el resultado.
3. Diseña la prueba para comprobarlo con 1, 2 y 3 capas: variable independiente, dependiente, controladas y número de repeticiones.
4. Predice con la curva de C en F8 en qué minuto bajaría el vaso C (una capa) a 50 °C. Compara con el vaso D, que llega a 50,1 °C a los 20 min.
5. Señala una limitación de la comparación (por ejemplo, la compresión de la lana al poner más capas).

Entrega

Una página con los cálculos, el diseño con tres grosores, la predicción razonada y una conclusión con sus límites.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 7 · ¿Calor o temperatura?

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: un termómetro; del cuerpo a mayor temperatura al de menor temperatura; conduce mal el calor; se mantiene en 0 °C.
2. Predicciones: respuesta abierta. Lo habitual es creer que el aluminio aísla bien y la lana, también. Los datos mostrarán el orden de menor a mayor enfriamiento: espuma, lana, aluminio y sin forrar. Aceptar cualquier orden justificado y contrastarlo en la sesión 5.
3. La lana no produce calor: es mal conductora y atrapa aire quieto, por lo que frena la pérdida de calor del chocolate. El chocolate se enfría porque el calor pasa de él al ambiente; el frío no «entra». Hugo (aluminio) y Marina (espuma) son comprobables; Nuria y Álex mezclan ideas incorrectas.

Ficha 2

1. Temperatura: cuán caliente está un cuerpo. Calor: energía que pasa de un cuerpo caliente a uno frío. Aislante térmico: material que conduce mal el calor. Equilibrio térmico: misma temperatura, ya no pasa calor neto.
2. Cobre: C, no (disipa el calor). Aluminio: C; solo ayuda a frenar la radiación si deja aire entre el papel y el vaso. Lana: A, sí (atrapa aire). Espuma: A, sí. Aire quieto: A; no se puede usar solo, pero explica el aislamiento de lana y espuma.
3. F (el calor sale, el frío no entra); V; V; F (aísla porque atrapa aire, no produce calor); F (en una sustancia pura y a presión constante, se mantiene aproximadamente constante durante la fusión).

Ficha 3

1. Hipótesis modelo: si forro el vaso con lana o con espuma, entonces el agua se enfriará más despacio, porque atrapan aire quieto, que conduce mal el calor. El aluminio solo mejorará algo si deja aire entre el papel y el vaso.
2. Diseño modelo: ¿influye el material del forro en el enfriamiento de 150 mL de agua a 55 °C? VI: material (ninguno, aluminio, lana, espuma). VD: temperatura a los 20 min (°C). Controladas: volumen de agua, temperatura inicial, tipo de vaso y tapa, lugar y ambiente. Instrumentos: termómetro digital (0,1 °C), cronómetro (0,01 s) y jarra graduada.
3. B: $\Delta T = 55{,}0 - 43{,}6 = 11{,}4$ °C; $v = 11{,}4 / 20 = 0{,}57$ °C/min. D: $\Delta T = 55{,}0 - 50{,}1 = 4{,}9$ °C; $v = 4{,}9 / 20 = 0{,}245 \approx 0{,}25$ °C/min. E: $\Delta T = 55{,}0 - 45{,}0 = 10{,}0$ °C; $v = 10{,}0 / 20 = 0{,}50$ °C/min.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar; el docente puede pedir que el responsable de seguridad la firme.
2. Rango esperable (agua a 55 °C, ambiente de 18-22 °C): temperatura a los 20 min: A 40-43 °C; B 42-45 °C; C 46-49 °C; D 48-51 °C. Equipo de prueba (F7): 41,3; 43,6; 48,1 y 50,1 °C.
3. ΔT del equipo de prueba: A 13,7 °C (0,685 ≈ 0,69 °C/min); B 11,4 °C (0,57); C 6,9 °C (0,345 ≈ 0,35); D 4,9 °C (0,245 ≈ 0,25).
4. Si algún vaso baja de la temperatura ambiente o sube, hay un error (termómetro mal colocado, tapa abierta).

Ficha 5

1. Gráfica: cuatro curvas decrecientes que parten de 55 °C; A la más inclinada, luego B, C y D la más plana. Hay que trazar curvas suaves, no unir los puntos con segmentos rectos.
2. Lectura anómala: 40,5 °C a los 12 min; las vecinas son 52,0 (8 min) y 49,5 (16 min), de modo que el valor razonable es unos 50-51 °C. Causa posible: el termómetro quedó fuera del agua, se tocó el fondo o se anotó mal. Con las lecturas vecinas, el valor estimado es (52,0 + 49,5) : 2 ≈ 50,8 °C.
3. Aluminio: mejora algo respecto a A (ΔT 11,4 frente a 13,7 °C), pero poco: es buen conductor. Lana: mejora mucho (6,9 °C). Espuma: la mejor (4,9 °C). Los aislantes que atrapan aire aíslan mejor.
4. Hielo: la temperatura se mantiene aproximadamente en 0 °C (meseta de 6 a 14 min, unos 8 minutos) mientras se funde. Sí entra calor desde la habitación: se emplea en cambiar de estado, no en subir la temperatura. Efecto observado: cambio de estado (fusión).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar la temperatura ambiente», «explicar dónde se pone la punta del termómetro»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Mejoras habituales: repetir la prueba con otro vaso, usar la misma cantidad de forro, mantener la tapa cerrada y no mover los vasos.

Ficha 7

1. S: ΔT = 80 − 49 = 31 °C; v = 31 / 90 = 0,34 °C/min. N: ΔT = 80 − 59 = 21 °C; v = 21 / 90 = 0,23 °C/min. Aísla mejor la botella con forro (N), porque se enfría menos.
2. Gráfica: dos curvas decrecientes desde 80 °C; la de S baja más (49 °C a los 90 min) y la de N menos (59 °C). La curva se aplana porque, al acercarse la temperatura del té a la del ambiente (20 °C), la diferencia de temperatura es menor y el calor pasa cada vez más despacio hasta el equilibrio térmico.
3. La taza tiene mayor temperatura (80 °C frente a 40 °C). La bañera cede más calor al enfriarse, porque contiene mucha más agua (100 L frente a 0,2 L): calor y temperatura no son lo mismo. (Orden de magnitud: la taza cede unos 50 kJ y la bañera unos 8400 kJ; no se pide el cálculo.)
4. Diseño modelo: VI: número de capas (1 y 2); VD: temperatura a los 20 min; controladas: volumen y temperatura inicial del agua, vaso, tapa, ambiente y material (mismo tejido); tres repeticiones para cada forro.

Refuerzo (Anexo 8)

1. P: ΔT = 60,0 − 50,0 = 10,0 °C; v = 0,50 °C/min. Q: ΔT = 55,0 − 47,0 = 8,0 °C; v = 0,40 °C/min. R: ΔT = 56,0 − 52,0 = 4,0 °C; v = 0,20 °C/min.
2. Cobre: C. Lana: A. Aire quieto: A. Aluminio: C.
3. El calor pasa siempre del cuerpo caliente al cuerpo frío, hasta que los dos tienen la misma temperatura.
4. Si forro el vaso con espuma, entonces el agua se enfriará más despacio, porque la espuma atrapa aire quieto que conduce mal el calor.

Ampliación (Anexo 9)

1. Una capa: $\Delta T = 55{,}0 - 48{,}1 = 6{,}9$ °C; $v = 0{,}345 \approx 0{,}35$ °C/min. Dos capas: $\Delta T = 55{,}0 - 50{,}4 = 4{,}6$ °C; $v = 0{,}23$ °C/min.
2. Cociente: 4,6 / 6,9 = 0,67. No se reduce a la mitad (sería 0,50): duplicar el grosor aísla algo más, pero no el doble; hay otros factores (la lana se comprime, el calor sale por la tapa y por el fondo).
3. Diseño: VI: número de capas (1, 2 y 3); VD: temperatura a los 20 min; controladas: volumen, temperatura inicial, vaso, tapa, tejido y ambiente; al menos tres repeticiones.
4. Con la curva de F8 (C), el vaso C llega a 50,5 °C a los 12 min y a 49,4 °C a los 16 min, así que baja a 50 °C hacia el minuto 14; D alcanza 50,1 °C solo a los 20 min: la espuma tarda unos 6 minutos más.
5. Límites: tapa y fondo sin forrar, compresión de la lana, resolución del termómetro y tiempo de lectura.

Errores frecuentes

- Decir que la lana «da calor» o que el frío «entra»: el calor sale del cuerpo caliente.
- Confundir calor y temperatura (por ejemplo, «la bañera está más caliente que la taza» porque tiene más agua).
- Cambiar más de una variable a la vez (vaso, tapa, cantidad de agua o temperatura inicial distintos).
- Unir los puntos de la gráfica con segmentos, empezar el eje de temperaturas sin indicarlo o no rotular las unidades.
- Esperar que el agua baje de la temperatura ambiente o no detectar una lectura anómala.
- Pensar que el aluminio, por ser metal brillante, es el mejor aislante: es buen conductor.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de los datos propios, aunque el orden de aluminio y sin forrar sea parecido: valorar que se comente la diferencia pequeña y la resolución del termómetro.
- Se valora el diseño con una sola variable independiente, variables controladas explícitas y vaso de control.
- Seguridad: el docente sirve el agua a unos 55 °C (nunca más de 60 °C); no se usa agua hirviendo ni termómetros de mercurio.
- Datos de F7, F8 (hielo) y de la ficha 7 son ilustrativos; las conductividades de F9 son aproximadas.

08

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Todo se mueve

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo describimos y predecimos un movimiento sencillo?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Informe de movimiento con gráfica posición-tiempo	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 2.2, 3.1, 3.2

Contexto, reto y producto

Para el Día del Deporte, el alumnado de 2.º prepara en el patio una prueba de **marcha** (andando, nunca corriendo) y tiene que redactar el cartel de normas. Enseguida surgen las discusiones: Ana y Bruno saldrán a la vez desde los dos extremos de un tramo de 20 m y todo el mundo quiere saber **dónde se cruzarán**; Lucía dice que «ha ido más deprisa» porque llegó antes, aunque salió más cerca de la meta; y la profesora de Educación Física pregunta a qué hora pasará el primer participante por la meta si mantiene el ritmo. Cada uno responde «a ojo», pero nadie ha medido nada.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de cronometraje**. Aprende a fijar un **sistema de referencia** (origen y sentido positivo), a distinguir **posición, distancia recorrida y desplazamiento**, a medir tiempos y posiciones con cinta métrica y cronómetro, a calcular la **velocidad media** (en m/s y en km/h) y a leer y dibujar **gráficas posición-tiempo**. Con una marcha real de unos 10 m en el pasillo o el patio, el equipo toma datos, los representa, calcula la velocidad, **predice** dónde estará el caminante a los 6 s y lo comprueba. El resultado es un **informe de movimiento** con su gráfica y una conclusión que reconoce los límites de la medida.

Reto

Medir la marcha de un compañero en un recorrido de 10 m, representar su posición frente al tiempo, calcular su velocidad media y predecir dónde estará a los 6 s, y reunirlo todo en un informe de movimiento con gráfica posición-tiempo.

Producto final

Informe de movimiento con gráfica posición-tiempo.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

1.2 Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.

2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.

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

Código	Saber básico
D1	Predicción de movimientos sencillos a partir de los conceptos de la cinemática, formulando hipótesis comprobables sobre valores futuros de estas magnitudes, validándolas a través del cálculo numérico, la interpretación de gráficas o el trabajo experimental.
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.
A5	El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.

Código	Saber básico
A6	Estrategias de interpretación y producción de información científica utilizando diferentes formatos y diferentes medios: desarrollo del criterio propio basado en lo que el pensamiento científico aporta a la mejora de la sociedad para hacerla más justa, equitativa e igualitaria.

Concreción didáctica en esta situación

- Sistema de referencia: origen, sentido positivo y trayectoria rectilínea; un cuerpo se mueve si cambia su posición respecto al sistema de referencia.
- Posición (puede ser negativa), distancia recorrida (siempre positiva) y desplazamiento $\Delta x = x_f - x_i$ (con signo).
- Velocidad media $v_m = \frac{\Delta x}{\Delta t}$ en m/s y km/h (factor 3,6); órdenes de magnitud de velocidades cotidianas.
- Gráficas posición-tiempo: pendiente y velocidad, tramos de reposo, avance y retroceso, y cruce de dos móviles.
- Predicción de la posición en un movimiento con velocidad constante y comparación con la medida (error y dato anómalo).

Objetivos didácticos

- Elegir un sistema de referencia y expresar posiciones en metros, también negativas.
- Distinguir distancia recorrida y desplazamiento en trayectos de ida y vuelta.
- Calcular la velocidad media y pasarla de m/s a km/h y viceversa.
- Representar e interpretar gráficas posición-tiempo con datos de una marcha real.
- Predecir una posición con $x = x_0 + v \cdot t$ y contrastarla con la medida.

Metodología

Indagación

Predicción, contraste y conclusión.

Modelización

Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas

Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental

Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación

Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del reto del Día del Deporte, diagnóstico y primera predicción de una gráfica posición-tiempo

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico y gráfica prevista a mano. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Sistema de referencia, posición, distancia y desplazamiento con el patio de F2

Evidencia: Ficha 2: tabla de trayectos con distancia y desplazamiento, y definiciones relacionadas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Velocidad media, conversiones m/s y km/h, lectura de gráficas y predicción con $x = x_0 + v \cdot t$

Evidencia: Ficha 3: problemas de velocidad media y lectura de la gráfica de Lucía (F7). **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica de cronometraje: marcha de 10 m con marcas cada 2 m y pasada de comprobación

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tablas de posición-tiempo con dos pasadas. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Cálculo de velocidades, gráfica posición-tiempo, dato anómalo y contraste con la predicción

Evidencia: Ficha 5: velocidades por tramos, gráfica propia y tabla predicción-medida. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del informe de movimiento y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada del informe con dos propuestas de mejora. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del informe y evidencia individual con un robot de reparto

Evidencia: Informe (Anexo 4) y Ficha 7: gráfica, velocidades y predicción del robot. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación, con sistema de referencia, posición, distancia y desplazamiento, de lo que ocurre en un trayecto de ida y vuelta y en cada tramo de una gráfica posición-tiempo (F2 y F7).	Fichas 1, 2 y 7 / rúbrica
1.2	Resolución de problemas de velocidad media, conversión m/s y km/h y predicción de la posición con $x = x_0 + v \cdot t$, con planteamiento, unidades y comprobación del orden de magnitud.	Fichas 3, 5 y 7 / lista de cotejo
2.2	Estrategia de comprobación de la predicción a los 6 s: marcas cada 2 m, roles, dos pasadas y pasada de comprobación, con contraste entre posición prevista y medida.	Ficha 4, Ficha 5 e informe (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Tabla posición-tiempo, gráfica con ejes rotulados, velocidades por tramos y detección del dato anómalo de F6, relacionando tabla, gráfica y velocidad.	Fichas 5 y 7 / rúbrica
3.2	Uso correcto de magnitudes, símbolos y unidades (m, s, m/s, km/h), fórmulas y conversiones; resultados con unidad y cifras adecuadas.	Fichas 3 y 5 e informe / lista de cotejo

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica el movimiento con sistema de referencia, distingue distancia y desplazamiento, relaciona la pendiente con la velocidad y reconoce los límites de la marcha como movimiento «constante».	Explica correctamente el movimiento y la velocidad media, con alguna imprecisión al relacionar la gráfica con la velocidad.	Calcula la velocidad pero confunde distancia y desplazamiento o no interpreta los tramos de la gráfica.	Confunde posición, velocidad y tiempo, o dice que una recta horizontal es un movimiento rápido.
Datos y resolución	Tabla completa con unidades, velocidades por tramos bien calculadas, conversiones correctas, gráfica con ejes rotulados y escala adecuada, y predicción comprobada con su diferencia.	Cálculos y gráfica correctos con fallos menores de unidades, escala o redondeo.	Faltan velocidades por tramos, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.
Investigación	Predice antes de medir, usa marcas fijas, repite la pasada, detecta el dato anómalo y concluye si la predicción se cumple y por qué hay diferencias.	Diseño adecuado de la toma de datos con una conclusión coherente, pero sin analizar las causas del error.	Toma de datos poco controlada (marcas sin medir, ritmo variable) o conclusión sin comparar con la predicción.	No distingue dato, predicción y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas del recorrido sin recordatorios (marcha, zona de frenado, calzado) y redacta con vocabulario preciso y símbolos del SI.	Cumple las normas con algún recordatorio y usa el vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios frecuentes; mezcla unidades o símbolos.	Corre, cruza el recorrido o incumple las normas; lenguaje inadecuado.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, rota de puesto y revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas que luego incorpora al suyo.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo (5 personas): cinta métrica de 10 m o más (o cuerda marcada), 7 trozos de cinta de carrocero para marcar el suelo cada 2 m, cronómetro con función de vueltas (o móvil) y hoja de registro de la Ficha 4.
- Un tramo de pasillo o patio de 14 m despejado, seco y sin tráfico; calzado cerrado.
- Fichas del Anexo 3, plantilla del informe (Anexo 4), regla y lápices de colores para las gráficas; hoja de cálculo o calculadora opcionales.

Seguridad y residuos

Actividad de bajo riesgo: el único móvil es un compañero que camina, sin correr, por un suelo seco y despejado, con 2 m de zona de frenado y sin que nadie cruce por delante. Al terminar, retirar las cintas del suelo; no hay residuos peligrosos.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Tablas con la columna de intervalos ya rellenada, ejemplo resuelto F9, calculadora y fichas de conversión km/h-m/s; el rol de juez de marcas o secretario permite participar con menos carga de cálculo.

Ampliación

Anexo 9

Anexo 9: velocidad media en un trayecto de ida y vuelta con dos velocidades y cruce de dos móviles con salida desfasada, comprobado en la gráfica y con cálculo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

Preparáis la prueba de marcha del Día del Deporte y llegan las preguntas: Ana y Bruno salen a la vez desde los extremos de un tramo de 20 m, ¿dónde se cruzarán? Lucía llegó antes que Hugo, pero salió más cerca, ¿quién iba más deprisa? Hasta ahora todo se decía «a ojo». Seréis un equipo de cronometraje: fijaréis un sistema de referencia, mediréis posiciones y tiempos de un compañero que camina, dibujaréis su gráfica posición-tiempo, calcularéis su velocidad y comprobaréis si vuestra predicción acierta.

> *¿Cómo describimos y predecimos un movimiento sencillo?*

Vuestro reto

Medir la marcha de un compañero en un recorrido de 10 m, representar su posición frente al tiempo, calcular su velocidad media y predecir dónde estará a los 6 s, y reunirlo todo en un informe de movimiento con gráfica posición-tiempo.

Lo que vais a producir

Informe de movimiento con gráfica posición-tiempo.

Seguridad. Actividad de bajo riesgo: el único móvil es un compañero que camina, sin correr, por un suelo seco y despejado, con 2 m de zona de frenado y sin que nadie cruce por delante.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso del Día del Deporte, hacemos el diagnóstico y dibujamos la gráfica que esperamos.
2. Fijamos un sistema de referencia y distinguimos posición, distancia y desplazamiento.
3. Calculamos velocidades medias, cambiamos de m/s a km/h y leemos gráficas.
4. Marcamos el recorrido y cronometramos la marcha de un compañero con seguridad.
5. Calculamos velocidades por tramos, dibujamos la gráfica y comprobamos la predicción.
6. Escribimos el informe de movimiento y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el informe y analizamos individualmente el movimiento de un robot de reparto.

Al terminar seré capaz de...

- Elegir un sistema de referencia y expresar posiciones en metros, también negativas.
- Distinguir distancia recorrida y desplazamiento en trayectos de ida y vuelta.
- Calcular la velocidad media y pasarla de m/s a km/h y viceversa.
- Representar e interpretar gráficas posición-tiempo con datos de una marcha real.
- Predecir una posición con $x = x_0 + v \cdot t$ y contrastarla con la medida.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

Todo lo necesario para medir y describir un movimiento: el caso del Día del Deporte, un esquema del sistema de referencia, el cuadro de magnitudes, el montaje y el protocolo de cronometraje, datos de un equipo de prueba, dos gráficas posición-tiempo con su guía de lectura, ejemplos resueltos con órdenes de magnitud y un glosario.

F1 El Día del Deporte: ¿quién va más deprisa?

ESTUDIO DE CASO

El instituto organiza una **prueba de marcha** en el patio: se anda lo más rápido posible, pero sin correr. Los delegados preparan el cartel y discuten:

- **Ana y Bruno** saldrán a la vez desde los dos extremos de un tramo recto de 20 m, caminando uno hacia el otro. Ana camina a 1,5 m/s y Bruno a 1,0 m/s. «¿Dónde nos cruzaremos?», pregunta Ana.
- **Lucía** sale del punto de 0 m, llega al marcador de 12 m, se detiene unos segundos a mirar el resultado y vuelve caminando al punto de salida. Dice: «He recorrido mucho, pero no me he movido de sitio». ¿Tiene razón?
- **Hugo** asegura que ha ido más rápido que Lucía porque «llegó antes». Pero salió de un punto más cercano a la meta.
- La profesora pregunta a qué distancia de la salida estará el primer participante a los 6 s si mantiene el ritmo.

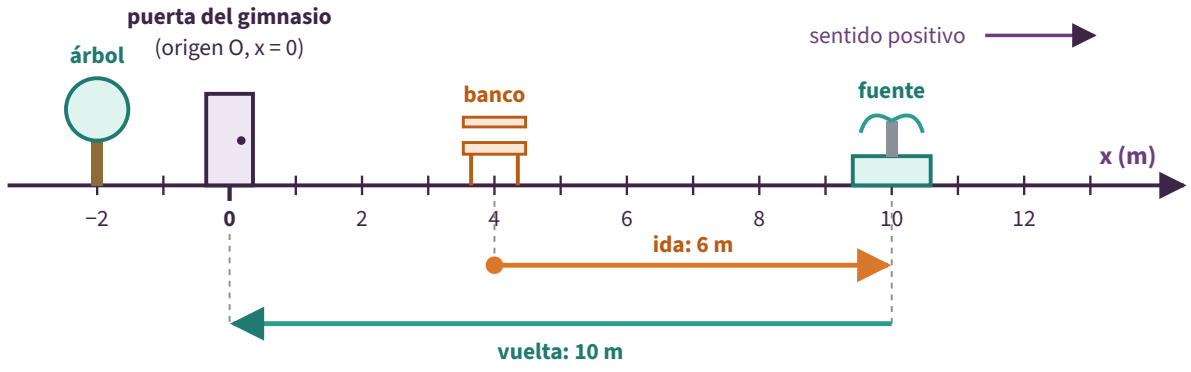
Para responder hay que **medir**: dónde está cada persona (posición) y en qué instante (tiempo). Con esos datos se puede calcular la velocidad y predecir.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula; las situaciones son realistas en cualquier prueba de marcha escolar.

Con F1, ¿qué dos datos necesitas medir para saber quién va más rápido? ¿Qué le responderías a Lucía?

F2 Sistema de referencia, posición, distancia y desplazamiento

ESQUEMA



Marina sale del banco, va hasta la fuente y vuelve a la puerta. Posición inicial: $x_1 = 4$ m. Posición final: $x_2 = 0$ m.

Distancia recorrida = 6 m + 10 m = 16 m (longitud del camino; nunca es negativa).

Desplazamiento $\Delta x = x_2 - x_1 = 0 - 4 = -4$ m (el signo indica el sentido: hacia el origen).

Fuente: Esquema de elaboración propia.

¿Por qué la distancia recorrida de Marina (16 m) es tan distinta de su desplazamiento (−4 m)?

F3 Magnitudes del movimiento, símbolos y unidades

DATOS

Magnitud	Símbolo	Unidad (SI)	Qué indica	Cómo se obtiene
Posición	x	metro (m)	Dónde está el cuerpo respecto al origen; puede ser positiva o negativa.	Se mide con la cinta métrica desde el origen.
Tiempo (instante)	t	segundo (s)	Momento en que se mide, desde que se pone en marcha el cronómetro.	Cronómetro (con vueltas).
Distancia recorrida	s	metro (m)	Longitud total del camino seguido; nunca es negativa.	Se suman los tramos.
Desplazamiento	Δx	metro (m)	Cambio de posición; el signo da el sentido.	Δx = x final − x inicial
Velocidad media	v	metro por segundo (m/s)	Cuánto cambia la posición cada segundo (con signo).	v = Δx : Δt
Rapidez media	—	metro por segundo (m/s)	Distancia recorrida por segundo (sin signo).	distancia : Δt

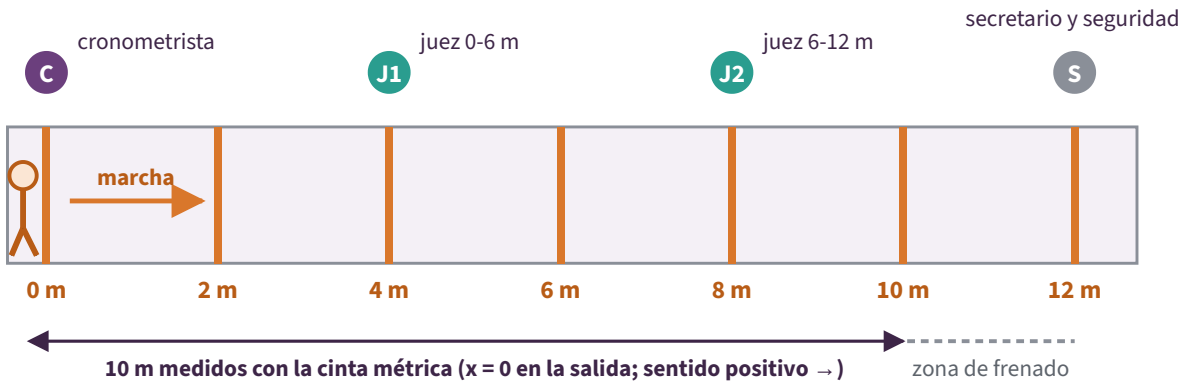
Cambio de unidades de velocidad: como 1 km = 1000 m y 1 h = 3600 s, para pasar de **km/h a m/s se divide entre 3,6** y para pasar de **m/s a km/h se multiplica por 3,6**. Ejemplo: $72\ \mathrm{km/h} = 20\ \mathrm{m/s}$. En un movimiento rectilíneo que no da la vuelta, la velocidad media y la rapidez media tienen el mismo valor.

Órdenes de magnitud: persona andando con calma, 1,4 m/s (5 km/h); ciclista urbano, 5 m/s (18 km/h); Florence Griffith-Joyner en los 100 m (10,49 s), 9,5 m/s (34 km/h); Usain Bolt en los 100 m (9,58 s), 10,4 m/s (38 km/h); tren AVE a su velocidad comercial máxima, 83 m/s (300 km/h); sonido en el aire a 20 °C, 343 m/s (1235 km/h). Caminar son 1-2 m/s: si te sale 15 m/s para alguien que anda, revisa la unidad, la distancia o el tiempo.

Fuente: Elaboración propia a partir del Sistema Internacional de Unidades (BIPM, 9.ª edición, 2019) y del Centro Español de Metrología. Los récords de 100 m (Bolt, Berlín 2009; Griffith-Joyner, 1988) eran marcas vigentes a fecha de 2025; AVE: velocidad comercial máxima en España, 300 km/h.

F4 Montaje del cronometraje (vista desde arriba)

ESQUEMA



El caminante nunca se detiene en la marca: sigue andando hasta la zona de frenado.
El cronometrista pulsa «vuelta» cuando el juez dice «¡marca!».

Fuente: Esquema de elaboración propia.

El retraso por reacción humana afecta casi igual a cada marca. ¿Por qué las diferencias de tiempo entre marcas son más fiables que cada tiempo por separado?

F5 Protocolo de cronometraje de una marcha de 10 m

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 7 trozos de cinta de carrocero, cinta métrica de 10 m o más, un cronómetro con función de vueltas (o móvil), hoja de registro de la Ficha 4 y un tramo de 14 m de pasillo o patio.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgos: tropiezos y choques. Precauciones: suelo seco y despejado, calzado cerrado, **se camina, no se corre**, zona de frenado de 2 m tras la última marca y nadie cruza por delante. El caminante no lleva nada en las manos.

Variables: la posición de las marcas la fijamos nosotros (0, 2, 4, 6, 8 y 10 m); el tiempo en llegar a cada marca es lo que medimos. Se mantienen lo más constantes posible el caminante, el suelo y el ritmo.

Roles (rotan en cada pasada): caminante, cronometrista, juez de marcas (uno para 0-6 m y otro para 6-12 m, si el equipo es de 5-6 personas), secretario y responsable de seguridad.

Procedimiento:

1. Pegad una cinta en el suelo cada 2 m, de 0 m a 12 m. Comprobad cada distancia con la cinta métrica. El sistema de referencia es: origen en la cinta de 0 m y sentido positivo hacia la meta.
2. El caminante se coloca con los pies justo detrás de la marca de 0 m. El cronometrista dice «¡ya!» y pone en marcha el cronómetro; el caminante echa a andar a un ritmo cómodo y constante.
3. Cada vez que el pie del caminante cruza una cinta, el juez dice «¡marca!» y el cronometrista pulsa «vuelta». El secretario anota el tiempo acumulado en 2, 4, 6, 8 y 10 m.
4. Repetid la pasada una segunda vez, rotando los roles. Después, haced una tercera pasada andando rápido (sin correr) para comparar.
5. Con el tiempo de la primera pasada hasta los 10 m, calculad la velocidad media $v = \frac{10\ \text{m}}{t}$ y predecid la posición a los 6 s con $x = v \cdot t$.
6. **Pasada de comprobación:** el caminante repite su ritmo; el cronometrista dice «¡ya!» y, a los 6 s, «¡ahora!»; el secretario deja una cinta junto al pie del caminante, que se detiene con calma. Medid con la cinta métrica la posición de esa cinta.
7. Comparad la posición prevista con la medida y anotad la diferencia.

Limpieza y residuos: retirad todas las cintas del suelo, tiradlas a la papelera de resto y recoged la cinta métrica y el cronómetro. No se generan residuos peligrosos.

Resultado esperable: una marcha cómoda da entre 1,0 y 1,5 m/s (10 m en 6,5-10 s); andando rápido, entre 1,5 y 2,0 m/s (10 m en 5-6,5 s). La posición medida a los 6 s suele diferir de la prevista en menos de 1 m.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué hacemos dos pasadas y una pasada de comprobación en lugar de una sola?

F6 Datos de un equipo de prueba (marcha de 10 m con marcas cada 2 m)

DATOS

Posición x (m)	Prueba A, paso tranquilo: tiempo t (s)	Prueba B, paso rápido: tiempo t (s)
0	0,0	0,0
2	1,7	1,2
4	3,4	2,5
6	4,2	3,7
8	6,8	5,0
10	8,5	6,2

Cómo se calcula: velocidad media entre dos puntos $v = \frac{x_2 - x_1}{t_2 - t_1}$; en todo el recorrido, $v = \frac{10\ \text{m}}{t_{10}}$.

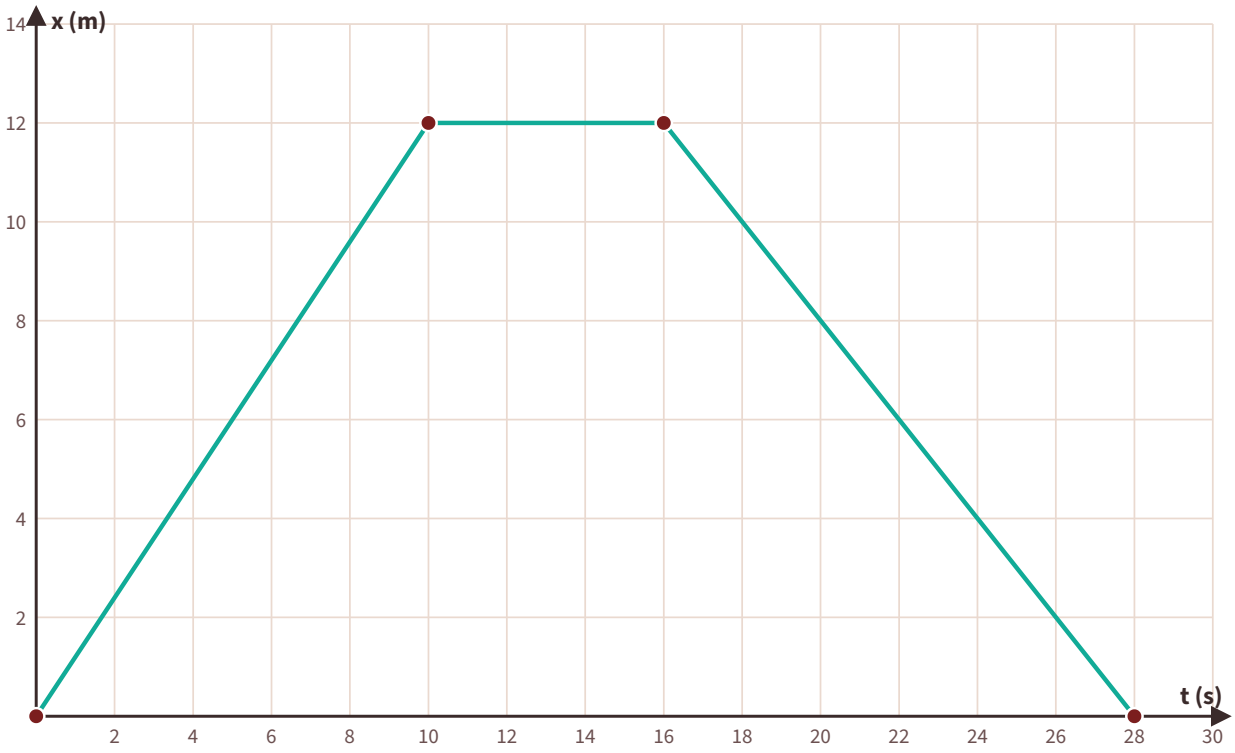
En la prueba A, el cronometrista tuvo un fallo en la marca de 6 m.

Fuente: Datos ilustrativos, inventados a partir de medidas reales de marchas escolares y redondeados a décimas de segundo.

En la prueba A hay un dato que no encaja con los demás. ¿Cuál es y cómo lo has detectado?

F7 Gráfica posición-tiempo 1: Lucía en el patio

GRÁFICO



Cómo leer una gráfica posición-tiempo:

- **Recta que sube:** el cuerpo se aleja del origen. Cuanto más inclinada, mayor velocidad.
- **Recta horizontal:** la posición no cambia; el cuerpo está parado ($v = 0$).
- **Recta que baja:** el cuerpo se acerca al origen; la velocidad es negativa.
- **Cruce de dos líneas:** ambos están en la misma posición en el mismo instante.
- La velocidad de un tramo recto es $v = \frac{\Delta x}{\Delta t}$, es decir, lo que sube (o baja) la línea por cada segundo.

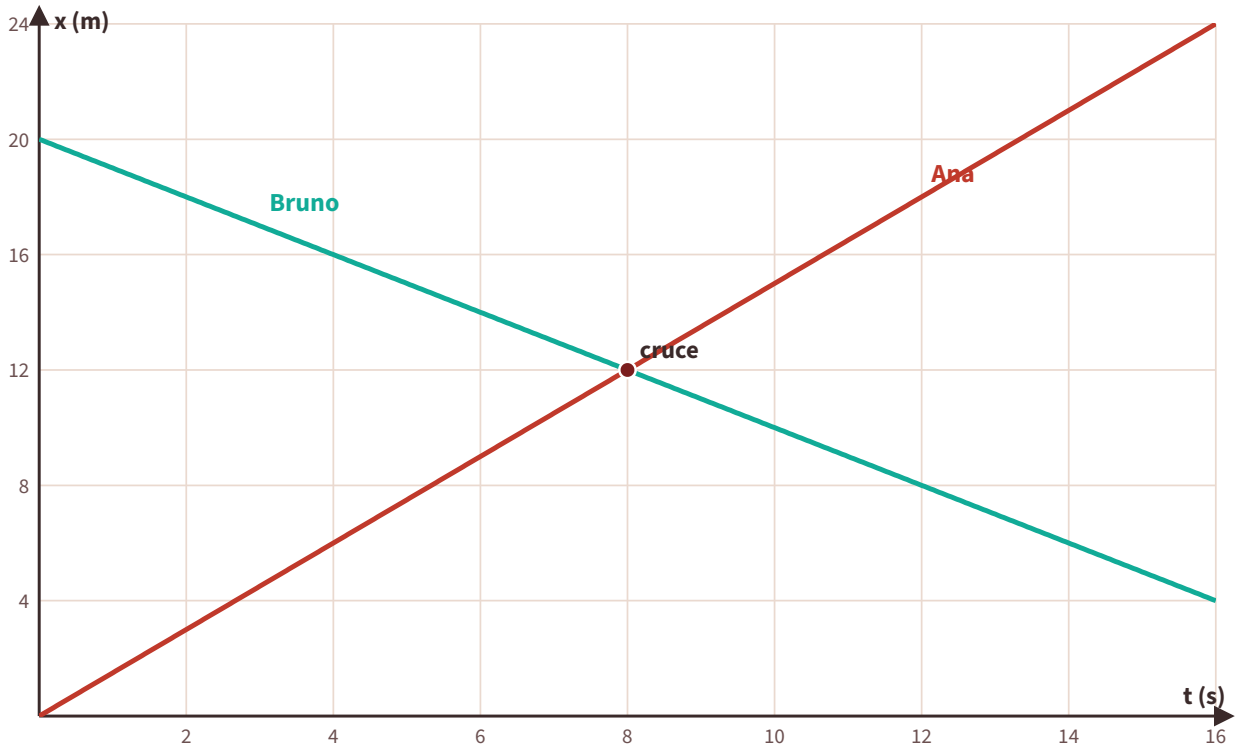
Lucía camina de 0 a 12 m en 10 s, se para 6 s y vuelve al origen en 12 s.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con los datos del caso F1 (valores ilustrativos).

¿En qué instantes está parada Lucía? ¿En qué tramo se mueve más deprisa y cómo lo ves en el dibujo?

F8 Gráfica posición-tiempo 2: Ana y Bruno caminan uno hacia el otro

GRÁFICO



Ana sale de 0 m con una velocidad de 1,5 m/s. Bruno sale de 20 m con una velocidad de −1,0 m/s (negativa porque se acerca al origen). Los dos se cruzan cuando están en la misma posición en el mismo instante.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con los datos del caso F1 (valores ilustrativos).

¿Quién es más rápido y cómo lo ves en el dibujo? ¿Dónde y cuándo se cruzan? ¿Qué le dirías a Hugo sobre «ir más rápido»?

F9 Ejemplos resueltos paso a paso

ESTUDIO DE CASO

Ejemplo 1. Velocidad media de la prueba B (F6).

1. Datos: posición inicial 0 m en t = 0 s; posición final 10 m en t = 6,2 s.
2. Desplazamiento: $\Delta x = 10\ \text{m} - 0\ \text{m} = 10\ \text{m}$. Tiempo: $\Delta t = 6{,}2\ \text{s}$.
3. Velocidad: $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{10\ \text{m}}{6{,}2\ \text{s}} = 1{,}6\ \text{m/s}$.
4. En km/h: $1{,}6 \cdot 3{,}6 = 5{,}8\ \text{km/h}$. Es un paso rápido pero razonable para una persona que anda.

Ejemplo 2. Predecir una posición (Ana, F1). Ana sale de $x_0 = 0$ con $v = 1{,}5\ \text{m/s}$. ¿Dónde está a los 8 s?

$x = x_0 + v \cdot t = 0 + 1{,}5\ \text{m/s} \cdot 8\ \text{s} = 12\ \text{m}$.

Ejemplo 3. Cambio de unidades. $72\ \text{km/h} : 3{,}6 = 20\ \text{m/s}$; $5\ \text{m/s} \cdot 3{,}6 = 18\ \text{km/h}$.

Ejemplo 4. Despejar el tiempo. ¿Cuánto tarda Bruno en recorrer 5 m a 1,0 m/s? $t = \frac{\Delta x}{v} = \frac{5\ \text{m}}{1{,}0\ \text{m/s}} = 5\ \text{s}$.

Comprobación: el resultado debe tener sentido (una persona que anda va a 1-2 m/s) y la unidad debe ser la esperada (m/s para velocidades, m para posiciones).

Fuente: Ejemplos de elaboración propia con los datos de F6 y de F1.

En el ejemplo 2, ¿qué ocurre con la posición si Ana tuviera una velocidad de 3,0 m/s? ¿Sería razonable para alguien que anda?

F10 Vocabulario del cronometraje

GLOSARIO

Sistema de referencia	Punto de origen, sentido positivo y unidades respecto a los que se describe la posición de un cuerpo.
Movimiento	Cambio de posición de un cuerpo respecto al sistema de referencia a lo largo del tiempo.
Trayectoria	Línea que describe el cuerpo al moverse; en esta SdA, una recta.
Posición (x)	Lugar donde está el cuerpo respecto al origen, con signo.
Distancia recorrida	Longitud total del camino; no tiene signo.
Desplazamiento (Δx)	Posición final menos posición inicial; tiene signo.
Velocidad media (v)	Desplazamiento dividido entre el tiempo empleado.
Gráfica posición-tiempo	Representación de la posición (eje vertical) frente al tiempo (eje horizontal).
Dato anómalo	Medida que se aleja de las demás por un error y se revisa.
Zona de frenado	Espacio libre tras la última marca para que el caminante pare sin riesgo.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

FICHA 1 El Día del Deporte: ¿quién va más deprisa?

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee el caso F1. Responde primero al diagnóstico de forma individual.

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

La unidad de velocidad en el Sistema Internacional es…

☐ km/h ☐ m/s ☐ m

Si recorres 6 m en 3 s, tu velocidad media es…

☐ 18 m/s ☐ 2 m/s ☐ 0,5 m/s

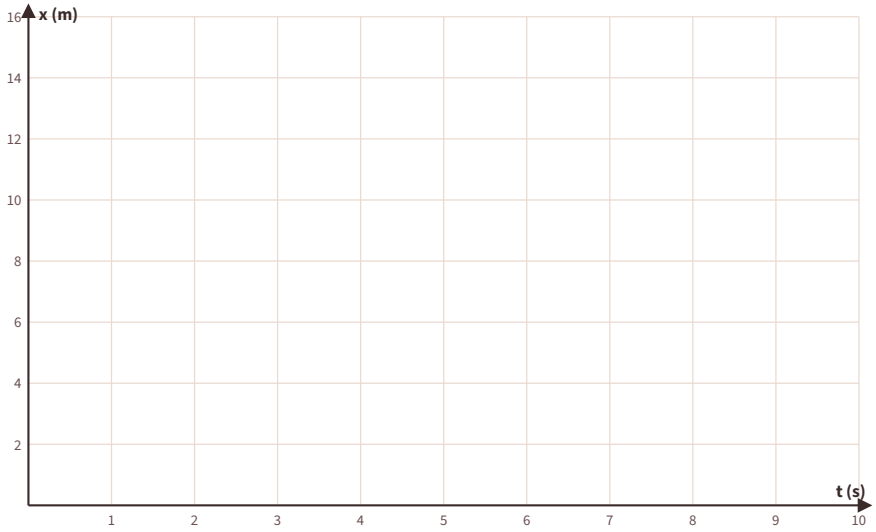
En una gráfica posición-tiempo, una línea horizontal significa que el cuerpo…

☐ está parado ☐ va muy deprisa ☐ vuelve al origen

Para decir dónde está un objeto hace falta…

☐ su masa ☐ un sistema de referencia ☐ su temperatura

2 **Antes de medir, dibuja con dos líneas de colores cómo crees que será la gráfica posición-tiempo de Ana (camina con ritmo constante desde 0 m) y de Hugo (sale 4 m por delante y camina con el mismo ritmo).**



3 **Con F1, ¿qué datos necesitas para saber quién va más rápido? ¿Qué le responderías a Lucía cuando dice que no se ha movido de sitio?**

FICHA 2 Sistema de referencia, posición y desplazamiento

Sesión 2

Usa el esquema F2, el cuadro F3 y el glosario F10. Recuerda: distancia recorrida (sin signo) y desplazamiento (con signo).

1 **Completa la tabla con los trayectos de F2. Las posiciones del árbol, la puerta, el banco y la fuente son −2, 0, 4 y 10 m.**

Trayecto	x inicial (m)	x final (m)	Distancia recorrida (m)	Desplazamiento Δx (m)
Del banco a la fuente				
De la fuente a la puerta				
Del árbol al banco				
Del banco al árbol y vuelta al banco				

2 **Si cambiamos el origen del sistema de referencia y lo ponemos en el banco (sentido positivo igual), responde.**

La fuente estará en…

☐ x = 10 m ☐ x = 6 m ☐ x = 14 m

El desplazamiento del banco a la fuente…

☐ cambia a 10 m ☐ sigue siendo 6 m ☐ pasa a ser −6 m

Una posición negativa significa que el cuerpo está…

☐ detrás del origen, en el lado opuesto al sentido positivo ☐ parado ☐ yendo más despacio

3 **Relaciona cada término con su significado.**

1 Sistema de referencia ●	● a Longitud total del camino, siempre positiva
2 Posición ●	● b Origen, sentido positivo y unidades
3 Distancia recorrida ●	● c Posición final menos posición inicial
4 Desplazamiento ●	● d Dónde está el cuerpo respecto al origen

FICHA 3 Velocidad media y lectura de gráficas

Sesión 3

Consulta F3, F7 y los ejemplos resueltos F9. Escribe siempre los datos, la fórmula, la operación y la unidad.

1 **Un ciclista recorre 900 m en 3 min en línea recta. Calcula su velocidad media en m/s y en km/h. (Pasa antes los minutos a segundos.)**

2 **Cambia de unidades (F3 y F9).**

72 km/h = _____ m/s

15 m/s = _____ km/h

90 km/h = _____ m/s

2,5 m/s = _____ km/h

3 **Con la gráfica de F7 (Lucía), calcula la velocidad de cada tramo y completa. Después explica por qué su desplazamiento total es 0 m y su distancia recorrida 24 m.**

Tramo	Δx (m)	Δt (s)	v (m/s)
0 s a 10 s			
10 s a 16 s			
16 s a 28 s			

4 **Un robot parte de x_0 = 2 m con v = 0,8 m/s. ¿Dónde estará a los 15 s? ¿Cuánto tardaría en recorrer 60 m a 1,5 m/s?**

FICHA 4 En el patio: cronometramos una marcha

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Seguid el protocolo F5 y el montaje F4. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de la primera pasada).**

- ☐ El recorrido está seco y despejado, sin mochilas ni sillas
- ☐ Hay 2 m de zona de frenado tras la marca de 12 m
- ☐ Las marcas están pegadas y medidas con la cinta métrica
- ☐ El caminante lleva calzado cerrado y nada en las manos
- ☐ Se camina, no se corre
- ☐ Cada persona conoce su rol

2 **Anota los tiempos de las dos pasadas con paso tranquilo (x en metros, t en segundos).**

Posición x (m)	Pasada 1: t (s)	Pasada 2: t (s)	Tiempo medio (s)
0	0,0	0,0	0,0
2			
4			
6			
8			
10			

3 **Tercera pasada, paso rápido, y pasada de comprobación.**

Medida	Valor
Tiempo de 10 m con paso rápido (s)	
Posición prevista a los 6 s (m), según el paso 5 del protocolo	
Posición medida a los 6 s (m)	
Diferencia (m)	

FICHA 5 Gráfica, velocidades y predicción

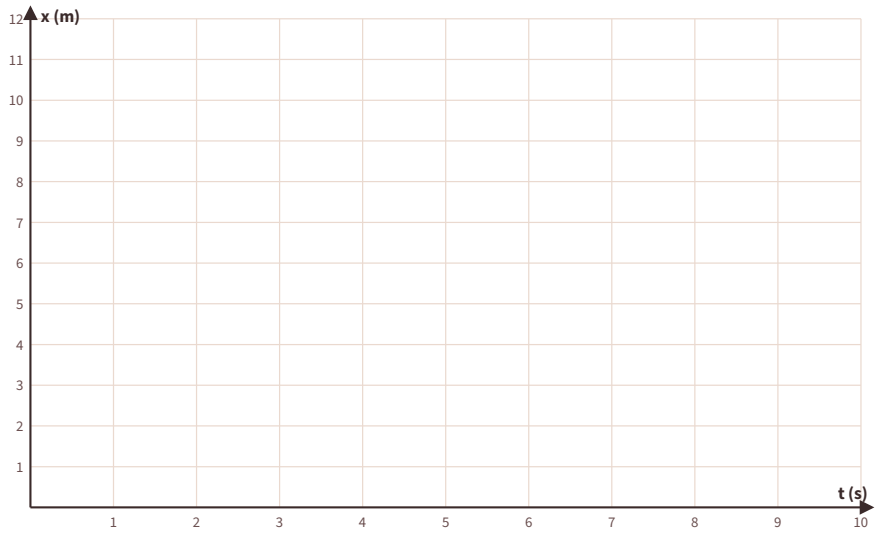
Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F6 y F7).

1 **En la prueba A de F6 hay un dato anómalo. Completa las velocidades por tramos, señala el tramo que no encaja y explica qué pudo pasar.**

Intervalo	Δx (m)	Δt (s)	v (m/s)
0 m a 2 m			
2 m a 4 m			
4 m a 6 m			
6 m a 8 m			
8 m a 10 m			

2 **Dibuja la gráfica posición-tiempo con tus datos medios de la pasada con paso tranquilo (ficha 4). Rotula los ejes con magnitud y unidad y traza la recta que mejor sigue los puntos.**



3 **Calcula tu velocidad y compara la predicción con la medida.**

Apartado	Cálculo y resultado
Velocidad media en 10 m (m/s)	
Velocidad media (km/h)	
Posición prevista a los 6 s: $x = v \cdot t$ (m)	
Posición medida a los 6 s (m)	
Diferencia y posibles causas	

FICHA 6 Escribimos y revisamos el informe

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad el informe del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Indica el sistema de referencia (origen y sentido positivo)
- ☐ La tabla tiene posición y tiempo con unidades del SI
- ☐ La gráfica tiene ejes rotulados con magnitud y unidad y una escala adecuada
- ☐ La velocidad media está calculada con datos, fórmula, operación y unidad
- ☐ Compara la posición prevista a los 6 s con la medida
- ☐ Comenta un dato anómalo o explica que no hay ninguno
- ☐ La conclusión se apoya en los datos y menciona los límites

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el informe del otro equipo.**

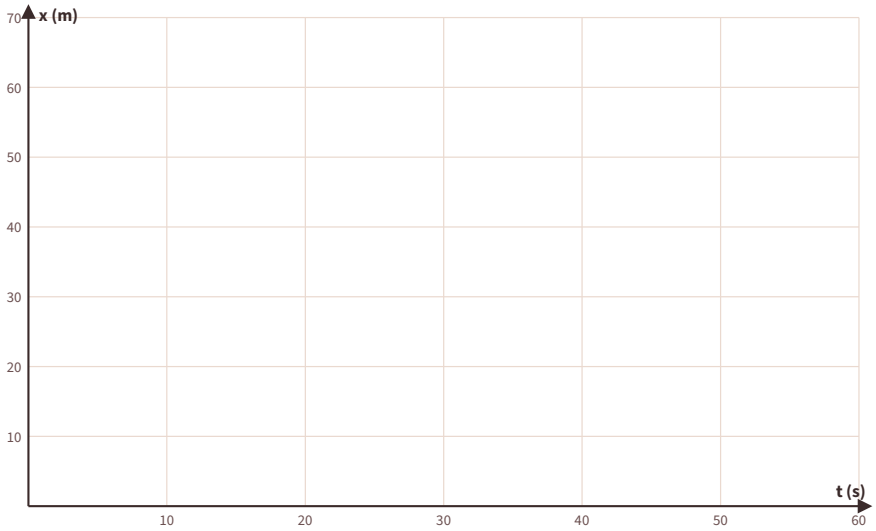
3 **¿Qué cambiaríais en vuestro informe tras leer el del otro equipo?**

FICHA 7 Evidencia individual: el robot de reparto

Sesión 7

Trabajo individual. Un robot de reparto recorre un camino recto del campus. Medidas ilustrativas: t = 0, 10, 20, 30, 40, 50 y 60 s; x = 0, 15, 30, 30, 30, 48 y 66 m.

1 **Representa la gráfica posición-tiempo del robot.**



2 **Calcula la velocidad en cada tramo y la velocidad media de todo el recorrido.**

Tramo	Δx (m)	Δt (s)	v (m/s)
0 s a 20 s			
20 s a 40 s			
40 s a 60 s			
Todo el recorrido (0 s a 60 s)			

3 **Explica qué ocurre entre 20 s y 40 s y cómo lo ves en la gráfica. Pasa a km/h la velocidad del último tramo.**

4 **Si el robot mantiene la velocidad del último tramo, ¿dónde estará a los 80 s? Indica los pasos y comprueba que el resultado es razonable.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Informe de movimiento del equipo. Todas las medidas con su unidad del SI; la gráfica con ejes rotulados.

Pregunta y predicción

¿Qué queremos averiguar? ¿Dónde estará a los 6 s?

Sistema de referencia

Origen, sentido positivo y trayectoria.

Montaje (esquema)

Dibuja el recorrido, las marcas y los roles.

Material, roles y seguridad

Lista de material y normas de marcha.

Tabla de datos

Posición x (m) y tiempo t (s), con dos pasadas.

Gráfica posición-tiempo

Ejes con magnitud y unidad; puntos y recta.

Cálculos de velocidad media

Datos, fórmula, operación y unidad (m/s y km/h).

Predicción y comprobación

Posición prevista, posición medida y diferencia.

Conclusión

¿Se cumplió la predicción? ¿Qué muestra la gráfica?

Límites y mejoras

Errores posibles y cómo los reduciríais.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Informe de movimiento con gráfica posición-tiempo**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El sistema de referencia está indicado (origen y sentido positivo) y las posiciones están en metros.
- [ ] La tabla recoge posición y tiempo de al menos dos pasadas, con unidades del SI.
- [ ] La gráfica posición-tiempo tiene los ejes rotulados con magnitud y unidad, escala adecuada y una recta de tendencia (sin unir punto a punto).
- [ ] La velocidad media está calculada con datos, fórmula, operación y unidad, y se ha pasado a km/h.
- [ ] El resultado tiene un orden de magnitud razonable para una persona que camina.
- [ ] La predicción a los 6 s se hizo antes de medir y se compara con la posición medida.
- [ ] Se señala el dato anómalo (o se indica que no lo hay) y se explica su causa.
- [ ] Las normas de seguridad (marcha, zona de frenado, calzado) están anotadas y se cumplieron; las cintas se retiraron al terminar.
- [ ] La conclusión se basa en los datos y reconoce los límites (reacción humana, ritmo no constante).

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe de movimiento con gráfica posición-tiempo**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Explica el movimiento con sistema de referencia, distingue distancia y desplazamiento, relaciona la pendiente con la velocidad y reconoce los límites de la marcha como movimiento «constante».	Explica correctamente el movimiento y la velocidad media, con alguna imprecisión al relacionar la gráfica con la velocidad.	Calcula la velocidad pero confunde distancia y desplazamiento o no interpreta los tramos de la gráfica.	Confunde posición, velocidad y tiempo, o dice que una recta horizontal es un movimiento rápido.	
Datos y resolución	Tabla completa con unidades, velocidades por tramos bien calculadas, conversiones correctas, gráfica con ejes rotulados y escala adecuada, y predicción comprobada con su diferencia.	Cálculos y gráfica correctos con fallos menores de unidades, escala o redondeo.	Faltan velocidades por tramos, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.	
Investigación	Predice antes de medir, usa marcas fijas, repite la pasada, detecta el dato anómalo y concluye si la predicción se cumple y por qué hay diferencias.	Diseño adecuado de la toma de datos con una conclusión coherente, pero sin analizar las causas del error.	Toma de datos poco controlada (marcas sin medir, ritmo variable) o conclusión sin comparar con la predicción.	No distingue dato, predicción y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas del recorrido sin recordatorios (marcha, zona de frenado, calzado) y redacta con vocabulario preciso y símbolos del SI.	Cumple las normas con algún recordatorio y usa el vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios frecuentes; mezcla unidades o símbolos.	Corre, cruza el recorrido o incumple las normas; lenguaje inadecuado.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, rota de puesto y revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas que luego incorpora al suyo.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé elegir un sistema de referencia y distinguir posición, distancia recorrida y desplazamiento.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular una velocidad media, cambiarla de m/s a km/h y leerla en una gráfica posición-tiempo.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: un ejemplo modelado y datos ya medidos.

Velocidad media en tres pasos

1. **Desplazamiento:** posición final menos posición inicial. Ejemplo (Ana): $12\ \text{m} - 0\ \text{m} = 12\ \text{m}$.
2. **Tiempo:** $\Delta t = 8\ \text{s}$.
3. **Velocidad:** $v = \frac{\Delta x}{\Delta t} = \frac{12\ \text{m}}{8\ \text{s}} = 1{,}5\ \text{m/s}$.

Siempre: datos, fórmula, operación y **unidad**.

Cambiar de km/h a m/s y al revés

- De **km/h a m/s**: divide entre 3,6. Ejemplo: $36\ \text{km/h} : 3{,}6 = 10\ \text{m/s}$.
- De **m/s a km/h**: multiplica por 3,6. Ejemplo: $4\ \text{m/s} \cdot 3{,}6 = 14{,}4\ \text{km/h}$.

1 **Completa el cálculo de la velocidad media de un caminante que recorre 18 m en 9 s.**

Desplazamiento: Δx = _____ m

Tiempo: Δt = _____ s

v = Δx : Δt = _____ : _____ = _____ m/s

2 **Completa la tabla con las velocidades por tramo de un caminante (datos ya medidos).**

Intervalo	Δx (m)	Δt (s)	v (m/s)
0 m a 2 m	2	1,6	1,25
2 m a 4 m	2	1,6	
4 m a 6 m	2	1,4	

3 **Cambia de unidades: 54 km/h = ___ m/s; 3 m/s = ___ km/h.**

4 **Un robot parte de $x_0 = 0$ con v = 2 m/s. Calcula su posición a los 5 s con $x = x_0 + v \cdot t$.**

5 **Mira la gráfica de Lucía del dossier (F7). ¿Cuándo está parada Lucía? Marca la respuesta.**

Lucía está parada…

☐ entre 0 s y 10 s ☐ entre 10 s y 16 s ☐ entre 16 s y 28 s

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 8 · Todo se mueve

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿La velocidad media es la media de las velocidades?

Dos situaciones que parecen sencillas y esconden una trampa. Resuélvelas con cálculo y comprueba la segunda en la gráfica.

Pasos

1. Un caminante recorre 12 m a la ida a 2 m/s y vuelve por el mismo camino a 1 m/s. Calcula el tiempo de la ida, el de la vuelta, la rapidez media de todo el recorrido (distancia total : tiempo total) y compárala con la media aritmética de las dos velocidades (1,5 m/s). ¿Por qué no coinciden? ¿Cuánto vale su velocidad media (con desplazamiento)?
2. En la Gráfica 2 (F8), Ana sale de 0 m a 1,5 m/s y Bruno de 20 m a −1,0 m/s. Escribe la posición de cada uno en función del tiempo, iguala las dos expresiones y calcula en qué instante y dónde se cruzan. Compruébalo en la gráfica.
3. Ahora Bruno sale 2 s más tarde que Ana. Su posición es $x_B = 20 - 1{,}0 \cdot (t - 2)$. Calcula de nuevo cuándo y dónde se cruzan y dibuja la nueva línea de Bruno.
4. Explica con tus palabras por qué, al retrasar la salida de Bruno, el punto de cruce se desplaza hacia el lado donde está Bruno.

Entrega

Una página con los cálculos de cada apartado, la gráfica con las tres líneas y una conclusión razonada de dos o tres frases.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 8 · Todo se mueve

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: m/s; 2 m/s (6 m : 3 s); está parado; un sistema de referencia.
2. Gráfica prevista: respuesta abierta. Lo correcto es una recta creciente desde el origen para Ana y otra recta paralela (misma pendiente) que arranca en 4 m para Hugo. Muchos alumnos dibujan la recta de Hugo con otra pendiente: es el conflicto cognitivo que se aborda en la ficha 3.
3. Datos necesarios: posición y tiempo (para calcular cuánto cambia la posición por segundo). A Lucía: sí se ha movido (recorrió 24 m), pero su desplazamiento total es 0 m porque volvió al punto de salida.

Ficha 2

1. Banco → fuente: $x_1 = 4$ m, $x_2 = 10$ m, distancia 6 m, $\Delta x = +6$ m. Fuente → puerta: 10 m a 0 m, distancia 10 m, $\Delta x = -10$ m. Árbol → banco: −2 m a 4 m, distancia 6 m, $\Delta x = +6$ m. Banco → árbol → banco: 4 → −2 → 4, distancia 6 + 6 = 12 m, $\Delta x = 0$ m.
2. Origen en el banco: la fuente pasa a $x = 10 - 4 = 6$ m; el desplazamiento banco-fuente sigue siendo +6 m (solo cambian las posiciones, no las diferencias); una posición negativa está en el lado opuesto al sentido positivo.
3. Relaciona: SR → origen, sentido positivo y unidades; posición → dónde está respecto al origen; distancia recorrida → longitud del camino, siempre positiva; desplazamiento → posición final menos inicial.

Ficha 3

1. Ciclista: 3 min = 180 s; $v = 900\ \text{m} : 180\ \text{s} = 5\ \text{m/s}$; en km/h, $5 \cdot 3{,}6 = 18\ \text{km/h}$.
2. 72 km/h = 20 m/s; 15 m/s = 54 km/h; 90 km/h = 25 m/s; 2,5 m/s = 9 km/h.
3. Lucía: 0-10 s: $\Delta x = 12$ m, $\Delta t = 10$ s, $v = 1{,}2$ m/s. 10-16 s: $\Delta x = 0$ m, $\Delta t = 6$ s, $v = 0$. 16-28 s: $\Delta x = -12$ m, $\Delta t = 12$ s, $v = -1{,}0$ m/s. Distancia = 12 + 12 = 24 m; desplazamiento = 0 − 0 = 0 m. Rapidez media = 24 m : 28 s = 0,86 m/s; velocidad media = 0.
4. Robot: $x = 2 + 0{,}8 \cdot 15 = 14\ \text{m}$; tiempo $t = 60 : 1{,}5 = 40\ \text{s}$.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar; el docente puede pedir que el responsable de seguridad la firme.
2. Rango esperable (paso tranquilo): 10 m en 6,5-10 s, es decir, 1,0-1,5 m/s (3,6-5,4 km/h). Los tiempos parciales crecen de forma casi uniforme: unos 1,3-2,0 s cada 2 m.
3. Paso rápido: 10 m en 5-6,5 s, 1,5-2,0 m/s (5,4-7,2 km/h). La posición medida a los 6 s debe diferir de la prevista en menos de 1 m (alrededor del 10 %). Si el desvío es mayor, revisar el sistema de referencia o el ritmo del caminante.

Ficha 5

1. Prueba A: 0-2 m: 2 m : 1,7 s = 1,18 m/s; 2-4 m: 2 : 1,7 = 1,18 m/s; 4-6 m: 2 : 0,8 = 2,5 m/s; 6-8 m: 2 : 2,6 = 0,77 m/s; 8-10 m: 2 : 1,7 = 1,18 m/s. Anómalo: el tiempo de 6 m (4,2 s) es demasiado pequeño (debería rondar 5,1 s): el cronometrista pulsó antes de tiempo. Sin él, 4-8 m: 4 m : 3,4 s = 1,18 m/s. Velocidad total: 10 m : 8,5 s = 1,18 m/s = 4,2 km/h.
2. Gráfica: puntos casi alineados, recta que pasa por el origen con pendiente cercana a 1,2 m/s (por ejemplo, de (0, 0) a (8,5; 10)). No unir punto a punto. Si se dibuja el punto (4,2; 6) queda claramente por encima de la recta.
3. Predicción y medida: respuesta propia. Modelo con la prueba A: $x = 1{,}18 \cdot 6 = 7{,}1\ \text{m}$ (entre 6 y 9 m para velocidades de 1,0-1,5 m/s); diferencias de hasta 1 m son normales (reacción humana, ritmo no constante, el caminante no se detiene en el instante exacto).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («rotular el eje vertical con x (m)», «indicar de dónde se mide la posición»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Mejoras propias habituales: añadir una tercera pasada, usar vídeo con el móvil para leer los tiempos, indicar el origen en el esquema.

Ficha 7

1. Gráfica: tramo creciente de (0, 0) a (20, 30), tramo horizontal de (20, 30) a (40, 30) y tramo creciente de (40, 30) a (60, 66).
2. Velocidades: 0-20 s: 30 m : 20 s = 1,5 m/s; 20-40 s: 0 m : 20 s = 0 m/s; 40-60 s: 36 m : 20 s = 1,8 m/s. Todo el recorrido: 66 m : 60 s = 1,1 m/s (coincide con la media aritmética de las tres velocidades, 1,1 m/s, solo porque los tres tramos duran lo mismo; se valora que usen desplazamiento total entre tiempo total).
3. Entre 20 s y 40 s el robot está parado (línea horizontal, v = 0). Último tramo: $1{,}8 \cdot 3{,}6 = 6{,}5\ \text{km/h}$.
4. A los 80 s: $x = 66 + 1{,}8 \cdot 20 = 102\ \text{m}$. Razonable: es un paso rápido (6,5 km/h) mantenido 20 s más.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Δx = 18 m, Δt = 9 s, v = 18 : 9 = 2 m/s.
2. Tabla: 2 m : 1,6 s = 1,25 m/s (ya dada); 2 : 1,6 = 1,25 m/s; 2 : 1,4 = 1,43 m/s.
3. 54 km/h = 15 m/s; 3 m/s = 10,8 km/h.
4. $x = 0 + 2 \cdot 5 = 10\ \text{m}$.
5. Lucía está parada entre 10 s y 16 s.

Ampliación (Anexo 9)

1. Ida: 12 m : 2 m/s = 6 s. Vuelta: 12 m : 1 m/s = 12 s. Rapidez media = 24 m : 18 s = 1,33 m/s, no 1,5 m/s: pasa más tiempo yendo despacio que deprisa. Velocidad media (con desplazamiento) = 0 m : 18 s = 0 m/s.
2. Ana: $x_A = 1{,}5\,t$. Bruno: $x_B = 20 - 1{,}0\,t$. Se cruzan cuando $1{,}5\,t = 20 - t$, de donde $t = 8\ \text{s}$ y $x = 12\ \text{m}$ (coincide con la gráfica).
3. Con Bruno 2 s más tarde: $1{,}5\,t = 22 - t, t = 8{,}8\ \text{s}, x = 13{,}2\ \text{m}$. La línea de Bruno es paralela a la anterior, desplazada 2 s a la derecha.
4. El punto de cruce se acerca a Bruno porque Ana ha tenido 2 s de ventaja y cubre más camino antes de que Bruno avance.

⚠ Errores frecuentes

- Confundir distancia recorrida con desplazamiento, o dar un desplazamiento sin signo.
- No pasar los minutos a segundos antes de dividir, o dividir al revés (tiempo entre distancia).
- Multiplicar por 3,6 al pasar de km/h a m/s (hay que dividir), o viceversa.
- Unir los puntos de la gráfica con segmentos rectos en vez de trazar la recta de tendencia, o no empezar los ejes en cero.
- Pensar que una línea horizontal en la gráfica posición-tiempo significa que el cuerpo «va muy rápido» o «sigue en movimiento».
- Calcular la velocidad media como la media aritmética de dos velocidades cuando los tiempos son distintos.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- El resultado numérico se valora junto con el planteamiento (datos, fórmula, operación), la unidad y la comprobación del orden de magnitud.
- En la práctica se valora que la predicción se haga antes de medir y que la conclusión se apoye en los datos, aunque la predicción falle.
- Seguridad: marcha sin correr, suelo seco, zona de frenado de 2 m y nadie cruzando por delante; es el criterio que no admite excepciones.
- Datos ilustrativos (F6 y robot de la ficha 7): verificar que el alumnado no los confunda con sus propias medidas.

09

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Fuerzas que cambian las cosas

PREGUNTA GUÍA

¿Qué efectos puede producir una fuerza aunque un objeto no llegue a moverse?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Dossier de fuerzas y deformaciones	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3

Contexto, reto y producto

En el taller de Tecnología del instituto faltan dinamómetros y el profesor propone fabricar uno con un muelle. Surge enseguida el debate: Nora asegura que «si empujo la pared con todas mis fuerzas y no se mueve, no estoy haciendo ninguna fuerza»; Iker responde que el muelle se alarga cuando cuelga una pesa y que eso demuestra que la fuerza hace algo aunque nada se desplace; y Samira pregunta cómo marcar los newton en la escala, porque un muelle sin números no sirve para medir. Nadie lo ha comprobado todavía.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de metrología**. Aprende que una fuerza es una **interacción** que puede **cambiar el movimiento** de un cuerpo o **deformarlo**, la representa con una **flecha** (punto de aplicación, dirección, sentido y módulo), distingue **masa y peso** ($P = m$ $cdotg$) y calibra un muelle midiendo su alargamiento al colgar masas conocidas. Con la gráfica fuerza-alargamiento descubre que, mientras el muelle es elástico, el alargamiento es **proporcional a la fuerza**, calcula la constante k del muelle, localiza el **límite elástico** y usa su dinamómetro casero para predecir la masa de un objeto desconocido. Todo queda recogido en un **dossier de fuerzas y deformaciones**.

Reto

Calibrar un muelle colgando masas conocidas, construir con él un dinamómetro casero, usarlo para predecir la masa de un objeto problema y reunir las pruebas, los diagramas de fuerzas y las conclusiones en un dossier de fuerzas y deformaciones.

Producto final

Dossier de fuerzas y deformaciones.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

1.2 Resolver los problemas fisicoquímicos planteados utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, razonando los procedimientos utilizados para encontrar las soluciones y expresando adecuadamente los resultados.

2.2 Seleccionar, de acuerdo con la naturaleza de las cuestiones que se traten, la mejor manera de comprobar o refutar las hipótesis formuladas, diseñando estrategias de indagación y búsqueda de evidencias que permitan obtener conclusiones y respuestas ajustadas a la naturaleza de la pregunta formulada.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

3.2 Utilizar adecuadamente las reglas básicas de la física y la química, incluyendo el uso de unidades de medida, las herramientas matemáticas y las reglas de nomenclatura, consiguiendo una comunicación efectiva con toda la comunidad científica.

3.3 Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.

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

Código	Saber básico
D2	Las fuerzas como agentes de cambio: relación de los efectos de las fuerzas, tanto en el estado de movimiento o de reposo de un cuerpo como produciendo deformaciones en los sistemas sobre los que actúan.
A1	Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.

Código	Saber básico
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.
A5	El lenguaje científico: unidades del Sistema Internacional y sus símbolos. Herramientas matemáticas básicas en diferentes escenarios científicos y de aprendizaje.

Concreción didáctica en esta situación

- Fuerza como interacción entre dos cuerpos; unidad newton (N); dinamómetro como instrumento de medida.
- Efectos de las fuerzas: cambio de movimiento (arrancar, frenar, desviar) y deformación; fuerzas que se compensan y equilibrio.
- Deformaciones elásticas y plásticas; ley de Hooke $F = k \cdot \Delta l$ y límite elástico en un muelle.
- Peso y masa: $P = m \cdot g$ con $g = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$ en la Tierra; el peso depende del astro, la masa no.
- Representación de fuerzas con flechas a escala y gráfica fuerza-alargamiento con su constante k.

Objetivos didácticos

- Clasificar fuerzas cotidianas según produzcan cambio de movimiento o deformación, y explicar por qué una fuerza puede actuar sin que el cuerpo se mueva.
- Representar fuerzas con flechas a escala indicando punto de aplicación, dirección, sentido y módulo en newton.
- Calcular el peso de un cuerpo con $P = m \cdot g$ y distinguirlo de su masa.
- Medir alargamientos de un muelle, representar la gráfica fuerza-alargamiento y calcular $k = F/\Delta l$.
- Predecir la masa de un objeto con el dinamómetro casero y contrastarla con la balanza, reconociendo el límite elástico.

Metodología

Indagación
Predicción, contraste y conclusión.

Modelización
Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas
Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental
Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación
Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del reto del dinamómetro casero, diagnóstico y primera predicción de la gráfica fuerza-alargamiento

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico y gráfica prevista a mano. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Efectos de las fuerzas (movimiento y deformación), fuerzas que se compensan y observación con esponja, plastilina y regla

Evidencia: Ficha 2: tabla de observación de efectos y clasificación de situaciones (F2). **Ficha:** Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Fuerza como flecha a escala, peso y masa, y diseño de la prueba justa de calibración

Evidencia: Ficha 3: pesos calculados, flechas a escala y tabla de variables. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica de calibración del muelle con masas de 50 g y medida del objeto problema

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tabla de alargamientos al cargar y descargar. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: gráfica fuerza-alargamiento, constante k, límite elástico y predicción de la masa del objeto problema

Evidencia: Ficha 5: tabla de k, gráfica propia y comparación predicción-balanza. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del dossier de fuerzas y deformaciones y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada del dossier con dos propuestas de mejora. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del dossier y evidencia individual con un muelle de juguete y un libro en reposo

Evidencia: Dossier (Anexo 4) y Ficha 7: gráfica, k, predicción y diagrama de fuerzas. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación de los efectos de una fuerza (movimiento y deformación), del caso de la pared de Nora y de las fuerzas que se compensan sobre un libro en reposo, con lenguaje científico (F1, F2 y F3).	Fichas 1, 2 y 7 / rúbrica
1.2	Resolución de problemas de peso $P = m \cdot g$, de constante $k = F/\Delta l$ y de predicción de alargamientos o masas, con planteamiento, unidades y comprobación.	Fichas 3, 5 y 7 / lista de cotejo
2.2	Diseño de la prueba de calibración (variable independiente, dependiente y controladas), carga y descarga del muelle, y contraste entre la masa prevista y la medida en la balanza.	Fichas 3, 4 y 5 y dossier (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Tabla de calibración, gráfica fuerza-alargamiento con ejes rotulados, localización del límite elástico en F8 y lectura de la gráfica del muelle de juguete.	Fichas 5 y 7 / rúbrica
3.2	Uso correcto de newton, kilogramo, metro y centímetro, de los símbolos F, P, m, Δl y k, conversiones g-kg y cm-m, y flechas con escala indicada.	Fichas 3 y 5 y dossier / lista de cotejo
3.3	Uso de gafas, soporte sujeto, masas de 250 g como máximo, base blanda, descarga lenta y orden del puesto de trabajo; protocolo con apartado de riesgos.	Ficha 4 y dossier / observación sistemática

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica que una fuerza puede deformar o cambiar el movimiento, justifica por qué la pared o el libro no se mueven (fuerzas que se compensan) y relaciona la proporcionalidad con el límite elástico.	Explica los efectos y la proporcionalidad con alguna imprecisión sobre el equilibrio o el límite elástico.	Reconoce la deformación pero confunde masa y peso o no explica por qué no hay movimiento.	Afirma que sin movimiento no hay fuerza o confunde fuerza, masa y peso.
Datos y resolución	Tabla con unidades y F calculada, gráfica con ejes rotulados y recta de tendencia, k calculada con unidades correctas, flechas a escala y predicción de la masa con su diferencia respecto a la balanza.	Cálculos y gráfica correctos con fallos menores de unidades (g-kg, cm-m) o de escala.	Faltan F, Δl o la gráfica está incompleta; la flecha no tiene escala.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.
Investigación	Predice antes de medir, controla variables, carga y descarga, detecta que el muelle se comporta de forma elástica y concluye con proporción a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar; conclusión coherente.	Lecturas poco cuidadas (sin esperar a que se pare, sin regla fija) o conclusión sin comparar con la predicción.	No distingue dato, predicción y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Usa gafas, base blanda y carga lenta sin recordatorios; protocolo con riesgos y vocabulario preciso (fuerza, peso, masa, deformación elástica).	Cumple las normas con algún recordatorio; vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios frecuentes; mezcla peso y masa en el lenguaje.	Incumple normas de seguridad.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, rota de puesto y revisa el dossier de otro equipo con propuestas concretas que luego incorpora al suyo.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: soporte con varilla y pinza, muelle blando de laboratorio (unos 25 N/m), 5 masas marcadas de 50 g con gancho, regla de 30 cm o 50 cm junto al muelle, gafas de seguridad y una caja o trapo para amortiguar bajo las masas.
- Objeto problema: bolsa opaca cerrada con entre 100 g y 180 g de arena (masa desconocida para el equipo); balanza de cocina de 1 g compartida.
- Para la sesión 2: esponja, plastilina, regla de plástico flexible y una pelota de tenis. Fichas del Anexo 3 y plantilla del dossier (Anexo 4).

Seguridad y residuos

Gafas de seguridad al cargar y descargar el muelle. Soporte sujeto a la mesa, masas de 250 g como máximo y una base blanda debajo para proteger los pies; nunca se estira el muelle con la mano ni se suelta de golpe. Si no recupera su longitud, se avisa al docente. No se usan personas, bicicletas ni vehículos como móviles. La arena se devuelve al bote; no hay residuos peligrosos.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Tablas con la columna de F ya calculada, ejemplos resueltos F9, hoja de conversión g-kg y cm-m y un cuadro de pasos para trazar flechas a escala; el rol de lector de la regla o de secretario permite participar con menos carga de cálculo.

Ampliación

Anexo 9

Anexo 9: el dinamómetro en la Luna ($g = 1{,}6\ \mathrm{N/kg}$), con peso, alargamiento y diferencia entre lo que marca el dinamómetro y la balanza.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

En el taller de Tecnología no hay dinamómetros y el profesor os reta a fabricar uno con un muelle. Nora dice que si empuja la pared y no se mueve no hace fuerza; Iker, que el muelle se alarga y eso ya demuestra que la fuerza hace algo. ¿Quién tiene razón? Seréis un equipo de metrología: observaréis qué efectos tienen las fuerzas, las dibujaréis como flechas, colgaréis masas conocidas para calibrar el muelle y comprobaréis si vuestro dinamómetro acierta la masa de un objeto misterioso.

> *¿Qué efectos puede producir una fuerza aunque un objeto no llegue a moverse?*

Vuestro reto

Calibrar un muelle colgando masas conocidas, construir con él un dinamómetro casero, usarlo para predecir la masa de un objeto problema y reunir las pruebas, los diagramas de fuerzas y las conclusiones en un dossier de fuerzas y deformaciones.

Lo que vais a producir

Dossier de fuerzas y deformaciones.

Seguridad. Gafas de seguridad al cargar y descargar el muelle.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el debate del taller, hacemos el diagnóstico y dibujamos la gráfica que esperamos.
2. Observamos efectos de fuerzas con esponja, plastilina y regla, y clasificamos situaciones.
3. Dibujamos fuerzas como flechas, calculamos pesos y diseñamos la calibración del muelle.
4. Calibramos el muelle con seguridad y medimos el objeto problema.
5. Dibujamos la gráfica, calculamos k, buscamos el límite elástico y predecimos la masa.
6. Escribimos el dossier de fuerzas y deformaciones y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el dossier y analizamos individualmente un muelle de juguete y un libro en reposo.

Al terminar seré capaz de...

- Clasificar fuerzas cotidianas según produzcan cambio de movimiento o deformación, y explicar por qué una fuerza puede actuar sin que el cuerpo se mueva.
- Representar fuerzas con flechas a escala indicando punto de aplicación, dirección, sentido y módulo en newton.
- Calcular el peso de un cuerpo con $P = m \cdot g$ y distinguirlo de su masa.
- Medir alargamientos de un muelle, representar la gráfica fuerza-alargamiento y calcular $k = F/\Delta l$.
- Predecir la masa de un objeto con el dinamómetro casero y contrastarla con la balanza, reconociendo el límite elástico.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

Todo lo necesario para estudiar fuerzas y deformaciones: el debate del taller, esquemas de efectos y de fuerzas como flechas, el cuadro de pesos, el montaje y el protocolo de calibración, datos de un equipo de prueba con su gráfica, ejemplos resueltos y un glosario.

F1 El dinamómetro que no tenemos

ESTUDIO DE CASO

El profesor de Tecnología ha encargado a 2.º fabricar un **dinamómetro casero** con un muelle para medir el peso de piezas del taller. Antes de empezar, el grupo discute:

- **Nora:** «Si empujo la pared con todas mis fuerzas y no se mueve, entonces no estoy haciendo ninguna fuerza.»
- **Iker:** «El muelle se alarga cuando cuelgo una pesa. Eso demuestra que la fuerza hace algo, aunque la pesa no se mueva de sitio.»
- **Samira:** «Pero el muelle no tiene números. ¿Cómo sabemos qué fuerza corresponde a cada alargamiento?»
- **Hugo:** «Si una pesa cuelga quieta, el peso tira hacia abajo… y algo tiene que tirar hacia arriba.»

Para responder hace falta **observar** qué efectos producen las fuerzas, **medir** alargamientos con masas conocidas y **calibrar** el muelle, es decir, ponerle números de fuerza a su alargamiento.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula; las situaciones y las opiniones son habituales en 2.º ESO.

Con F1, ¿qué le responderías a Nora? ¿Qué dos datos necesitas medir para calibrar el muelle?

F2 Efectos de las fuerzas

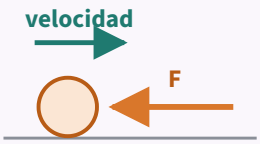
ESQUEMA

1. Poner en marcha



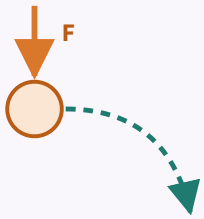
Estaba parada y empieza a moverse

2. Frenar



Se mueve y la fuerza la va deteniendo

3. Cambiar de dirección



La fuerza lateral desvía su trayectoria

4. Deformar



No se mueve, pero cambia de forma

Dos efectos de una fuerza: cambiar el estado de movimiento (1, 2 y 3) y deformar (4).
Una fuerza no hace falta para mantener un movimiento, sino para cambiarlo.
Si dos fuerzas iguales y opuestas se compensan, el movimiento no cambia, pero el cuerpo puede deformarse: la mesa se hunde un poquito bajo un libro, aunque no lo notemos.

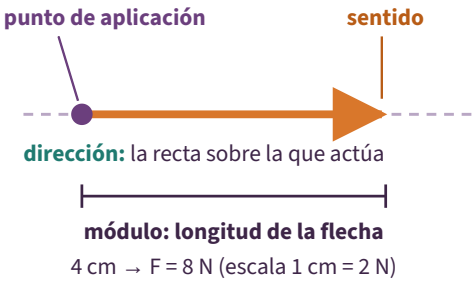
Fuente: Esquema de elaboración propia.

Nora empuja una pared que no se mueve. ¿Cuál de los dos efectos aparece? ¿Cómo podrías comprobarlo?

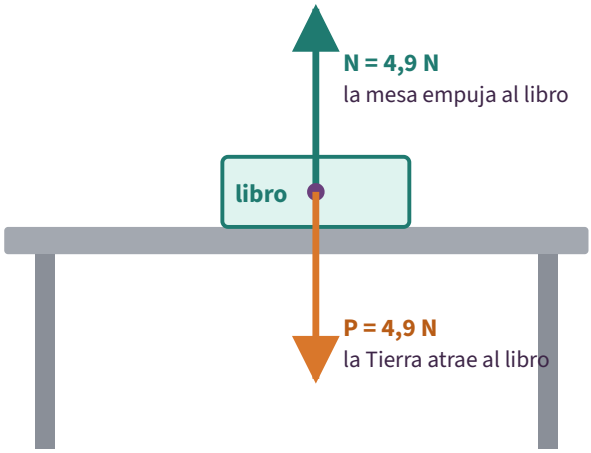
F3 Una fuerza es una flecha: elementos y fuerzas que se compensan

ESQUEMA

Una fuerza se dibuja como una flecha



Libro de 0,5 kg en reposo sobre la mesa



Escala 1 cm = 2 N. Las dos flechas miden 2,45 cm: son iguales y de sentidos opuestos, así que se compensan y el libro no se mueve (pero la mesa se deforma un poco bajo su peso).

Fuente: Esquema de elaboración propia. Si la hoja se imprime a tamaño real, 1 cm del dibujo equivale a la escala indicada (1 cm = 2 N).

Si el libro pesara el doble, ¿cuánto mediría cada flecha con la misma escala?

F4 Peso y masa: el peso depende del astro

DATOS

Cuerpo (masa)	Peso en la Tierra (N)	Peso en la Luna (N)	Peso en Marte (N)	Cómo se calcula
Manzana (0,2 kg)	1,96	0,32	0,74	P = m · g
Libro (0,5 kg)	4,9	0,8	1,85	P = m · g
Mochila (6 kg)	58,8	9,6	22,2	P = m · g
Persona (60 kg)	588	96	222	P = m · g

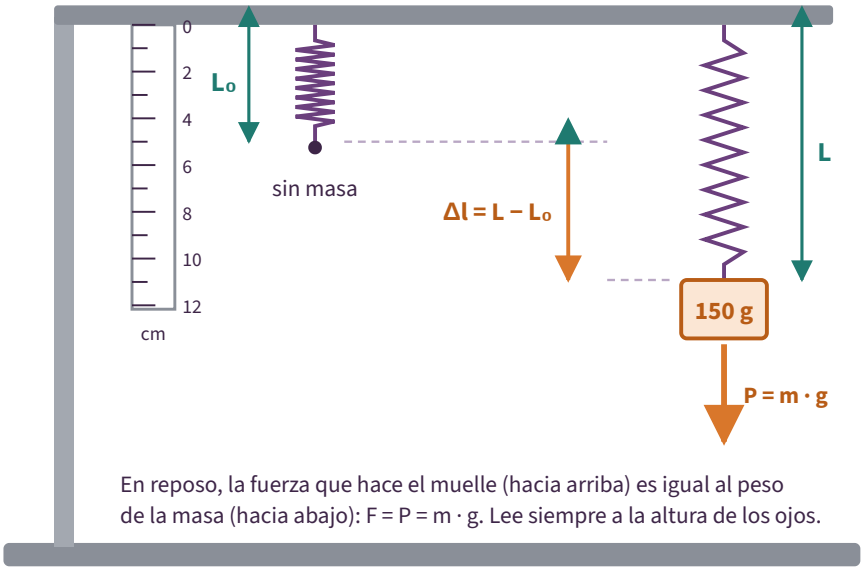
La masa (m, en kg) es la cantidad de materia y **no cambia** de un lugar a otro; se mide con balanza. **El peso** (P, en N) es la fuerza con que un astro atrae al cuerpo: $P = m \cdot g$, con $g = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$ en la Tierra. Se mide con dinamómetro. Para pasar de gramos a kilogramos se divide entre 1000: $50\ \mathrm{g} = 0{,}050\ \mathrm{kg}$. Una masa de 100 g pesa casi **1 N**.

Fuente: Elaboración propia. Valores de g redondeados: Tierra 9,8 N/kg, Luna 1,6 N/kg, Marte 3,7 N/kg (valores de referencia de la NASA, aproximados).

¿Qué cambia y qué no cambia en el libro al llevarlo a la Luna: su masa, su peso o los dos?

F5 Montaje de la calibración del muelle

ESQUEMA



En reposo, la fuerza que hace el muelle (hacia arriba) es igual al peso de la masa (hacia abajo): F = P = m · g. Lee siempre a la altura de los ojos.

Cómo se mide

1. L_0: muelle sin masa
2. Cuelga la masa m
3. Espera a que pare
4. Lee L en la regla
5. Calcula $\Delta l = L - L_0$

Fuente: Esquema de elaboración propia. Las medidas de la regla son ilustrativas.

¿Por qué hay que esperar a que la masa deje de moverse antes de leer la regla?

F6 Protocolo de calibración de un muelle

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): soporte con varilla y pinza; muelle blando de laboratorio (unos 25 N/m); 5 masas de 50 g con gancho; regla de 30 cm; objeto problema (bolsa cerrada con arena); gafas de seguridad; caja o trapo bajo las masas. Balanza de cocina compartida.

Equipo de protección y riesgos: gafas de seguridad durante todo el montaje. Riesgos: caída de las masas sobre los pies, rebote del muelle y vuelco del soporte. Precauciones: soporte sujeto a la mesa, **máximo 250 g**, base blanda debajo, cargar y descargar despacio, no estirar el muelle con la mano y no soltarlo de golpe. Si al quitar las masas el muelle no recupera su longitud, parad y avisad al docente.

Variables: la masa colgada (y, con ella, la fuerza) la fijamos nosotros; el alargamiento del muelle es lo que medimos. Se mantienen iguales el muelle, la regla, el punto donde se lee y la espera hasta que el muelle se para.

Roles (rotan): lector de la regla, encargado de las masas, secretario y responsable de seguridad.

Procedimiento:

1. Montad el soporte y colgad el muelle. Colocad la regla junto a él, sin tocarlo, y leed la posición del extremo inferior sin masa: **L_0**.
2. Colgad una masa de 50 g, esperad a que se pare y leed la longitud **L** con la vista a la altura del extremo del muelle.
3. Añadid 50 g cada vez hasta llegar a 250 g (no más), anotando L tras cada masa.
4. Descargad de 50 en 50 g anotando L al descargar. Al quitar todas las masas, comprobad que el muelle vuelve a L_0.
5. Calculad la fuerza $F = m \cdot g$ (con $g = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$) y el alargamiento $\Delta l = L - L_0$.
6. **Objeto problema:** colgadlo sin conocer su masa, esperad, medid L y calculad Δl. Más tarde, con la gráfica de la ficha 5, hallad F y la masa $m = F/g$. El docente lo pesa en la balanza y comparáis.

Limpieza y residuos: descolgad el muelle, guardad las masas contadas, devolved la arena de la bolsa al bote y dejad el puesto despejado. No se generan residuos peligrosos.

Resultado esperable: con un muelle de 20-30 N/m, 50 g producen un alargamiento de 1,6-2,5 cm y 250 g, de 8-12 cm. El cociente $F/\Delta l$ debe ser casi constante. La masa del objeto problema calculada debe diferir menos de un 10 % de la de la balanza.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento.

¿Por qué medimos la longitud al cargar y también al descargar las masas?

F7 Datos de un equipo de prueba (muelle con L_0 = 8,0 cm)

DATOS

Masa m (g)	Fuerza F = m · g (N)	Longitud L (cm)	Alargamiento Δl (cm)
0	0	8,0	0
50	0,49	10,0	2,0
100	0,98	11,9	3,9
150	1,47	13,9	5,9
200	1,96	15,9	7,9
250	2,45	17,8	9,8
300	2,94	19,9	11,9
350	3,43	22,6	14,6
400	3,92	26,0	18,0

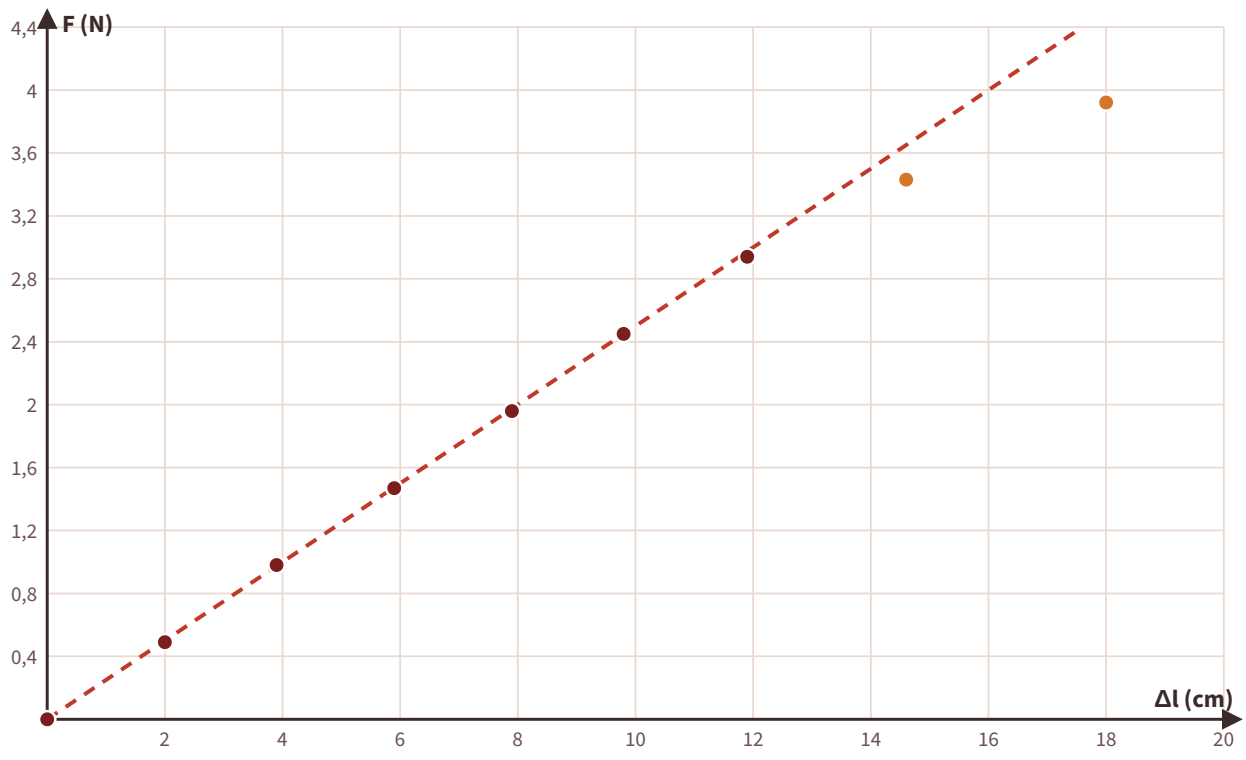
Cómo se calcula: $F = m \cdot g$ con m en kg (50 g = 0,050 kg) y $\Delta l = L - L_0$. La constante del muelle es $k = \frac{F}{\Delta l}$ (con Δl en metros). **Objeto problema del equipo de prueba:** al colgarlo, el muelle midió 14,5 cm.

Fuente: Datos ilustrativos, inventados a partir de medidas reales con un muelle escolar y redondeados a décimas de centímetro. El equipo llegó hasta 400 g para estudiar el límite elástico; en el aula no se pasa de 250 g.

¿Entre qué dos masas deja de ser constante el cociente F / Δl? ¿Qué le habrá pasado al muelle?

F8 Gráfica fuerza-alargamiento del equipo de prueba (datos de F7)

GRÁFICO



Hasta 300 g (Δl = 11,9 cm) los puntos están sobre una recta que pasa por el origen: **el alargamiento es proporcional a la fuerza**. Esta relación se llama **ley de Hooke**: $F = k \cdot \Delta l$. Más allá (puntos naranjas) el muelle se **deforma de forma permanente** y la gráfica se desvía: se ha superado el **límite elástico**.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con los datos de F7. Los puntos son medidas; la línea discontinua es la recta que seguiría un muelle perfecto con k = 25 N/m.

Con la gráfica, ¿qué fuerza corresponde a un alargamiento de 6,5 cm? ¿Y qué masa tiene el objeto problema de F7 (L = 14,5 cm)?

F9 Ejemplos resueltos paso a paso

ESTUDIO DE CASO

Ejemplo 1. Peso de una mochila de 6 kg.

$P = m \cdot g = 6\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} = 58{,}8\ \text{N}.$

Ejemplo 2. Fuerza de una masa de 200 g. Pasamos a kilogramos: $200\ \text{g} = 0{,}200\ \text{kg}$. Entonces $F = 0{,}200 \cdot 9{,}8 = 1{,}96\ \text{N}$.

Ejemplo 3. Constante del muelle con los datos de F7 (200 g).

1. Fuerza: $F = 1{,}96\ \text{N}$.
2. Alargamiento: $\Delta l = 15{,}9 - 8{,}0 = 7{,}9\ \text{cm} = 0{,}079\ \text{m}$.
3. Constante: $k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{1{,}96\ \text{N}}{0{,}079\ \text{m}} = 24{,}8\ \text{N/m}$.

Ejemplo 4. Predecir un alargamiento. Con $k = 25\ \text{N/m}$, ¿cuánto se alarga el muelle con $F = 1{,}5\ \text{N}$? $\Delta l = \frac{F}{k} = \frac{1{,}5\ \text{N}}{25\ \text{N/m}} = 0{,}06\ \text{m} = 6\ \text{cm}$.

Ejemplo 5. Masa de un objeto con la gráfica. Un objeto alarga el muelle 6,5 cm. En la recta de F8, $F = 0{,}25\ \text{N/cm} \cdot 6{,}5\ \text{cm} = 1{,}6\ \text{N}$ y $m = \frac{F}{g} = \frac{1{,}6\ \text{N}}{9{,}8\ \text{N/kg}} = 0{,}16\ \text{kg} = 163\ \text{g}$.

Comprobación: las masas del aula son de 50 g a unos cientos de gramos; si te sale 17 kg o 1,7 g, revisa las conversiones.

Fuente: Ejemplos de elaboración propia con los datos de F4, F7 y F8.

En el ejemplo 4, ¿qué alargamiento daría una fuerza de 3 N si el muelle siguiera siendo elástico? ¿Sería seguro usarlo?

F10 Vocabulario de fuerzas y deformaciones

GLOSARIO

Fuerza	Interacción entre dos cuerpos que puede cambiar su movimiento o deformarlos; se mide en newton (N).
Dinamómetro	Instrumento que mide fuerzas a partir del alargamiento de un muelle calibrado.
Newton (N)	Unidad de fuerza del Sistema Internacional; una masa de 100 g pesa casi 1 N.
Peso (P)	Fuerza con que un astro atrae a un cuerpo; $P = m \cdot g$.
Masa (m)	Cantidad de materia de un cuerpo; se mide en kg y no depende del lugar.
Deformación elástica	Cambio de forma que desaparece al quitar la fuerza.
Deformación plástica	Cambio de forma que permanece al quitar la fuerza.
Límite elástico	Valor de la fuerza a partir del cual la deformación deja de ser elástica.
Constante del muelle (k)	Fuerza necesaria por cada metro de alargamiento, en N/m; un muelle con mayor k es más rígido.
Fuerzas que se compensan	Fuerzas iguales y de sentidos opuestos sobre un cuerpo: no cambian su movimiento.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

FICHA 1 El dinamómetro que no tenemos

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee el caso F1. Responde primero al diagnóstico de forma individual.

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

La unidad de fuerza en el Sistema Internacional es…

☐ el kilogramo (kg) ☐ el newton (N) ☐ el metro por segundo (m/s)

Un libro en reposo sobre una mesa…

☐ no tiene ninguna fuerza ☐ tiene fuerzas que se compensan ☐ solo tiene una fuerza hacia abajo

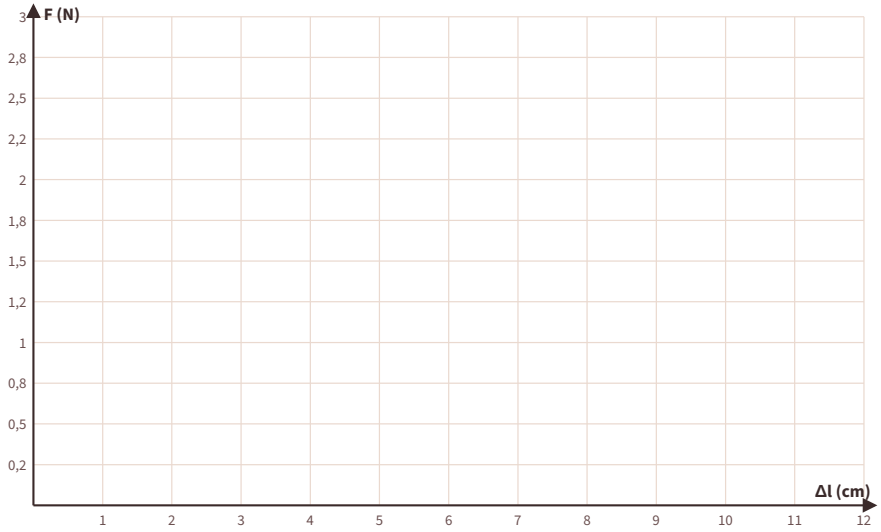
Una fuerza puede…

☐ solo mover objetos ☐ mover o deformar objetos ☐ solo deformar objetos

El instrumento que mide fuerzas es…

☐ la balanza ☐ el dinamómetro ☐ el cronómetro

2 **Antes de medir, dibuja cómo crees que será la gráfica de la fuerza (peso de las masas colgadas) frente al alargamiento de un muelle al colgar masas de 50 g, una a una.**



3 **Con F1, ¿qué le responderías a Nora cuando dice que, si la pared no se mueve, ella no hace fuerza? ¿Qué dos datos hay que medir para calibrar el muelle?**

FICHA 2 Efectos de las fuerzas

Sesión 2

Usa el esquema F2 y el glosario F10. Prueba los materiales con cuidado: no dobléis la regla más de lo necesario ni apretéis hasta romper nada.

1 **Observa qué ocurre al aplicar una fuerza a cada objeto y completa la tabla.**

Objeto	Fuerza que aplico	Efecto (cambia el movimiento o deforma)	¿Recupera su forma al soltar?
Esponja			
Plastilina			
Regla de plástico flexible			
Pelota de tenis sobre la mesa			

2 **Relaciona cada situación con su efecto.**

1 Patear un balón parado ●	● a Pone en movimiento un cuerpo que estaba en reposo
2 Frenar con el pie un balón que rueda ●	● b Reduce la velocidad hasta detenerlo
3 Apretar una esponja y soltarla ●	● c Deformación que se recupera (elástica)
4 Aplastar plastilina ●	● d Deformación permanente (plástica)

3 **Aunque no se mueva, ¿actúan fuerzas sobre la pared que empuja Nora? Explica qué efecto aparece y cómo se podría detectar (usa F1 y F2).**

FICHA 3 Flechas, peso y diseño de la prueba

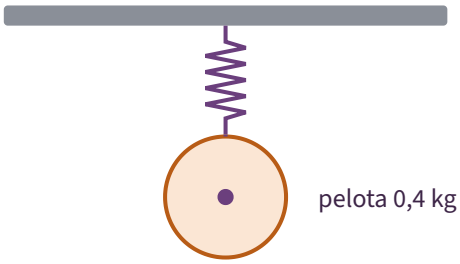
Sesión 3

Consulta F3, F4 y los ejemplos resueltos F9. Escribe siempre los datos, la fórmula, la operación y la unidad.

1 **Calcula el peso en la Tierra ($g = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$). Pasa antes las masas a kilogramos.**

Masa	Masa en kg	Peso P = m · g (N)
50 g		
200 g		
0,5 kg		
6 kg		

2 **Una pelota de 0,4 kg cuelga en reposo de un muelle. Calcula su peso y dibuja las dos fuerzas que actúan sobre ella con la escala 1 cm = 2 N. Indica el valor de cada una.**



Escala: 1 cm = 2 N

3 **Diseña la prueba de calibración: qué cambias, qué mides y qué mantienes igual.**

Variable independiente (valores)	Variable dependiente (instrumento)	Variables controladas	Una norma de seguridad

FICHA 4 En el laboratorio: calibramos el muelle

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Seguid el protocolo F6 y el montaje F5. Antes de colgar la primera masa, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de cargar el muelle).**

- ☐ Todo el equipo lleva gafas de seguridad
- ☐ El soporte está sujeto a la mesa y no se mueve
- ☐ Hay una base blanda debajo de las masas
- ☐ No colgaremos más de 250 g
- ☐ Cargamos y descargamos despacio, sin soltar de golpe
- ☐ Cada persona conoce su rol

2 **Anota las longitudes. Longitud inicial L_0 = _____ cm. Calcula después Δl con la longitud al cargar.**

m (g)	F = m · g (N)	L al cargar (cm)	L al descargar (cm)	$\Delta l = L - L_0$ (cm)
0	0			
50	0,49			
100	0,98			
150	1,47			
200	1,96			
250	2,45			

3 **Objeto problema (sin conocer su masa) y comprobación de que el muelle recupera su longitud.**

Medida	Valor
Longitud L del muelle con el objeto problema (cm)	
Alargamiento Δl (cm)	
¿Recupera L_0 al quitar todas las masas? (sí / no)	

FICHA 5 Gráfica, constante k y predicción

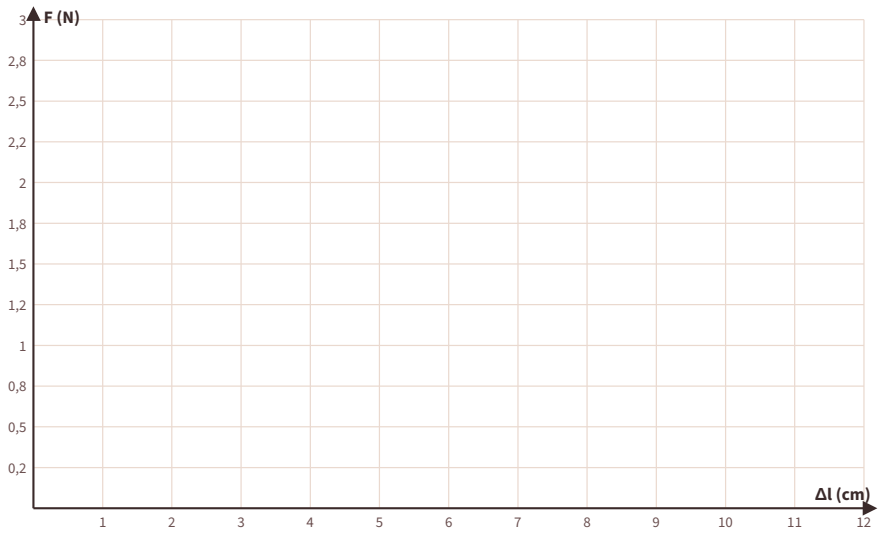
Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F7 y F8).

1 **Calcula la constante del muelle con cada fila (pasa Δl a metros: 2,0 cm = 0,020 m). Después halla la media.**

m (g)	F (N)	Δl (cm)	Δl (m)	k = F / Δl (N/m)
50				
100				
150				
200				
250				
Media de k				

2 **Dibuja la gráfica F frente a Δl con tus datos. Rotula los ejes y traza la recta que mejor sigue los puntos (no unas punto a punto).**



3 **En los datos de F7 y F8, ¿a partir de qué masa se supera el límite elástico? Justifícalo con el cociente F / Δl.**

4 **Predicción: calcula la masa del objeto problema con tu gráfica y compárala con la balanza.**

Apartado	Cálculo y resultado
Alargamiento Δl del objeto (cm)	
Fuerza F leída en la gráfica (N)	
Masa prevista m = F / g (g)	
Masa en la balanza (g)	
Diferencia y posibles causas	

FICHA 6 Escribimos y revisamos el dossier

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad el dossier del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Explica los dos efectos de una fuerza con ejemplos
- ☐ Las fuerzas están dibujadas con flechas y la escala está indicada
- ☐ La tabla tiene m, F, L y Δl con unidades y conversiones correctas
- ☐ La gráfica tiene ejes rotulados con magnitud y unidad y una recta de tendencia
- ☐ La constante k está calculada con su unidad (N/m)
- ☐ Compara la masa prevista con la de la balanza
- ☐ Incluye normas de seguridad y menciona el límite elástico

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el dossier del otro equipo.**

3 **¿Qué cambiaríais en vuestro dossier tras leer el del otro equipo?**

FICHA 7 Evidencia individual: el muelle de juguete

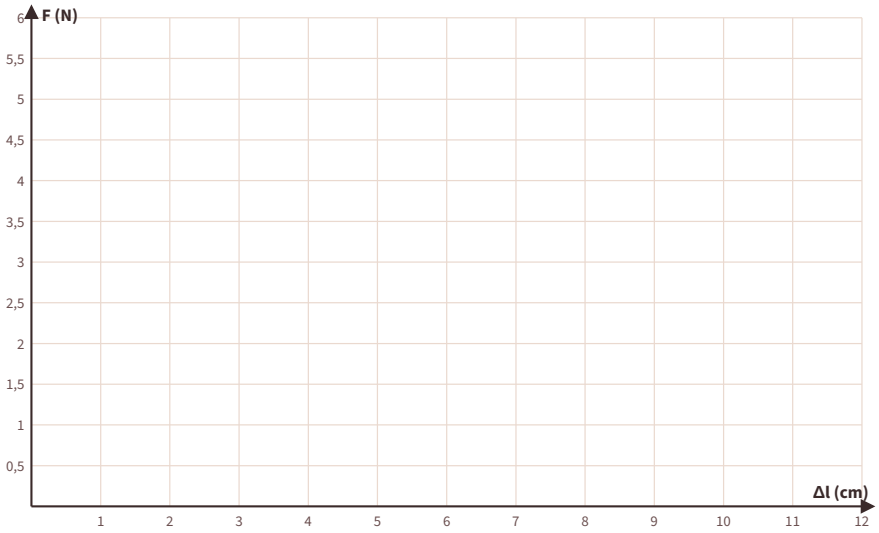
Sesión 7

Trabajo individual. Se calibra el muelle de un juguete colgando fuerzas conocidas. Medidas ilustrativas.

1 **Completa la tabla con Δl y k para cada fuerza. La longitud sin fuerza es L_0 = 10,0 cm.**

F (N)	L (cm)	Δl (cm)	k = F / Δl (N/m)
0	10,0		
1,0	12,0		
2,0	14,0		
3,0	16,1		
4,0	18,0		
5,0	20,0		

2 **Representa la gráfica fuerza-alargamiento y di si el muelle es elástico en todo el intervalo.**



3 **Con este muelle, ¿qué fuerza y qué masa corresponden a una longitud de 15,0 cm? ¿Y qué longitud tendría con una fuerza de 3,5 N? Indica los pasos.**

4 **Un libro de 0,8 kg está en reposo sobre una mesa. Dibuja sus dos fuerzas a escala 1 cm = 2 N con su valor, y explica con una frase por qué no se mueve y qué le pasa a la mesa.**

Escala: 1 cm = 2 N



ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Dossier de fuerzas y deformaciones del equipo. Todas las magnitudes con su unidad; las flechas, con escala.

Pregunta y predicción

¿Qué queremos averiguar? ¿Cómo será la gráfica?

Efectos de las fuerzas

Un ejemplo de movimiento y otro de deformación.

Montaje (esquema)

Dibuja el muelle, la regla y las masas.

Material, roles y seguridad

Material, gafas, límite de 250 g y base blanda.

Tabla de calibración

m (g), F (N), L (cm) y Δl (cm).

Gráfica fuerza-alargamiento

Ejes con magnitud y unidad; puntos y recta.

Constante k y límite elástico

k = F/Δl en N/m; por qué no pasar de 250 g.

Objeto problema

Δl, F, masa prevista, masa de la balanza.

Diagrama de fuerzas

Flechas a escala de un cuerpo en reposo.

Conclusión

¿Qué efectos tienen las fuerzas? ¿Acierta el dinamómetro?

Límites y mejoras

Errores posibles y cómo los reduciríais.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Dossier de fuerzas y deformaciones**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Se explican los dos efectos de las fuerzas con ejemplos y se responde a la pregunta «¿hay fuerza si no se mueve?».
- [ ] Las fuerzas están dibujadas con flechas e indican punto de aplicación, dirección, sentido, módulo en N y la escala.
- [ ] La tabla de calibración tiene m, F, L y Δl con unidades; los gramos se han pasado a kilogramos y los centímetros a metros cuando hace falta.
- [ ] La gráfica fuerza-alargamiento tiene ejes rotulados con magnitud y unidad y una recta de tendencia, sin unir punto a punto.
- [ ] La constante k está calculada con datos, fórmula, operación y unidad (N/m).
- [ ] Se menciona el límite elástico y se comprueba que el muelle recuperó su longitud inicial.
- [ ] La masa del objeto problema se predijo antes de pesarla y se compara con la balanza.
- [ ] Se distinguen correctamente masa (kg, balanza) y peso (N, dinamómetro).
- [ ] Las normas de seguridad (gafas, 250 g máximo, base blanda, descarga lenta) están anotadas y se cumplieron; el puesto quedó recogido.
- [ ] La conclusión se apoya en los datos y reconoce los límites (lectura de la regla, vibración del muelle).

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Dossier de fuerzas y deformaciones**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Explica que una fuerza puede deformar o cambiar el movimiento, justifica por qué la pared o el libro no se mueven (fuerzas que se compensan) y relaciona la proporcionalidad con el límite elástico.	Explica los efectos y la proporcionalidad con alguna imprecisión sobre el equilibrio o el límite elástico.	Reconoce la deformación pero confunde masa y peso o no explica por qué no hay movimiento.	Afirma que sin movimiento no hay fuerza o confunde fuerza, masa y peso.	
Datos y resolución	Tabla con unidades y F calculada, gráfica con ejes rotulados y recta de tendencia, k calculada con unidades correctas, flechas a escala y predicción de la masa con su diferencia respecto a la balanza.	Cálculos y gráfica correctos con fallos menores de unidades (g-kg, cm-m) o de escala.	Faltan F, Δl o la gráfica está incompleta; la flecha no tiene escala.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.	
Investigación	Predice antes de medir, controla variables, carga y descarga, detecta que el muelle se comporta de forma elástica y concluye con proporción a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar; conclusión coherente.	Lecturas poco cuidadas (sin esperar a que se pare, sin regla fija) o conclusión sin comparar con la predicción.	No distingue dato, predicción y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Usa gafas, base blanda y carga lenta sin recordatorios; protocolo con riesgos y vocabulario preciso (fuerza, peso, masa, deformación elástica).	Cumple las normas con algún recordatorio; vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios frecuentes; mezcla peso y masa en el lenguaje.	Incumple normas de seguridad.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, rota de puesto y revisa el dossier de otro equipo con propuestas concretas que luego incorpora al suyo.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé explicar que una fuerza puede deformar o cambiar el movimiento y dibujarla como flecha a escala.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular pesos y la constante de un muelle con sus unidades y usar la gráfica para predecir una fuerza o una masa.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: ejemplos modelados y datos ya medidos.

Peso y flecha a escala en tres pasos

1. **Pasa a kilogramos:** divide los gramos entre 1000. Ejemplo: 200 g = 0,200 kg.
2. **Calcula el peso:** $P = m \cdot g = 0{,}200 \cdot 9{,}8 = 1{,}96$ N.
3. **Dibuja la flecha:** con la escala 1 cm = 1 N, la flecha mide 1,96 cm (casi 2 cm) y apunta hacia abajo.

Constante del muelle con un ejemplo

Con $F = 0{,}49$ N y $\Delta l = 2{,}0$ cm $= 0{,}020$ m:

$k = \frac{F}{\Delta l} = \frac{0{,}49}{0{,}020} = 24{,}5$ N/m.

Siempre: pasa los centímetros a metros antes de dividir.

1 **Completa el cálculo del peso de una mochila de 2 kg.**

P = m · g = _____ kg · _____ N/kg = _____ N

2 **Completa la tabla con las constantes de un muelle (datos ya medidos).**

m (g)	F (N)	Δl (cm)	k = F / Δl (N/m)
50	0,49	2,0	24,5
100	0,98	3,9	
150	1,47	5,9	

3 **Con la escala 1 cm = 1 N, ¿cuántos centímetros mide la flecha de una fuerza de 3 N? ¿Y la de 4,9 N?**

4 **Un muelle se alarga 4 cm con una fuerza de 1 N. Con 2 N (sin pasar el límite elástico) se alargará…**

Alargamiento con 2 N

☐ 2 cm ☐ 4 cm ☐ 8 cm

5 **Marca verdadero (V) o falso (F).**

	V	F
Si un objeto está quieto, no actúa ninguna fuerza sobre él.	☐	☐
Una fuerza puede deformar un cuerpo sin moverlo.	☐	☐
La masa se mide en newton.	☐	☐
El peso se mide con un dinamómetro.	☐	☐

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

El dinamómetro en la Luna

Imagina que llevas tu dinamómetro calibrado (k = 25 N/m) a la Luna, donde $g = 1{,}6\ \mathrm{N/kg}$. ¿Qué marcará y qué marcaría una balanza de platillos?

Pasos

1. Calcula el peso de un objeto de 200 g en la Tierra y en la Luna.
2. Con k = 25 N/m, calcula el alargamiento del muelle en cada lugar con $\Delta l = F/k$ y exprésalo en centímetros.
3. El dinamómetro de la Tierra marca «200 g» cuando se alarga 7,84 cm. ¿Qué masa «marcaría» el mismo dinamómetro en la Luna con el alargamiento obtenido? Calcúlalo con $m = F/9{,}8$.
4. Una balanza de platillos compara masas con pesas. ¿Qué marcaría en la Luna? Explica con tus palabras la diferencia entre lo que mide el dinamómetro (peso) y lo que mide la balanza (masa).

Entrega

Una página con la tabla Tierra-Luna (peso, alargamiento, masa «marcada»), los cálculos y una conclusión de tres frases sobre masa y peso.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 9 · Fuerzas que cambian las cosas

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el newton (N); tiene fuerzas que se compensan; mover o deformar objetos; el dinamómetro.
2. Gráfica prevista: respuesta abierta. Lo correcto es una recta creciente que pasa por el origen (a más fuerza, más alargamiento, en proporción). Muchos dibujan una curva; la gráfica real de la ficha 5 lo corrige.
3. A Nora: sí hace fuerza; la pared no se mueve porque la pared hace sobre ella otra fuerza igual y opuesta (y se deforma un poco). Datos a medir: la fuerza (por la masa colgada) y el alargamiento del muelle.

Ficha 2

1. Observación (respuesta abierta, esperable): esponja, deformación que se recupera; plastilina, deformación que permanece; regla de plástico, se curva y recupera si no se pasa de la raya; pelota, cambia el movimiento (se pone en marcha o se frena) y se deforma un poco al apretarla.
2. Relaciona: patear un balón parado → pone en movimiento; frenar con el pie → reduce la velocidad; apretar y soltar la esponja → deformación elástica; aplastar plastilina → deformación plástica.
3. Pared: sí actúan fuerzas (Nora empuja y la pared empuja a Nora con una fuerza igual y de sentido contrario). El efecto es una deformación mínima (y el cambio de movimiento no aparece porque las fuerzas se compensan); se detecta con un sensor de fuerza o con una regla muy sensible.

Ficha 3

1. 50 g = 0,050 kg → 0,49 N; 200 g = 0,200 kg → 1,96 N; 0,5 kg → 4,9 N; 6 kg → 58,8 N.
2. Pelota: $P = 0{,}4 \cdot 9{,}8 = 3{,}92$ N (≈ 3,9 N). Dos fuerzas: el peso hacia abajo (3,9 N, flecha de 2,0 cm con la escala 1 cm = 2 N) y la fuerza del muelle hacia arriba (3,9 N, flecha de 2,0 cm). Las dos con punto de aplicación en el centro de la pelota; son iguales y opuestas.
3. Prueba de calibración: variable independiente, masa colgada (50, 100, 150, 200 y 250 g); dependiente, longitud del muelle (regla, 1 mm), de la que sale Δl; controladas, el mismo muelle, la regla fija, la espera hasta que se pare y la lectura a la altura del ojo. Seguridad: gafas, 250 g máximo o base blanda.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar; el responsable de seguridad puede firmarla.
2. Rango esperable con un muelle de 25 N/m: Δl = 2,0; 3,9; 5,9; 7,8 y 9,8 cm para 50, 100, 150, 200 y 250 g (rango 1,6-2,5 cm para 50 g y 8-12 cm para 250 g si el muelle es de 20-30 N/m). Los valores al descargar deben diferir menos de 2 mm de los de carga.
3. Objeto problema: con una masa de 100-180 g, Δl entre 3,9 y 7,1 cm. Si el muelle no recupera L_0, se ha pasado el límite elástico: sustituir el muelle.

Ficha 5

1. Constantes (datos de F7 como modelo): 0,49 N : 0,020 m = 24,5 N/m; 0,98 : 0,039 = 25,1 N/m; 1,47 : 0,059 = 24,9 N/m; 1,96 : 0,079 = 24,8 N/m; 2,45 : 0,098 = 25,0 N/m. Media ≈ 25 N/m. Para datos propios, valores entre 20 y 30 N/m.
2. Gráfica: puntos casi alineados sobre una recta que pasa por el origen. No unir punto a punto. Con k = 25 N/m, la pendiente es 0,25 N/cm.
3. Límite elástico (F7): entre 300 g y 350 g. Hasta 300 g, F/Δl ≈ 24,7-25,1 N/m; con 350 g da 3,43 : 0,146 = 23,5 N/m y con 400 g, 3,92 : 0,180 = 21,8 N/m: el cociente baja porque el muelle se alarga más de lo que le correspondería.
4. Objeto problema: modelo con el equipo de prueba (L = 14,5 cm): Δl = 14,5 − 8,0 = 6,5 cm; F = 0,25 N/cm · 6,5 cm = 1,6 N; m = 1,625 : 9,8 = 0,166 kg ≈ 166 g (con F redondeada a 1,6 N, 163 g). Con datos propios, la diferencia con la balanza debe ser menor del 10 % (por ejemplo, menos de 15 g en un objeto de 150 g).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar que 50 g son 0,050 kg», «rotular el eje F en N»), no genéricas («mejorar la gráfica»).
2. Mejoras habituales: añadir más masas intermedias, repetir las lecturas, especificar que la lectura es a la altura del ojo, incluir el diagrama de fuerzas.

Ficha 7

1. Tabla: Δl = 0; 2,0; 4,0; 6,1; 8,0 y 10,0 cm; k = 1,0 : 0,020 = 50 N/m; 2,0 : 0,040 = 50 N/m; 3,0 : 0,061 = 49,2 N/m; 4,0 : 0,080 = 50 N/m; 5,0 : 0,100 = 50 N/m. Constante media ≈ 50 N/m.
2. Gráfica: recta que pasa por el origen y por (10, 5). Es elástico en todo el intervalo estudiado (el cociente F/Δl se mantiene casi constante).
3. L = 15,0 cm → Δl = 5,0 cm → F = 0,5 N/cm · 5,0 cm = 2,5 N y m = 2,5 : 9,8 = 0,255 kg ≈ 255 g. Con F = 3,5 N: Δl = 7,0 cm → L = 17,0 cm.
4. Libro: $P = 0{,}8 \cdot 9{,}8 = 7{,}84\ \text{N}$ (≈ 7,8 N). Flecha del peso hacia abajo y flecha de la normal hacia arriba, ambas de 3,9 cm (7,8 : 2 = 3,9). Se compensan, por eso no se mueve; la mesa se deforma un poco bajo el libro.

Refuerzo (Anexo 8)

1. P = 2 kg · 9,8 N/kg = 19,6 N.
2. k: 0,98 : 0,039 = 25,1 N/m; 1,47 : 0,059 = 24,9 N/m.
3. 3 N → 3 cm; 4,9 N → 4,9 cm.
4. 8 cm (si se duplica la fuerza, se duplica el alargamiento).
5. Falso, verdadero, falso, verdadero.

Ampliación (Anexo 9)

1. Peso de 200 g: Tierra, 0,200 · 9,8 = 1,96 N; Luna, 0,200 · 1,6 = 0,32 N.
2. Alargamiento: Tierra, 1,96 : 25 = 0,0784 m = 7,84 cm; Luna, 0,32 : 25 = 0,0128 m = 1,28 cm.
3. Masa «marcada» en la Luna: 0,32 : 9,8 = 0,033 kg ≈ 33 g (el dinamómetro calibrado en la Tierra marcaría unos 33 g).
4. La balanza de platillos compara masas con pesas, que también pesan seis veces menos en la Luna: marcaría 200 g. El dinamómetro mide el peso (fuerza); la balanza, la masa.

⚠ Errores frecuentes

- Decir que si un cuerpo no se mueve no actúa ninguna fuerza sobre él.
- Confundir masa y peso: expresar el peso en kg o la masa en N.
- No pasar los gramos a kilogramos o los centímetros a metros antes de calcular F o k.
- Dibujar flechas sin escala, sin sentido o con distinto tamaño para fuerzas iguales.
- Unir los puntos de la gráfica con segmentos en vez de trazar la recta, o leer la regla sin esperar a que el muelle se pare.
- Aplicar la proporcionalidad más allá del límite elástico.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- El resultado numérico se valora junto con el planteamiento (datos, fórmula, conversiones), la unidad y la comprobación del orden de magnitud.
- En la práctica se valora que la masa del objeto problema se prediga antes de pesarla y que la conclusión se apoye en los datos, aunque la diferencia sea grande.
- Seguridad: gafas, 250 g máximo, base blanda y descarga lenta. Si el muelle no recupera su longitud, retirarlo; es el criterio que no admite excepciones.
- Datos ilustrativos (F7, F8 y muelle de juguete de la ficha 7): verificar que el alumnado no los confunda con sus propias medidas.

10

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Cuando la materia se transforma

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo distinguimos un cambio físico de una reacción química y qué evidencias lo apoyan?

CURSO 2.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE6	PRODUCTO FINAL Dossier de cambios físicos y químicos	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 2.1, 2.3, 3.1, 3.3, 6.1

Contexto, reto y producto

En la cocina del comedor escolar se prepara una merienda para la jornada de puertas abiertas: se derrite chocolate, se hierve agua para una infusión, se tuesta pan, se hornea un bizcocho con levadura química y se cuaja leche para hacer requesón. La cocinera comenta que «cocinar es pura química», y en el grupo de 2.º se arma el debate: Alba dice que derretir chocolate es un cambio químico «porque cambia»; Bruno, que la tostada quemada «solo ha cambiado de color»; Carla, que las burbujas del agua hirviendo prueban que hay una reacción; y Elena ha leído en un anuncio que una pastilla «detox» «transforma las toxinas en energía positiva». Cada uno suena convencido, pero nadie ha comprobado nada.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de laboratorio de cocina**. Aprende a distinguir un **cambio físico** (la sustancia sigue siendo la misma) de una **reacción química** (aparecen sustancias nuevas), a reconocer las **evidencias** de reacción y sus trampas, a explicar ambos cambios con el **modelo de partículas** (los átomos se reorganizan, no desaparecen) y a comprobar con la balanza la **conservación de la masa**. Con cuatro pruebas de microescala (hielo, azúcar en agua, bicarbonato con vinagre y leche con vinagre), seguras y con material de cocina, el equipo recoge datos y los reúne en un **dossier de cambios físicos y químicos**, que también conecta la química con la sociedad y con quienes la hicieron avanzar.

Reto

Clasificar cambios cotidianos como físicos o químicos con evidencias, comprobar con una balanza que la masa se conserva en cuatro pruebas de microescala y explicarlo con el modelo de partículas en un dossier de cambios físicos y químicos.

Producto final

Dossier de cambios físicos y químicos.

Vinculación curricular

COMPETENCIAS ESPECÍFICAS MOVILIZADAS

CE1

Comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos del entorno con leyes y teorías, y resolver problemas para mejorar la realidad cercana.

CE2 Formular preguntas e hipótesis y comprobarlas mediante la experimentación, la indagación y la búsqueda de evidencias.

CE3

Manejar con soltura las normas de la física y la química: lenguaje IUPAC, lenguaje matemático, unidades, seguridad en el laboratorio y datos en distintos formatos.

CE6 Valorar la ciencia como construcción colectiva, en continuo cambio, en interacción con la sociedad.

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

1.1 Identificar, comprender y explicar los fenómenos fisicoquímicos cotidianos más relevantes a partir de los principios, teorías y leyes científicas adecuadas, expresándolos, de manera argumentada, utilizando diversidad de soportes y medios de comunicación.

2.1 Emplear las metodologías propias de la ciencia en la identificación y descripción de fenómenos a partir de cuestiones a las que se pueda dar respuesta a través de la indagación, la deducción, el trabajo experimental y el razonamiento lógico-matemático, diferenciándolas de aquellas pseudocientíficas que no admiten comprobación experimental.

2.3 Aplicar las leyes y teorías científicas conocidas al formular cuestiones e hipótesis, siendo coherente con el conocimiento científico existente y diseñando los procedimientos experimentales o deductivos necesarios para resolverlas o comprobarlas.

3.1 Emplear datos en diferentes formatos para interpretar y comunicar información relativa a un proceso fisicoquímico concreto, relacionando entre sí lo que cada uno de ellos contiene, y extrayendo en cada caso lo más relevante para la resolución de un problema.

3.3 Poner en práctica las normas de uso de los espacios específicos de la ciencia, como el laboratorio de física y química, asegurando la salud propia y colectiva, la conservación sostenible del medio ambiente y el cuidado de las instalaciones.

6.1 Reconocer y valorar, a través del análisis histórico de los avances científicos logrados por hombres y mujeres de ciencia, que la ciencia es un proceso en permanente construcción y que existen repercusiones mutuas de la ciencia actual con la tecnología, la sociedad y el medio ambiente.

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

Código	Saber básico
E1	Los sistemas materiales: análisis de los diferentes tipos de cambios que experimentan, relacionando las causas que los producen con las consecuencias que tienen.

Código	Saber básico
E2	Interpretación macroscópica y microscópica de las reacciones químicas: explicación de las relaciones de la química con el medio ambiente, la tecnología y la sociedad.
E3	Ley de conservación de la masa y de la ley de las proporciones definidas: aplicación de estas leyes como evidencias experimentales que permiten validar el modelo atómico-molecular de la materia.
A1	Metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.
A2	Trabajo experimental y proyectos de investigación: estrategias en la resolución de problemas y en el desarrollo de investigaciones mediante la indagación, la deducción, la búsqueda de evidencias y el razonamiento lógico-matemático, haciendo inferencias válidas de las observaciones y obteniendo conclusiones.
A4	Normas de uso de cada espacio, asegurando y protegiendo así la salud propia y comunitaria, la seguridad en las redes y el respeto hacia el medio ambiente.

Concreción didáctica en esta situación

- Cambios físicos (estado, disolución, forma) y cambios químicos; la causa del cambio (calor, mezcla, aire) y sus consecuencias.
- Evidencias de reacción (burbujas, cambio de color, sólido nuevo, temperatura, olor) y su ambigüedad; criterio decisivo: sustancias nuevas.
- Modelo de partículas: en un cambio físico las moléculas no cambian; en una reacción los átomos se reagrupan en moléculas nuevas.
- Conservación de la masa (Lavoisier) en sistemas abierto y cerrado; ley de las proporciones definidas con ejemplos sencillos (agua, dióxido de carbono).
- Química y sociedad: cocina, combustibles, fertilizantes y reciclaje; aportaciones de Lavoisier, Marie-Anne Paulze, los hermanos Elhuyar, Proust y Dalton.

Objetivos didácticos

- ✓ Clasificar cambios de la vida cotidiana en físicos o químicos, justificándolos con la aparición o no de sustancias nuevas.
- ✓ Reconocer las evidencias de una reacción química (gas, color, sólido nuevo, temperatura) y explicar por qué una sola no basta.
- ✓ Explicar un cambio físico y una reacción química con el modelo de partículas, contando los átomos antes y después.
- ✓ Medir masas antes y después, calcular la diferencia e interpretarla con la conservación de la masa y la ley de las proporciones definidas.
- ✓ Distinguir una afirmación comprobable de una pseudocientífica y relacionar la química con la tecnología, la sociedad y su historia.

Metodología

Indagación
Predicción, contraste y conclusión.

Modelización
Conectar observaciones con modelos, leyes y representaciones.

Resolución de problemas
Planteamiento, unidades, cálculo, comprobación e interpretación.

Trabajo experimental
Variables, datos, seguridad y residuos.

Cooperación
Roles rotatorios y responsabilidad compartida.

Secuencia de sesiones y actividades

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

1

SESIÓN 1

Lanzamiento del debate de la cocina, diagnóstico y primera clasificación predicha de seis cambios

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico y tabla de predicciones justificadas. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Cambios físicos y químicos, evidencias de reacción y modelo de partículas; ciencia frente a pseudociencia

Evidencia: Ficha 2: clasificación de los cambios de F2 con evidencias y análisis del modelo de F3.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Conservación de la masa y proporciones definidas con problemas; diseño de la prueba abierto-cerrado

Evidencia: Ficha 3: problemas de masas y proporciones y tabla de diseño de la prueba. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica de microescala: hielo, azúcar, bicarbonato con vinagre y leche con vinagre

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad, masas antes y después y temperatura. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: diferencias de masa, comparación con la predicción máxima, gráfica de temperatura y clasificación final

Evidencia: Ficha 5: tabla de diferencias, porcentaje de CO_2 recogido y clasificación con evidencias.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del dossier de cambios físicos y químicos y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada del dossier con dos propuestas de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del dossier y evidencia individual con la pastilla efervescente y la combustión del gas

Evidencia: Dossier (Anexo 4) y Ficha 7: clasificación, masa perdida, modelo de partículas y relación con la sociedad.

Ficha: Anexo 3 · ficha 7

Evaluación

Se combinan diagnóstico, observación, fichas/cuaderno, producto final, evidencia individual y autoevaluación. El resultado numérico se valora junto con el planteamiento, la unidad, la comprobación y la interpretación.

Criterios, evidencias e instrumentos

Criterio	Evidencia principal	Instrumento
1.1	Explicación de por qué derretir chocolate o hervir agua son cambios físicos y tostar pan o cuajar leche son reacciones químicas, con evidencias y con el modelo de partículas (F2, F3 y F4).	Fichas 1, 2 y 7 / rúbrica
2.1	Distinción entre las afirmaciones comprobables del debate de la cocina y la afirmación pseudocientífica de la pastilla «detox», con la prueba que permitiría comprobar cada una.	Fichas 2 y 3 / lista de cotejo
2.3	Formulación de una hipótesis sobre la masa en el vaso abierto y en el vaso con tapa a partir de la conservación de la masa, diseño de la prueba justa y contraste con la predicción máxima de CO_2.	Fichas 3, 4 y 5 y dossier (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Tabla de masas antes y después, diferencias, porcentaje de CO_2 recogido y lectura de la gráfica temperatura-tiempo de F7, relacionando los datos con la reacción.	Fichas 4, 5 y 7 / rúbrica
3.3	Uso de gafas, vasos abiertos sin globo, leche templada por el docente, no probar nada, vertido correcto de residuos y limpieza; protocolo con apartado de riesgos.	Ficha 4 y dossier / observación sistemática
6.1	Relación de la química con la sociedad y su historia: Lavoisier, Marie-Anne Paulze, los Elhuyar, Proust y Dalton, y una repercusión (combustibles, fertilizantes, reciclaje) razonada en la Ficha 7.	Fichas 6 y 7 / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Distingue cambios físicos y químicos por la aparición de sustancias nuevas, explica ambos con átomos que se reorganizan, interpreta la «pérdida» de masa en el vaso abierto y reconoce que una evidencia aislada no basta.	Clasifica y explica correctamente lo esencial, con alguna imprecisión sobre el modelo de partículas o la masa.	Clasifica por el aspecto (color, estado) o confunde disolver con reaccionar; la masa «desaparece».	Confunde cambio físico y químico o afirma que la materia se destruye.
Datos y resolución	Tabla completa con unidades, diferencias de masa bien calculadas, comparación con el máximo teórico y gráfica de temperatura leída con acierto; recuento de átomos correcto.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades o de redondeo.	Faltan diferencias, unidades o la comparación con la predicción máxima.	Datos desordenados, sin cálculos.
Investigación	Formula la hipótesis abierto-cerrado antes de medir, controla variables, explica la causa de la diferencia de masa y propone una mejora fundada.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar; conclusión coherente.	Prueba poco controlada (mezcla sin pesar antes) o conclusión que no compara con la hipótesis.	No distingue dato, hipótesis y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Usa gafas, vasos abiertos y limpieza sin recordatorios; vocabulario preciso (sustancia nueva, reactivo, producto, átomos, moléculas).	Cumple las normas con algún recordatorio; vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios frecuentes; mezcla «partícula», «átomo» y «molécula».	Incumple normas o gestiona mal los residuos.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, rota de puesto y revisa el dossier de otro equipo con propuestas concretas que luego incorpora al suyo.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.

Materiales y seguridad

Materiales y recursos

- Por equipo: 4 vasos de plástico transparente (uno de 500 mL y tres de 250 mL), 1 tapa o plato que cierre un vaso de 250 mL, cuchara, probeta de 100 mL, termómetro digital, gafas de seguridad y balanza con resolución de 0,1 g (compartida).
- Consumibles por equipo: 1 cubito de hielo, 5 g de azúcar, 4,0 g de bicarbonato de sodio alimentario, 120 g de vinagre de vino (6 %) y 50 g de leche entera templada a unos 40 °C (la calienta el docente).
- Fichas del Anexo 3 y plantilla del dossier (Anexo 4); papel absorbente y bayeta para posibles derrames.

Seguridad y residuos

Gafas de seguridad durante todas las pruebas: el vinagre salpica y es irritante para los ojos. Se trabaja en microescala, con vasos abiertos (sin globos ni recipientes cerrados con gas) y sin llama; la leche la calienta el docente a 40-45 °C como máximo. No se prueba ni se bebe nada. Al terminar, se vierte la mezcla de bicarbonato y vinagre por el desagüe con abundante agua y la cuajada va al cubo de orgánico; se limpian las superficies y no quedan residuos peligrosos.

Atención a la diversidad (DUA), refuerzo y ampliación

Representación

Esquemas, modelos, ejemplos resueltos, tablas, gráficas y glosario de símbolos/unidades.

Acción y expresión

Informe, cálculo comentado, representación, exposición o producto visual manteniendo el criterio científico.

Apoyo

Anexo 8

Tabla de clasificación con tres cambios ya resueltos, ejemplos resueltos F8, plantilla con átomos recortables para el modelo de partículas y hoja de resultados esperados; el rol de secretario o de responsable de seguridad permite participar con menos carga de cálculo.

Ampliación

Anexo 9

Anexo 9: cuánta masa se pierde al variar la cantidad de bicarbonato con 100 mL de vinagre, con gráfica y reactivo que se agota.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

La cocinera dice que «cocinar es pura química» y en la clase se arma la discusión: ¿derretir chocolate es un cambio químico? ¿La tostada quemada solo ha cambiado de color? ¿Las burbujas del agua hirviendo prueban una reacción? Y alguien asegura que una pastilla «detox» transforma toxinas en energía positiva. Seréis un equipo de laboratorio de cocina: clasificaréis cambios con evidencias, haréis cuatro pruebas seguras, pesaréis antes y después para comprobar si la masa se conserva y lo explicaréis dibujando cómo se reorganizan los átomos.

> *¿Cómo distinguimos un cambio físico de una reacción química y qué evidencias lo apoyan?*

Vuestro reto

Clasificar cambios cotidianos como físicos o químicos con evidencias, comprobar con una balanza que la masa se conserva en cuatro pruebas de microescala y explicarlo con el modelo de partículas en un dossier de cambios físicos y químicos.

Lo que vais a producir

Dossier de cambios físicos y químicos.

Seguridad. Gafas de seguridad durante todas las pruebas: el vinagre salpica y es irritante para los ojos.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el debate de la cocina, hacemos el diagnóstico y apostamos si seis cambios son físicos o químicos.
2. Clasificamos cambios con evidencias, miramos el modelo de partículas y separamos ciencia de pseudociencia.
3. Resolvemos problemas de conservación de la masa y proporciones y diseñamos la prueba abierto-cerrado.
4. Hacemos las cuatro pruebas de microescala con gafas y pesamos antes y después.
5. Calculamos diferencias, comparamos con el máximo teórico y clasificamos con evidencias.
6. Escribimos el dossier de cambios físicos y químicos y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el dossier y analizamos individualmente la pastilla efervescente y la combustión del gas.

Al terminar seré capaz de...

- Clasificar cambios de la vida cotidiana en físicos o químicos, justificándolos con la aparición o no de sustancias nuevas.
- Reconocer las evidencias de una reacción química (gas, color, sólido nuevo, temperatura) y explicar por qué una sola no basta.
- Explicar un cambio físico y una reacción química con el modelo de partículas, contando los átomos antes y después.
- Medir masas antes y después, calcular la diferencia e interpretarla con la conservación de la masa y la ley de las proporciones definidas.
- Distinguir una afirmación comprobable de una pseudocientífica y relacionar la química con la tecnología, la sociedad y su historia.

¿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 de fuentes y materiales base

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

Todo lo necesario para distinguir cambios físicos y químicos: el debate de la cocina, una tabla de cambios cotidianos, un esquema de partículas, las evidencias de reacción, el protocolo de microescala, datos de un equipo de prueba con su gráfica, ejemplos resueltos, una cronología y un glosario.

F1 La cocina del comedor: ¿cocinar es química?

ESTUDIO DE CASO

Para la jornada de puertas abiertas, la cocinera del instituto prepara una merienda. Mientras trabaja, el grupo de 2.º discute lo que ve:

- **Alba:** «Derretir chocolate es un cambio químico, porque cambia.»
- **Bruno:** «La tostada quemada solo ha cambiado de color; sigue siendo pan.»
- **Carla:** «El agua hirviendo hace burbujas, así que hay una reacción química.»
- **Dani:** «Cuando se cuaja la leche con vinagre salen grumos blancos: eso es una sustancia nueva.»
- **Elena:** «En un anuncio dicen que una pastilla *detox* transforma las toxinas en energía positiva.»

Algunas de estas frases se pueden **comprobar** con pruebas y balanza; otras se apoyan en palabras que suenan a ciencia pero no se pueden medir.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula; el anuncio «detox» es inventado y no corresponde a ningún producto real.

Con F1, ¿qué frases se pueden comprobar con un experimento? ¿Cuál no, y por qué?

F2 Cambios de la vida cotidiana: ¿físicos o químicos?

DATOS

Cambio	Qué se observa
Derretir mantequilla en un cazo templado	Pasa de sólida a líquida; al enfriarse vuelve a ser mantequilla.
Hervir agua	Se forman burbujas de vapor y el agua desaparece poco a poco del cazo.
Tostar pan hasta quemarlo	Cambia a marrón y luego negro, huele a quemado y no vuelve a ser pan.
Manzana cortada al aire	La superficie se oscurece en pocos minutos.
Romper un folio en trozos	Cambia el tamaño y la forma; el papel es el mismo.
Disolver azúcar en el café	El azúcar se ve cada vez menos; el café sabe dulce.
Hornear un bizcocho con levadura química	La masa se hincha, se dora y huele distinto.
Verja de hierro a la intemperie	Aparece un polvo marrón rojizo, quebradizo, que no es hierro brillante.
Arder el gas de la cocina	Llama azul, calor y desaparece el gas; en el vidrio aparece vapor de agua.
Congelar zumo en el congelador	El líquido se vuelve sólido; al sacarlo se derrite.
Cuajar leche con vinagre	Aparecen grumos blancos y un líquido amarillento; no vuelve a ser leche.
Tender ropa mojada al sol	La ropa se seca; el agua pasa al aire.

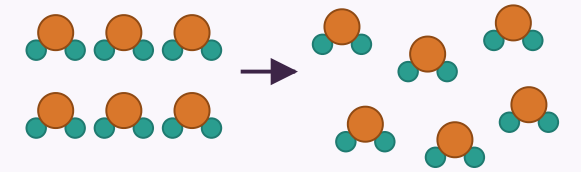
Fuente: Elaboración propia. Las observaciones son habituales en la cocina y el hogar.

Antes de clasificar, piensa: ¿en cuáles de estos cambios crees que aparecen sustancias nuevas?

F3 Modelo de partículas: cambio físico y cambio químico

ESQUEMA

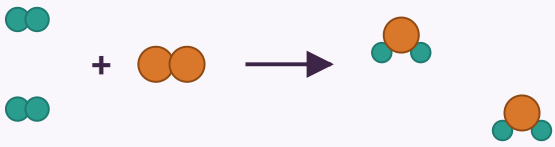
Cambio físico: el hielo se funde



hielo (sólido, ordenadas) — agua (líquido, desordenadas)

Siguen siendo moléculas de H_2O: solo cambia su ordenación.

Cambio químico: $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$



reactivos — producto

Se rompen unos enlaces y se forman otros: aparece una sustancia nueva (agua).

Antes: 4 átomos de H y 2 átomos de O. **Después:** 4 átomos de H y 2 átomos de O.
Los átomos se reorganizan, no desaparecen ni aparecen: por eso la masa total se conserva.

oxígeno (O) · hidrógeno (H)

Fuente: Esquema de elaboración propia. Las moléculas se dibujan como esferas (modelo de bolas); no están a escala.

En el cambio químico, ¿cuántas moléculas hay antes y cuántas después? ¿Y cuántos átomos de cada elemento?

F4 Evidencias de reacción química y sus trampas

DATOS

Evidencia	Ejemplo de reacción	Trampa: también ocurre en un cambio físico
Burbujas o desprendimiento de gas	Bicarbonato con vinagre	El agua al hervir forma burbujas de vapor de agua.
Cambio de color	Manzana cortada; tostada quemada	Un colorante que se disuelve tiñe el agua sin reaccionar.
Aparece un sólido nuevo (precipitado, grumos)	Leche con vinagre	El agua líquida se convierte en hielo al enfriarla.
Cambio de temperatura, luz o calor	Arde el gas de la cocina; bicarbonato con vinagre enfría	Al disolver azúcar o sal también cambia un poco la temperatura.
Olor nuevo	Tostada quemada	Un perfume que se evapora huele, pero no ha reaccionado.

Una evidencia **por sí sola no demuestra** una reacción química. La prueba decisiva es que **aparecen sustancias nuevas**, con propiedades distintas de las iniciales, y que el cambio suele ser difícil de revertir. En un cambio físico (cambio de estado, disolución, rotura) la sustancia sigue siendo la misma.

Fuente: Elaboración propia.

Carla dijo que las burbujas del agua hirviendo prueban una reacción. Con esta tabla, ¿qué le responderías?

F5 Protocolo de microescala: cuatro cambios, cuatro pesadas

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 4 vasos de plástico transparente (1 de 500 mL y 3 de 250 mL); 1 tapa o plato para cerrar un vaso de 250 mL; cuchara; probeta de 100 mL; termómetro digital; balanza de 0,1 g compartida; 1 cubito de hielo; 5 g de azúcar; 4,0 g de bicarbonato de sodio alimentario; 120 g de vinagre de vino de 6 %; 50 g de leche entera templada a unos 40 °C (la calienta el docente); gafas de seguridad; papel absorbente.

Equipo de protección y riesgos: gafas de seguridad durante toda la práctica. Riesgos: salpicaduras de vinagre en los ojos, derrames y suelos resbaladizos, espuma desbordada y leche templada. Precauciones: vasos siempre **abiertos** (sin globos ni botellas cerradas), sin llama, leche a 45 °C como máximo, no probar ni beber nada, limpiar al instante cualquier derrame.

Variables: se compara la masa total antes y después de cada cambio; se mantienen iguales la balanza, el vaso y el tiempo de espera. En la prueba C se deja el vaso abierto y en la D, cerrado, para ver si importa que escapen gases.

Roles (rotan): responsable de la balanza, responsable de mezclas, secretario y responsable de seguridad.

Procedimiento (anotad cada masa en la Ficha 4):

A. Hielo. Poned un cubito de hielo en un vaso de 250 mL y medid la masa del conjunto. Dejadlo fundir 10 minutos y medid de nuevo.
B. Azúcar en agua. Echad 50 g de agua y 5 g de azúcar en un vaso sin mezclar y medid la masa. Remover hasta que no se vea azúcar y medid de nuevo.
C. Bicarbonato con vinagre (vaso abierto). En el vaso de 500 mL poned 100 g de vinagre y medid la temperatura inicial. Colocad sobre la balanza el vaso con el vinagre, junto a un papel con 4,0 g de bicarbonato, y anotad la masa total antes. Verted el bicarbonato **despacio** al vinagre, observad y anotad la temperatura más baja. Esperad 2 minutos a que cesen las burbujas, devolved el papel vacío a la balanza y anotad la masa total después.
D. Leche con vinagre (vaso cerrado). En un vaso de 250 mL poned 50 g de leche templada y 20 g de vinagre en la cuchara o un vasito. Cerrad con la tapa o el plato, medid la masa total (vaso, tapa y contenido). Mezclad con suavidad, esperad 5 minutos con la tapa puesta y medid de nuevo antes de abrir.

Limpieza y residuos: la mezcla de bicarbonato y vinagre se vierte por el desagüe con agua abundante; la cuajada de leche, al cubo de orgánico; limpiad la mesa y guardad los vasos. No quedan residuos peligrosos.

Resultado esperable: A y B, diferencia de masa de 0,0 ± 0,2 g. C, el vaso **pierde** entre 1,6 y 2,1 g (el CO_2 que escapa) y la temperatura baja entre 1 y 4 °C. D, diferencia de 0,0 ± 0,1 g y aparecen grumos blancos (cuajada).

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material de cocina y de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento. Cantidades pensadas para una balanza de 0,1 g.

¿Por qué en la prueba C hay que pesar el papel vacío después de verter el bicarbonato?

F6 Datos de un equipo de prueba

DATOS

Prueba	Qué se mezcla	Masa antes (g)	Masa después (g)	Diferencia (g)	Observaciones
A	Hielo (vaso abierto)	118,4	118,5	+0,1	El hielo pasa a agua líquida. Gotas de condensación en el vaso.
B	Azúcar y agua (vaso abierto)	143,2	143,2	0,0	El azúcar deja de verse; el agua sigue incolora.
C	Bicarbonato y vinagre (vaso abierto)	212,6	210,7	−1,9	Burbujas y espuma; la temperatura baja de 21,0 °C a 18,4 °C.
D	Leche y vinagre (vaso cerrado)	96,8	96,8	0,0	Grumos blancos y líquido amarillento.

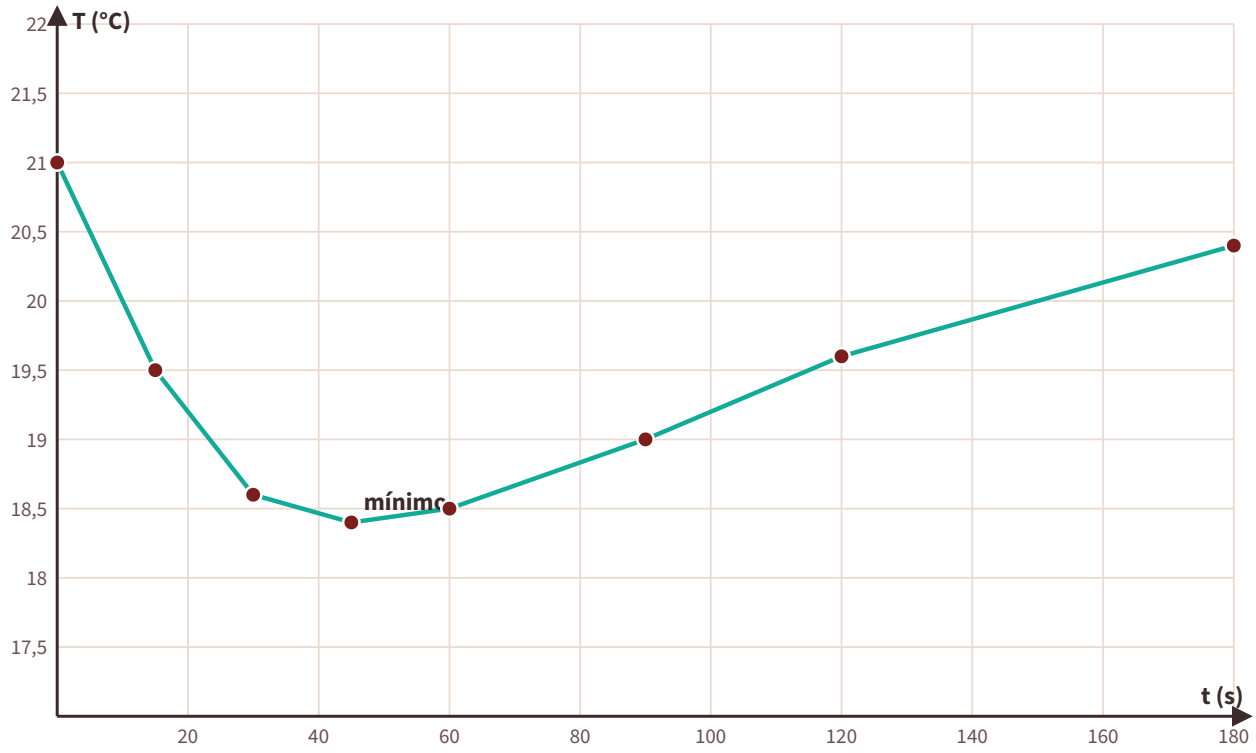
La diferencia se calcula como **masa después − masa antes**. Cada medida tiene una incertidumbre de unos 0,1 g. **Dato para el cálculo:** por cada 84 g de bicarbonato de sodio se pueden liberar como máximo 44 g de dióxido de carbono (CO_2).

Fuente: Datos ilustrativos, inventados a partir de resultados reales con material de cocina y redondeados a décimas de gramo y de grado.

En la prueba C el vaso pesa menos después. ¿Ha desaparecido materia? ¿Por qué en la D no cambia la masa?

F7 Temperatura de la mezcla de la prueba C (datos de F6)

GRÁFICO



La mezcla de bicarbonato y vinagre **absorbe energía** del entorno y la temperatura baja unos 2,6 °C en los primeros 45 s; después vuelve poco a poco a la temperatura del aula. Es otra evidencia de reacción, pero (como en F4) no es la prueba definitiva.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con datos ilustrativos de un equipo de prueba, medidos con termómetro digital de 0,1 °C.

¿Cuántos grados baja la temperatura y en qué instante se alcanza el mínimo? ¿Qué ocurre después?

F8 Ejemplos resueltos paso a paso

ESTUDIO DE CASO

Ejemplo 1. Clasificar un cambio (tostada quemada, F2).

1. ¿Se ven sustancias nuevas? Sí: aparece un sólido negro con olor a quemado.
2. ¿Puede volver al pan original? No.
3. Conclusión: **cambio químico** (reacción), porque se forman sustancias nuevas.

Ejemplo 2. Qué ha pasado con la masa en la prueba C (F6).

1. Masa antes: 212,6 g. Masa después: 210,7 g.
2. Diferencia: $210{,}7 - 212{,}6 = -1{,}9$ g.
3. Interpretación: los 1,9 g no han desaparecido: son el CO_2 que ha escapado al aire por estar el vaso abierto. En el vaso cerrado (D) no escapa nada y la masa no cambia.

Ejemplo 3. Comparación con el máximo teórico. Con 4,0 g de bicarbonato se pueden liberar como máximo $4{,}0 \cdot \frac{44}{84} = 2{,}1$ g de CO_2. El equipo recogió $\frac{1{,}9}{2{,}1} \cdot 100 = 90\ \%$ (algo de gas queda disuelto o sale como espuma).

Ejemplo 4. Conservación de la masa. Se queman 12 g de carbono con 32 g de oxígeno y solo se forma dióxido de carbono. Masa del producto: $12 + 32 = 44$ g. Si se forman 44 g de CO_2 a partir de 12 g de carbono, el oxígeno que ha reaccionado es $44 - 12 = 32$ g.

Ejemplo 5. Proporciones definidas en el agua. 9 g de agua contienen siempre 1 g de hidrógeno y 8 g de oxígeno (relación 1 : 8). Entonces 36 g de agua contienen $36 : 9 = 4$ veces más: 4 g de hidrógeno y 32 g de oxígeno. Si la relación no fuera 1 : 8, no sería agua.

Comprobación: la masa total de los reactivos debe coincidir con la de los productos (incluidos los gases) y las proporciones deben ser las mismas siempre.

Fuente: Ejemplos de elaboración propia con los datos de F2, F5 y F6.

En el ejemplo 5, ¿cuántos gramos de hidrógeno y de oxígeno hay en 27 g de agua?

F9 Química y personas: de Lavoisier a los fertilizantes

CRONOLOGÍA

1774	Antoine Lavoisier calienta metales en recipientes cerrados y comprueba que la masa total no cambia: base de la conservación de la masa.
1783	Los hermanos Juan José y Fausto Elhuyar aíslan el wolframio en el Real Seminario de Bergara (Gipuzkoa).
1789	Lavoisier publica el *Tratado elemental de química*. Las láminas de los aparatos fueron dibujadas y grabadas por su esposa y colaboradora, Marie-Anne Paulze.
Hacia 1800	Joseph Proust defiende que un compuesto tiene siempre la misma proporción de masas de sus elementos (ley de las proporciones definidas).
1808	John Dalton propone su teoría atómica: en las reacciones los átomos se reagrupan, no se destruyen.
1913	Se inicia la producción industrial de amoníaco por el proceso Haber-Bosch: fertilizantes que aumentan las cosechas, con un alto consumo de energía.

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes históricas de uso común (manuales de historia de la química). Fechas redondeadas cuando se indica.

¿Qué relación hay entre la ley de Lavoisier y el modelo de Dalton? ¿Qué ventajas y qué problemas trae la fabricación de fertilizantes?

F10 Vocabulario de los cambios de la materia

GLOSARIO

Cambio físico	Cambio en el que la sustancia sigue siendo la misma (estado, forma, disolución).
Reacción química	Cambio en el que unas sustancias (reactivos) se transforman en otras (productos).
Reactivo	Sustancia que se transforma en una reacción.
Producto	Sustancia nueva que se forma en una reacción.
Evidencia	Observación que sugiere que ha ocurrido una reacción (gas, color, sólido, temperatura).
Átomo	Partícula básica de un elemento; en las reacciones se reorganizan.
Molécula	Grupo de átomos unidos; un cambio químico cambia las moléculas.
Conservación de la masa	En una reacción, la masa total de los reactivos es igual a la de los productos.
Proporciones definidas	Un compuesto siempre contiene los mismos elementos en la misma proporción de masas.
Sistema abierto / cerrado	Abierto: puede escapar materia (gases). Cerrado: no entra ni sale materia.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 2.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

FICHA 1 La cocina del comedor: ¿cocinar es química?

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee el caso F1. Responde primero al diagnóstico de forma individual.

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

Cuando el hielo se funde…

☐ se forma una sustancia nueva ☐ sigue siendo agua ☐ desaparece la materia

Un cambio químico es aquel en que…

☐ solo cambia el estado ☐ aparecen sustancias nuevas ☐ solo cambia el tamaño

Al quemar un papel, la ceniza pesa menos que el papel. ¿Qué ocurre?

☐ La materia desaparece ☐ Parte de la materia pasa al aire en forma de gases ☐ El papel se convierte en energía

Una evidencia segura de que hay una sustancia nueva es…

☐ que hay burbujas ☐ que ha cambiado de tamaño ☐ que tiene propiedades distintas de las iniciales

2 **Antes de experimentar, apuesta si cada cambio es físico (F) o químico (Q) y explica por qué.**

Cambio	Mi predicción (F o Q)	Por qué lo creo
Hielo que se derrite		
Azúcar disuelta en agua		
Bicarbonato con vinagre		
Leche con vinagre		
Manzana cortada que se oscurece		
Papel que arde		

3 **Según F1, ¿qué frases del debate se pueden comprobar con un experimento? ¿Cuál no se puede comprobar tal y como está escrita? Explica por qué.**

FICHA 2 Cambios, evidencias y modelo de partículas

Sesión 2

Usa la tabla F2, el modelo F3 y las evidencias F4. Recuerda que una evidencia sola no demuestra una reacción.

1 **Clasifica los cambios de F2 como físicos (F) o químicos (Q) y escribe la razón (¿aparece una sustancia nueva?).**

Cambio de F2	F o Q	Razón o evidencia
Derretir mantequilla		
Hervir agua		
Tostar pan hasta quemarlo		
Manzana cortada al aire		
Disolver azúcar en el café		
Verja de hierro a la intemperie		
Arder el gas de la cocina		
Cuajar leche con vinagre		

2 **Con el modelo de F3, responde.**

Al fundirse el hielo, las moléculas de agua…

☐ se transforman en otras sustancias ☐ siguen siendo moléculas de H_2O ☐ desaparecen

En $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$, el número de átomos de H antes y después es…

☐ 4 antes y 2 después ☐ 2 antes y 4 después ☐ 4 antes y 4 después

En una reacción química, los átomos…

☐ se reorganizan ☐ se destruyen ☐ se crean nuevos

3 **Marca verdadero (V) o falso (F) y corrige las falsas.**

	V	F
Si aparecen burbujas, siempre hay una reacción química.	☐	☐
Disolver azúcar en agua es un cambio físico.	☐	☐
La pastilla «detox» de F1 se puede comprobar midiendo qué toxinas desaparecen y qué «energía positiva» aparece.	☐	☐
Una reacción química suele ser difícil de revertir.	☐	☐

FICHA 3 Conservación de la masa y proporciones

Sesión 3

Consulta los ejemplos resueltos F8 y el dato de F6. Escribe siempre datos, operación y unidad.

1 **En un vaso abierto la masa total antes de una reacción es 150,0 g y después, 148,4 g. Calcula la diferencia y explica a dónde ha ido esa masa. Si se hubiera cerrado el vaso, ¿qué masa habría marcado la balanza después?**

2 **Calcula con proporciones. a) Se queman 12 g de carbono con 32 g de oxígeno: ¿cuántos gramos de CO_2 se forman? b) Con 4,0 g de bicarbonato se liberan como máximo ___ g de CO_2 (por cada 84 g, 44 g). c) 27 g de agua: ¿cuántos gramos de H y de O (relación 1 : 8 en masa)?**

3 **Formula una hipótesis para la prueba C y la D («si…, entonces…») sobre la masa antes y después, y diseña la comprobación.**

Hipótesis sobre la masa (si…, entonces…)	Qué cambio y qué mido	Variables controladas	Una norma de seguridad

FICHA 4 En el laboratorio: cuatro cambios, cuatro pesadas

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Seguid el protocolo F5. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 Lista de seguridad (marcad antes de la primera mezcla).

- [ ] Todo el equipo lleva gafas de seguridad
- [ ] No hay llama ni globos ni recipientes cerrados con gas
- [ ] La leche la ha calentado el docente y no supera 45 °C
- [ ] Sabemos que no se prueba ni se bebe nada
- [ ] Hay papel absorbente para los derrames
- [ ] Cada persona conoce su rol y sabemos dónde tirar cada residuo

2 Anota las masas (en g) y las observaciones.

Prueba	Masa antes (g)	Masa después (g)	Diferencia (g)	Observaciones
A. Hielo (abierto)				
B. Azúcar y agua (abierto)				
C. Bicarbonato y vinagre (abierto)				
D. Leche y vinagre (cerrado)				

3 Temperatura de la prueba C.

Medida	Valor
Temperatura inicial del vinagre (°C)	
Temperatura más baja de la mezcla (°C)	
Variación de temperatura (°C)	

FICHA 5 Resultados: ¿se conserva la masa?

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F6 y F7).

1 **Calcula la diferencia de masa de las pruebas del equipo de prueba (F6) y de las tuyas (ficha 4). ¿En cuál varía la masa de forma apreciable y por qué?**

Prueba	Diferencia F6 (g)	Mi diferencia (g)
A		
B		
C		
D		

2 **Compara con el máximo teórico en la prueba C: con 4,0 g de bicarbonato, ¿cuántos g de CO_2 se pueden liberar? ¿Qué porcentaje has recogido tú (masa perdida : máximo · 100)?**

3 **Con la gráfica de F7: ¿cuántos grados baja la temperatura y en qué instante se alcanza el mínimo? ¿Qué te dice sobre la energía de la reacción?**

4 **Clasifica cada prueba como cambio físico o reacción química y justifica con una evidencia y con el modelo de partículas.**

Prueba	Físico o químico	Evidencia	Qué pasa con las partículas
A. Hielo			
B. Azúcar y agua			
C. Bicarbonato y vinagre			
D. Leche y vinagre			

FICHA 6 Escribimos y revisamos el dossier

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Revisión cruzada. Comprobad el dossier del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- [ ] Explica con sus palabras la diferencia entre cambio físico y reacción química
- [ ] Clasifica las cuatro pruebas con una evidencia cada una
- [ ] La tabla de masas tiene unidades y diferencias bien calculadas
- [ ] Explica a dónde va la masa «perdida» en el vaso abierto
- [ ] Incluye un modelo de partículas con átomos contados antes y después
- [ ] Menciona una repercusión de la química en la sociedad o una persona de su historia
- [ ] Recoge las normas de seguridad y la gestión de residuos

2 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el dossier del otro equipo.**

3 **¿Qué cambiaríais en vuestro dossier tras leer el del otro equipo?**

FICHA 7 Evidencia individual: pastilla efervescente y gas de cocina

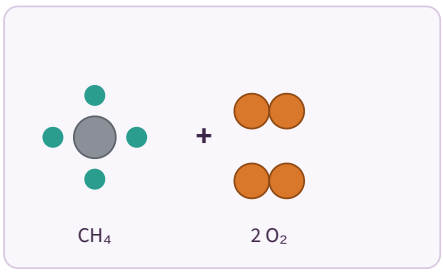
Sesión 7

Trabajo individual. Se aplica lo aprendido a dos casos nuevos. Medidas ilustrativas.

1 **Una pastilla efervescente se echa en un vaso abierto con agua. Antes: 205,3 g (vaso, agua y pastilla). Después de que cese el burbujeo: 204,1 g. Clasifica el cambio con dos evidencias y calcula la masa perdida. Explica por qué la balanza marca menos y cuánto marcaría con el vaso cerrado.**

2 **En la cocina arde el metano del gas natural: $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$. Dibuja las moléculas de los productos con el mismo modelo de bolas y cuenta los átomos antes y después.**

Reactivos



Productos (dibújalos)

gris = carbono (C) · naranja = oxígeno (O) · verde = hidrógeno (H)

	C	H	O
Átomos antes			
Átomos después			

3 **En tres líneas, explica una repercusión de las reacciones químicas en la sociedad o el medio ambiente (por ejemplo, la combustión del gas o los fertilizantes de F9) y qué persona o descubrimiento de F9 ayuda a entenderla.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Dossier del equipo. Masas con su unidad; modelos de partículas con átomos contados.

Pregunta y predicción

¿Se conserva la masa? ¿Qué cambios son químicos?

Mi criterio

Cómo distingo un cambio físico de una reacción.

Material, roles y seguridad

Gafas, vasos abiertos, sin llama y residuos.

Montaje (esquema)

Dibuja las pruebas C y D.

Tabla de masas y observaciones

Pruebas A-D: masa antes, después, diferencia y observaciones.

Clasificación con evidencias

Físico o químico, una evidencia y qué pasa con las partículas.

Modelo de partículas

Antes y después de un cambio físico y de una reacción, con átomos contados.

Conservación de la masa

Diferencia, CO_2 máximo (4,0 g → 2,1 g) y porcentaje recogido.

Química y sociedad

Una repercusión y una persona de la historia.

Límites y mejoras

Errores posibles y mejoras.

Conclusión

¿Qué cambios fueron químicos? ¿Se conservó la masa?

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Dossier de cambios físicos y químicos**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Se explica con palabras propias la diferencia entre cambio físico y reacción química (sustancias nuevas).
- [ ] Las cuatro pruebas están clasificadas con al menos una evidencia y se indica que una evidencia sola no basta.
- [ ] La tabla recoge masa antes, masa después y diferencia de cada prueba, con unidades (g).
- [ ] Se explica a dónde va la masa «perdida» en el vaso abierto y por qué no cambia en el cerrado.
- [ ] Se compara la masa perdida con el máximo de CO_2 (4,0 g → 2,1 g) y se da el porcentaje.
- [ ] El modelo de partículas muestra átomos antes y después y se indica que el número de átomos de cada elemento no cambia.
- [ ] Se distingue una afirmación comprobable de una pseudocientífica con un ejemplo.
- [ ] Se relaciona la química con la sociedad o con una persona de su historia (Lavoisier, Paulze, Elhuyar, Proust, Dalton).
- [ ] Se anotan las normas de seguridad (gafas, vasos abiertos, sin llama) y la gestión de residuos.
- [ ] La conclusión se apoya en los datos y reconoce los límites (gas disuelto, humedad, incertidumbre de 0,1 g).

Calidad y rigor

- [ ] He usado el vocabulario científico y los símbolos correctos (magnitudes, unidades del SI, fórmulas).
- [ ] He apoyado mis conclusiones con datos, medidas, cálculos o modelos, y he indicado sus límites.
- [ ] He escrito cada resultado con su unidad y he comprobado si su orden de magnitud es razonable.
- [ ] He citado o identificado todas las fuentes de datos utilizadas.
- [ ] He revisado la ortografía, la presentación y el orden del producto, e incorporado las mejoras de la coevaluación.

Lo que más me ha costado

Firma del equipo / fecha de entrega

ANEXO 6

Rúbrica imprimible

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Dossier de cambios físicos y químicos**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Distingue cambios físicos y químicos por la aparición de sustancias nuevas, explica ambos con átomos que se reorganizan, interpreta la «pérdida» de masa en el vaso abierto y reconoce que una evidencia aislada no basta.	Clasifica y explica correctamente lo esencial, con alguna imprecisión sobre el modelo de partículas o la masa.	Clasifica por el aspecto (color, estado) o confunde disolver con reaccionar; la masa «desaparece».	Confunde cambio físico y químico o afirma que la materia se destruye.	
Datos y resolución	Tabla completa con unidades, diferencias de masa bien calculadas, comparación con el máximo teórico y gráfica de temperatura leída con acierto; recuento de átomos correcto.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades o de redondeo.	Faltan diferencias, unidades o la comparación con la predicción máxima.	Datos desordenados, sin cálculos.	
Investigación	Formula la hipótesis abierto-cerrado antes de medir, controla variables, explica la causa de la diferencia de masa y propone una mejora fundada.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar; conclusión coherente.	Prueba poco controlada (mezcla sin pesar antes) o conclusión que no compara con la hipótesis.	No distingue dato, hipótesis y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Usa gafas, vasos abiertos y limpieza sin recordatorios; vocabulario preciso (sustancia nueva, reactivo, producto, átomos, moléculas).	Cumple las normas con algún recordatorio; vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios frecuentes; mezcla «partícula», «átomo» y «molécula».	Incumple normas o gestiona mal los residuos.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, rota de puesto y revisa el dossier de otro equipo con propuestas concretas que luego incorpora al suyo.	Cumple su rol y revisa con alguna propuesta útil.	Participa de forma irregular; revisión superficial.	No asume su rol ni revisa.	

Observaciones del docente

Valoración global

ANEXO 7

Autoevaluación y coevaluación

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé clasificar un cambio como físico o químico con una evidencia y explicarlo con átomos que se reorganizan.	◯	◯	◯	◯
Sé interpretar la diferencia de masa en un vaso abierto y en uno cerrado con la conservación de la masa.	◯	◯	◯	◯
He cumplido mi rol y mis tareas dentro del equipo.	◯	◯	◯	◯
He escuchado y tenido en cuenta las ideas de los demás.	◯	◯	◯	◯
He usado fuentes y evidencias para justificar mis ideas.	◯	◯	◯	◯
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

Material de apoyo y refuerzo

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: criterios modelados y datos ya medidos.

Cómo decidir: ¿físico o químico?

1. Pregúntate: ¿**aparecen sustancias nuevas**? (otro color distinto, un sólido nuevo, un gas distinto, olor nuevo).
2. Pregúntate: ¿puede volver fácilmente a como estaba? (el hielo sí, la tostada quemada no).
3. Si hay sustancias nuevas, es **químico**; si la sustancia es la misma, es **físico**.

Ejemplo: papel arrugado → físico (sigue siendo papel). Papel quemado → químico (aparecen ceniza y gases).

Conservación de la masa en tres pasos

1. Anota la masa antes y la masa después.
2. Calcula: diferencia = masa después − masa antes.
3. Si el vaso estaba abierto y la diferencia es negativa, esa masa ha escapado como gas. Si estaba cerrado, la diferencia es casi cero.

Ejemplo: $148{,}4 - 150{,}0 = -1{,}6$ g perdidos en forma de gas.

1 **Completa: clasifica cada cambio con F (físico) o Q (químico).**

Cambio	F o Q	Razón
Hielo que se derrite	F	La sustancia sigue siendo agua
Romper un folio		
Hierro que se oxida		
Cuajar leche con vinagre		

2 **Una prueba de masas da: antes 120,0 g y después 119,0 g con el vaso abierto. Calcula la diferencia y di a dónde ha ido esa masa.**

3 **Completa los átomos: en $2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$ hay ___ átomos de H y ___ átomos de O antes, y ___ de H y ___ de O después.**

Antes: _____ átomos de H y _____ átomos de O

Después: _____ átomos de H y _____ átomos de O

4 **En 9 g de agua hay 1 g de hidrógeno y 8 g de oxígeno. ¿Cuántos gramos de hidrógeno hay en 18 g de agua? ¿Y de oxígeno?**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Cuánto CO_2 escapa si cambio la cantidad de bicarbonato?

Suponiendo un vinagre de 6° (aprox. 6,0 g de ácido acético por 100 mL), 100 mL de vinagre tienen ácido suficiente para reaccionar como máximo con unos 8,4 g de bicarbonato; con un vinagre de 5°, el límite sería de unos 7,0 g. Por cada 84 g de bicarbonato se liberan 44 g de CO_2. Predice qué ocurre al cambiar la cantidad de bicarbonato.

Pasos

1. Calcula la masa máxima de CO_2 que se liberaría con 2,0 g, 4,0 g y 8,0 g de bicarbonato (regla de tres: $m_{CO_2} = m_{\text{bicarbonato}} \cdot \frac{44}{84}$).
2. Con 12,0 g de bicarbonato no se liberan 6,3 g de CO_2. Explica por qué y calcula el máximo real (con vinagre de 6°, el vinagre se agota con 8,4 g de bicarbonato).
3. Dibuja la gráfica de la masa máxima de CO_2 (eje vertical) frente a la masa de bicarbonato (eje horizontal, de 0 a 12 g) y señala dónde cambia de forma.
4. Escribe qué ocurriría con la pérdida de masa del vaso abierto en cada caso y propón qué cantidades usarías en el laboratorio sin que la espuma se desborde.

Entrega

Una página con la tabla de predicciones, los cálculos, la gráfica y una conclusión de tres frases sobre el reactivo que se agota.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 10 · Cuando la materia se transforma

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: sigue siendo agua; aparecen sustancias nuevas; parte de la materia pasa al aire en forma de gases; que tiene propiedades distintas de las iniciales.
2. Predicciones (respuesta abierta; lo correcto): hielo, F; azúcar disuelta, F; bicarbonato con vinagre, Q; leche con vinagre, Q; manzana oscureciéndose, Q; papel que arde, Q. Se aceptan otras con buena justificación; los datos de las fichas posteriores corrigen las equivocadas (el error más frecuente es disolver = reaccionar).
3. Comprobables: Alba (chocolate fundido: ¿la sustancia es la misma y vuelve al enfriarse?), Bruno (¿aparecen sustancias nuevas?), Carla (¿las burbujas son gas nuevo o vapor?), Dani (grumos nuevos). No comprobable: la pastilla «detox», porque «energía positiva» no se define ni se mide.

Ficha 2

1. Mantequilla, F; hervir agua, F; tostada quemada, Q; manzana cortada, Q; disolver azúcar, F; verja de hierro, Q (aparece óxido); gas de la cocina, Q; cuajar leche, Q. Razón: en los Q aparecen sustancias nuevas y es difícil revertir el cambio.
2. Test: siguen siendo moléculas de H_2O; 4 átomos de H antes y 4 después; los átomos se reorganizan.
3. V/F: falso (el agua hirviendo hace burbujas de vapor); verdadero; falso (no se puede medir: no se puede comprobar); verdadero.

Ficha 3

1. Diferencia: 148,4 − 150,0 = −1,6 g. La masa ha escapado como gas (CO_2) porque el vaso está abierto. Con el vaso cerrado, la balanza marcaría unos 150,0 g (la masa total se conserva).
2. a) 12 + 32 = 44 g de CO_2. b) $4{,}0 \cdot 44 : 84 = 2{,}1$ g. c) 27 g de agua = 3 · 9 g → 3 g de H y 24 g de O.
3. Hipótesis modelo: si se deja el vaso abierto (C), entonces la masa disminuirá porque el CO_2 escapa; si se cierra (D), entonces la masa se mantendrá. Cambio: abierto/cerrado; mido masa total antes y después con la misma balanza; controlo cantidades, el mismo vaso y el tiempo de espera; seguridad: gafas, sin globos ni recipientes cerrados con gas.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar; el responsable de seguridad puede firmarla.
2. Rango esperable: A, diferencia 0,0 ± 0,2 g (puede salir +0,1 por condensación); B, 0,0 ± 0,2 g; C, pérdida de 1,6-2,1 g (la teórica con 4,0 g de bicarbonato es 2,1 g) y temperatura 1-4 °C más baja; D, 0,0 ± 0,1 g con grumos blancos.
3. Si en C la pérdida es muy inferior a 1,5 g, suele deberse a que no se esperó a que cesaran las burbujas o a que se olvidó pesar el papel; si es mayor que 2,5 g, a que se perdió espuma por el borde del vaso.

Ficha 5

1. F6: A, +0,1 g; B, 0,0 g; C, −1,9 g; D, 0,0 g. Solo en C varía de forma apreciable, porque el vaso está abierto y escapa CO_2; en A, B y D no entra ni sale materia (la diferencia de 0,1 g está dentro de la incertidumbre).
2. Máximo teórico: 4,0 · 44/84 = 2,1 g de CO_2. Porcentaje del equipo de prueba: 1,9 : 2,1 · 100 ≈ 90 %. Con datos propios entre 75 % y 100 % es un resultado razonable.
3. Gráfica F7: baja 21,0 − 18,4 = 2,6 °C; el mínimo se alcanza a los 45 s; la mezcla absorbe energía del entorno (reacción que enfría) y después se recupera la temperatura del aula.
4. Clasificación: A, físico (cambio de estado; las moléculas de H_2O no cambian). B, físico (el azúcar se reparte en el agua; se puede recuperar al evaporar el agua). C, químico (gas y descenso de temperatura; los átomos se reagrupan en sustancias nuevas, entre ellas CO_2). D, químico (aparecen grumos y suero; las proteínas de la leche cambian y el proceso no se revierte).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar de dónde sale la masa perdida», «rotular las masas en g»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Mejoras habituales: repetir la prueba C, usar una balanza de 0,01 g, anotar la temperatura del aula y dibujar el modelo de partículas antes/después.

Ficha 7

1. Pastilla: es una reacción química (burbujas de gas y efervescencia, desaparece la pastilla sólida). Masa perdida: 205,3 − 204,1 = 1,2 g (CO_2 que escapa); con el vaso cerrado, la balanza marcaría unos 205,3 g.
2. Átomos: antes, 1 C, 4 H y 4 O (los 4 O están en 2 O_2); después, 1 CO_2 (1 C y 2 O) y 2 H_2O (4 H y 2 O), es decir, 1 C, 4 H y 4 O. Se conservan. Dibujo: una molécula de CO_2 (1 átomo de C con 2 de O) y dos de H_2O (1 O con 2 H cada una).
3. CTS: respuesta abierta. Ejemplos válidos: la combustión del gas libera calor para cocinar pero también CO_2 (cambio climático); el proceso Haber-Bosch produce fertilizantes que alimentan a más personas, con mucho consumo de energía; Lavoisier mostró que la masa se conserva (por eso hay que tener en cuenta los gases); Marie-Anne Paulze dibujó los aparatos y colaboró en su obra.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Romper un folio, F (sigue siendo papel); hierro que se oxida, Q (aparece óxido); cuajar leche, Q.
2. 119,0 − 120,0 = −1,0 g; esa masa se ha escapado en forma de gas.
3. Antes: 4 átomos de H y 2 de O; después: 4 de H y 2 de O.
4. 18 g de agua = 2 · 9 g: 2 g de hidrógeno y 16 g de oxígeno.

Ampliación (Anexo 9)

1. 2,0 g → 1,05 g; 4,0 g → 2,10 g; 8,0 g → 4,19 g de CO_2.
2. Con 12,0 g y vinagre de 6°, el vinagre (100 mL, unos 6,0 g de ácido acético) solo puede reaccionar con 6,0 · 84/60 = 8,4 g de bicarbonato; el resto sobra. Máximo real: 8,4 · 44/84 = 4,4 g de CO_2 (equivale a 6,0 g de ácido acético · 44/60).
3. Gráfica: recta creciente desde el origen hasta (8,4 g; 4,4 g) y, a partir de ahí, una recta horizontal en 4,4 g.
4. La pérdida de masa del vaso abierto sigue la gráfica. En el laboratorio, usar 2-4 g de bicarbonato con vaso grande (500 mL) para evitar el desborde de la espuma.

⚠ Errores frecuentes

- Pensar que cualquier cambio de aspecto (color, estado, tamaño) es una reacción química, o que disolver es reaccionar.
- Decir que las burbujas siempre prueban una reacción (el agua hirviendo forma burbujas de vapor).
- Creer que la masa «desaparece» cuando el vaso pesa menos: es gas que escapa.
- Confundir átomos con moléculas, o dibujar productos con distinto número de átomos que los reactivos.
- Calcular la diferencia de masa al revés (antes − después) sin indicar el signo, o dar la masa sin unidad.
- Cerrar herméticamente un recipiente con gas producido (no se hace en esta práctica) o usar globos sobre la balanza, que distorsionan la medida.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- El resultado numérico se valora junto con la explicación: a dónde va la masa, qué evidencia se usa y qué dice el modelo de partículas.
- En la práctica se valora que se prediga antes de pesar, que se espere a que cesen las burbujas y que se pese el papel vacío.
- Seguridad: gafas, vasos abiertos, sin llama, leche a 45 °C como máximo, sin probar nada y residuos bien gestionados.
- Datos ilustrativos (F6, F7 y casos de la ficha 7): verificar que el alumnado no los confunda con sus propias medidas. Si no hay balanzas de 0,1 g, la prueba C pierde la precisión necesaria: se puede trabajar con los datos de F6 y comparar con el máximo teórico.

Créditos, fuentes y condiciones de uso

Edición revisada: octubre de 2026

Situaciones de aprendizaje · Física y Química · 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 propuestas usan material escolar y sustancias de bajo riesgo, sin llama abierta, alta tensión, recipientes presurizados ni reactivos peligrosos. Las **fichas de seguridad** de los productos y las **normas del centro** prevalecen siempre sobre este cuaderno.

Fuentes de referencia

Bureau International des Poids et Mesures (BIPM, *El Sistema Internacional de Unidades*) y Centro Español de Metrología; IUPAC (tabla periódica y recomendaciones de nomenclatura) y RSEQ; NIST (constantes y datos de referencia); Red Eléctrica (REE), IDAE y Ministerio para la Transición Ecológica (datos de energía); AEMET; Dirección General de Tráfico (seguridad vial); NASA y ESA; y las fuentes citadas en cada dossier. Los casos, personajes y conjuntos de datos señalados como ficticios o ilustrativos han sido creados para el aula.

Diseño

Esquemas, modelos, 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.