SITUACIONES DE APRENDIZAJE

Física y Química

3.º ESO

10 situaciones de aprendizaje completas

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

Índice

Presentación del cuaderno 3

Plan general del curso 5

SdA 01 **Medir el mundo sin engañarnos** 6

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

SdA 02 **La historia del átomo** 36

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

SdA 03 **El DNI de los elementos** 68

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 75

SdA 04 **Átomos que se unen** 102

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 108

SdA 05 **El lenguaje secreto de la química** 132

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 138

SdA 06 **Cocinar átomos: las reacciones químicas** 165

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 172

SdA 07 **¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?** 195

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 202

SdA 08 **Moverse con leyes** 226

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 233

SdA 09 **Fuerzas invisibles** 257

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 264

SdA 10 **Electricidad para un mundo conectado** 288

Anexos 1-10 · fichas, dossier de datos y modelos, plantillas, evaluación y guía docente 295

Créditos, fuentes y condiciones de uso 320

PRESENTACIÓN

Un cuaderno para observar, medir, modelizar y explicar

Este cuaderno reúne **10 situaciones de aprendizaje** completas de Física y Química para 3.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 3.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 Medir el mundo sin engañarnos
7 sesiones · Bloques A
🏆 Informe de calidad de una medición

2 La historia del átomo
7 sesiones · Bloques A · B
🏆 Expediente histórico de modelos, isótopos y partículas

3 El DNI de los elementos
7 sesiones · Bloques A · B
🏆 Atlas de la tabla periódica

4 Átomos que se unen
7 sesiones · Bloques A · B
🏆 Mapa de formación y propiedades de compuestos

5 El lenguaje secreto de la química
7 sesiones · Bloques A · B
🏆 Manual visual de nomenclatura IUPAC

6 Cocinar átomos: las reacciones químicas
7 sesiones · Bloques A · E
🏆 Informe de reacción y leyes de conservación/proporción

7 ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?
7 sesiones · Bloques A · E
🏆 Informe experimental sobre factores de reacción

8 Moverse con leyes
7 sesiones · Bloques A · D
🏆 Informe combinado de cinemática y leyes de Newton

9 Fuerzas invisibles
7 sesiones · Bloques A · D
🏆 Galería experimental de fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos

10 Electricidad para un mundo conectado
7 sesiones · Bloques A · C
🏆 Prototipo de circuito de baja tensión y ficha de consumo

01

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Medir el mundo sin engañarnos

PREGUNTA GUÍA

¿Cuándo una medida y una representación son suficientemente buenas para sostener una conclusión?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	**PRODUCTO FINAL** Informe de calidad de una medición	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.2, 2.1, 2.2, 3.1, 3.2, 3.3

Contexto, reto y producto

En la secretaría del instituto acaba de llegar el pedido de papel del trimestre: 40 resmas de folios A4 de 80 g/m². En la etiqueta de cada paquete se lee «500 hojas», pero en la sala de profesores alguien comenta que últimamente las resmas «pesan menos» y que quizá faltan hojas. Contar quinientos folios uno a uno en cada paquete sería eterno, y además cada vez que se cuenta a mano es fácil perder la cuenta. La profesora de Tecnología propone otra cosa: **averiguar cuántas hojas hay sin contarlas**, usando la balanza de la cocina del centro y una regla.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de metrología** (la ciencia de la medida). Aprende a elegir el instrumento, a conocer su **resolución**, a convertir unidades con **factores de conversión**, a escribir cantidades muy grandes o muy pequeñas en **notación científica**, a repetir las medidas y medir su **dispersión**, y a representar los datos en una **gráfica**. Con una pila de folios, una balanza de 1 g y una regla de 1 mm estima la masa y el grosor de una hoja, calcula cuántas hojas tiene la resma y redacta un **informe de calidad** que diga hasta dónde se puede uno fiar de cada resultado y qué conclusión sostienen realmente los datos.

Reto

Estimar sin contar cuántas hojas tiene una resma, y cuánto miden de masa y de grosor sus folios, y redactar un informe de calidad de la medición que indique resolución, dispersión, error y límites de la conclusión.

Producto final

Informe de calidad de una medición.

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.

2.1 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.

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.

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.
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

- Factores de conversión: de g a kg, de mm a m, de mm^2 a m^2 y de g/m^2 a kg/m^2, escribiendo la cadena de factores con las unidades que se simplifican.
- Notación científica: potencias de 10 positivas y negativas, prefijos del SI (n, µ, m, k, M, G) y órdenes de magnitud (de un átomo a la distancia Tierra-Sol).
- Resolución instrumental: resolución de regla, balanza y calibre; error de lectura (la mitad de la resolución) y error relativo en porcentaje.
- Repetición y dispersión: media de tres lecturas, rango (máximo menos mínimo), dato anómalo y diferencia entre preciso (poca dispersión) y exacto (cerca del valor de referencia).
- Representación gráfica: ejes con magnitud y unidad, puntos medidos y recta de tendencia; la pendiente como masa o grosor por hoja.

Objetivos didácticos

- ✓ Convertir magnitudes entre unidades (g, kg, mm, m, mm^2, m^2, g/m^2) aplicando factores de conversión y escribir cantidades muy grandes o muy pequeñas en notación científica.
- ✓ Elegir el instrumento adecuado según la resolución necesaria y justificar por qué medir muchas unidades a la vez reduce el error relativo.
- ✓ Registrar medidas repetidas, calcular la media, la dispersión (rango), el error absoluto y el error relativo, y expresar el resultado con unidad y cifras adecuadas.
- ✓ Representar los datos en una gráfica masa-número de hojas y altura-número de hojas e interpretar la tendencia y la pendiente.
- ✓ Redactar un informe de calidad que distinga dato y conclusión, reconozca los límites de la medición y diferencie una afirmación comprobable de otra que no lo es.

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 resma, diagnóstico inicial y primera predicción sobre la masa y el grosor de un folio

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, estimaciones y primera idea para contar sin contar. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Resolución, error absoluto y relativo, preciso frente a exacto; lectura de la regla y la balanza

Evidencia: Ficha 2: lectura con error, cálculo de errores y relación de conceptos (F2, F3 y F7). **Ficha:** Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Factores de conversión, notación científica y diseño de la medición (por qué pesar muchas hojas)

Evidencia: Ficha 3: conversiones, notación científica y tabla de errores relativos según el número de hojas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Trabajo experimental con la balanza y la regla siguiendo el protocolo y las normas de seguridad

Evidencia: Ficha 4: tablas de datos con tres lecturas, lista de seguridad y resma pesada. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: medias, masa y grosor por hoja, errores, gráficas, dispersión y número de hojas de la resma

Evidencia: Ficha 5: tabla de resultados, gráfica masa-número de hojas y conclusión provisional sobre la resma.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del informe de calidad y revisión entre equipos con la lista de comprobación

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada con propuestas de mejora y límites de la medición.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del informe y evidencia individual: contar monedas de un tarro sin contarlas

Evidencia: Informe de calidad (Anexo 4) y Ficha 7: cálculo, mejora del método y crítica de una afirmación.

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	Cálculo razonado de la masa de una hoja, del número de hojas de la resma y de los errores (con planteamiento, factor de conversión, unidad y comprobación) en las fichas 3, 5 y 7.	Fichas 3, 5 y 7 / lista de cotejo y rúbrica
2.1	Formulación de una pregunta investigable sobre la resma, con predicción y criterio para aceptarla o rechazarla, y clasificación justificada de las afirmaciones de F10 como comprobables o no.	Fichas 1 y 2 / lista de cotejo
2.2	Diseño de la medición: elección del número de hojas a pesar según el error relativo, tres repeticiones y variables controladas; conclusión que acepta, rechaza o deja abierta la hipótesis de las 500 hojas.	Fichas 3, 5 y 6 e informe / rúbrica
3.1	Interpretación y relación de datos en tabla (F5), gráfica (F6) y texto (F1), con cálculo de medias, dispersión y rectas de tendencia, y representación propia de la gráfica masa-número de hojas.	Fichas 4 y 5 / rúbrica
3.2	Uso correcto de unidades del SI y sus símbolos, múltiplos y submúltiplos, notación científica, cifras significativas razonables y espacio entre número y unidad.	Fichas 3 y 7 e informe / lista de cotejo
3.3	Montaje seguro de la balanza y la regla, cumplimiento de la lista de seguridad, orden del puesto y reciclado del papel.	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 por qué pesar muchas hojas reduce el error relativo, distingue preciso de exacto y concluye cuántas hojas hay en la resma reconociendo los límites (variación entre hojas, resolución).	Explica la ventaja de pesar muchas hojas y concluye correctamente sobre la resma con alguna imprecisión en los límites.	Calcula el número de hojas pero no justifica la elección del tamaño de la muestra ni los límites.	Confunde resolución con error, preciso con exacto, o la conclusión contradice los datos.
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, factores de conversión bien encadenados, medias, rangos y errores correctos, gráfica con ejes rotulados y recta de tendencia, y resultado con unidad.	Cálculos y conversiones correctos con fallos menores de unidades, redondeo o escala de la gráfica.	Faltan repeticiones, unidades o pasos del cálculo; la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, conversiones erróneas y sin gráfica ni errores calculados.
Investigación	Predicción clara, tres repeticiones, elección justificada del número de hojas, detección del dato anómalo y conclusión proporcionada (acepta, rechaza o deja abierto con motivos).	Diseño adecuado con repeticiones; la justificación de la muestra o de la conclusión es parcial.	Mide una sola vez o solo con una muestra pequeña; la conclusión va más allá de los datos.	No distingue dato, cálculo y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas sin recordatorios, usa símbolos, espacio y notación científica correctos y redacta un informe claro que otro equipo podría repetir.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o en la redacción del método.	Necesita recordatorios de seguridad; mezcla unidades o símbolos.	Incumple normas o comunica los resultados sin unidades.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas y mejora el propio a partir de 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: 1 resma abierta o al menos 60 folios A4 de 80 g/m² (se pueden reciclar después), regla de 30 cm graduada en milímetros y calculadora.
- Balanza de cocina digital con resolución de 1 g y capacidad de 3-5 kg (una cada dos o tres equipos); opcional: un calibre digital (resolución 0,01 mm) para la ampliación.
- Fichas del Anexo 3, plantilla del informe de calidad (Anexo 4) y hoja de cálculo opcional para la gráfica.

Seguridad y residuos

Actividad de bajo riesgo: sin vidrio, calor ni productos químicos. Colocar la balanza sobre una mesa estable y no superar su capacidad máxima; levantar la resma entre dos personas si es necesario; cuidado con los bordes del papel (pequeños cortes). Al terminar, reciclar los folios inservibles en el contenedor azul y dejar el puesto despejado.

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

Ficha de refuerzo (Anexo 8) con la cadena de factores de conversión, un ejemplo resuelto de error relativo y datos ya medidos; balanza con lectura anotada por un compañero; tabla de resultados parcialmente completada.

Ampliación

Anexo 9

Anexo 9: calcular la densidad del papel con calibre y razonar qué muestra permitiría conocerla con un error del 1 %.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 1 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

La secretaría ha recibido 40 resmas de papel con la etiqueta «500 hojas», pero alguien dice que pesan menos de la cuenta. ¿Faltan hojas? Contar 20 000 folios a mano es una locura, así que os toca resolverlo como un laboratorio de metrología: con una balanza de cocina, una regla y mucho cuidado. Pesaréis pilas de folios, calcularéis lo que pesa y mide una hoja, deduciréis cuántas hay en la resma y, sobre todo, diréis con honestidad cuánto os podéis fiar de vuestro resultado. Porque una medida sin su calidad no vale para sostener una conclusión.

> *¿Cuándo una medida y una representación son suficientemente buenas para sostener una conclusión?*

Vuestro reto

Estimar sin contar cuántas hojas tiene una resma, y cuánto miden de masa y de grosor sus folios, y redactar un informe de calidad de la medición que indique resolución, dispersión, error y límites de la conclusión.

Lo que vais a producir

Informe de calidad de una medición.

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

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso de la resma, hacemos el diagnóstico y estimamos la masa y el grosor de un folio.
2. Aprendemos qué es la resolución, el error absoluto y relativo, y qué significa preciso y exacto.
3. Practicamos factores de conversión y notación científica, y decidimos cuántas hojas conviene pesar.
4. Pesamos y medimos pilas de folios con tres repeticiones siguiendo el protocolo y las normas de seguridad.
5. Calculamos medias, errores y dispersión, dibujamos la gráfica y estimamos las hojas de la resma.
6. Redactamos el informe de calidad y otro equipo lo revisa con la lista de comprobación.
7. Presentamos el informe y resolvemos, cada uno, un caso nuevo: las monedas de un tarro.

Al terminar seré capaz de...

- Convertir magnitudes entre unidades (g, kg, mm, m, mm^2, m^2, g/m^2) aplicando factores de conversión y escribir cantidades muy grandes o muy pequeñas en notación científica.
- Elegir el instrumento adecuado según la resolución necesaria y justificar por qué medir muchas unidades a la vez reduce el error relativo.
- Registrar medidas repetidas, calcular la media, la dispersión (rango), el error absoluto y el error relativo, y expresar el resultado con unidad y cifras adecuadas.
- Representar los datos en una gráfica masa-número de hojas y altura-número de hojas e interpretar la tendencia y la pendiente.
- Redactar un informe de calidad que distinga dato y conclusión, reconozca los límites de la medición y diferencie una afirmación comprobable de otra que no lo es.

¿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 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

Todo lo necesario para medir con cabeza: el caso de la resma, un esquema de lectura de la regla, instrumentos y unidades, el protocolo con balanza y regla, datos de un equipo de prueba con sus gráficas, un esquema de precisión y exactitud, un ejemplo resuelto con fórmulas, órdenes de magnitud en notación científica y afirmaciones para analizar.

F1 El caso de la resma «de 500 hojas»

ESTUDIO DE CASO

La secretaría del instituto ha comprado **40 resmas** de papel. En cada paquete se lee: «**500 hojas · A4 (210 × 297 mm) · 80 g/m²**». El conserje pesa una resma ya sin envoltorio en la balanza de la cocina del centro (resolución: 1 g) y obtiene **2 487 g**.

Estas son las opiniones de la sala de profesores:

- **Elena (Lengua):** «Pesa menos de 2,5 kg. Seguro que faltan hojas».
- **Marcos (Matemáticas):** «Si faltan hojas, ¿cuántas? Habría que contarlas todas».
- **Nadia (Tecnología):** «No hace falta contar. Pesamos unas pocas hojas, calculamos lo que pesa una y dividimos».
- **Raúl (Educación Física):** «Una hoja es tan ligera que la balanza marcará 5 g. Con eso no se puede saber nada».

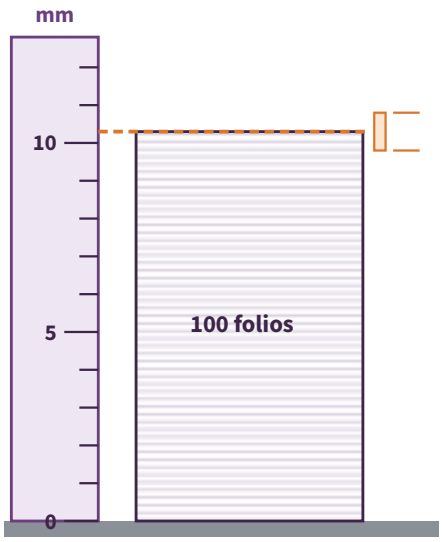
El gramaje de **80 g/m²** significa que un trozo de papel de 1 m² pesa 80 g. Nadie ha medido todavía nada con cuidado. Vuestro trabajo es decidir qué se puede concluir y con qué seguridad.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula. Los datos de la etiqueta (A4, 80 g/m², 500 hojas) son los habituales en papel de oficina; la masa de la resma es ilustrativa.

¿Qué opinión te parece más razonable? ¿Qué problema ve Raúl en pesar una sola hoja y cómo podría resolverse?

F2 Lectura de la regla y error de lectura

ESQUEMA



Resolución de la regla: 1 mm
Es la distancia entre dos marcas seguidas.

Lectura de la pila
El borde superior cae justo sobre la marca de 10 mm: se lee 10 mm. El grosor real podría estar entre 9,5 mm y 10,5 mm.

Error de lectura = ± resolución / 2
Regla: ± 0,5 mm. Balanza de 1 g: ± 0,5 g.

Resultado: h = 10 mm ± 0,5 mm
Error relativo = 0,5 mm / 10 mm = 5 %

Fuente: Esquema de elaboración propia. Pila de 100 folios de unos 0,10 mm cada uno.

El error de lectura no depende de la pila, sino del instrumento. Si la pila fuera de 20 folios (2 mm), ¿cuánto valdría el error relativo?

F3 Instrumentos, magnitudes y unidades del SI

DATOS

Magnitud	Unidad del SI (símbolo)	Instrumento	Resolución típica	Equivalencias útiles
Longitud	metro (m)	Regla o cinta métrica	1 mm	1 m = 100 cm = 1000 mm
Longitud (fina)	metro (m)	Calibre digital	0,01 mm	1 mm = 1000 µm
Masa	kilogramo (kg)	Balanza de cocina	1 g	1 kg = 1000 g
Superficie	metro cuadrado (m^2)	Se calcula: largo × ancho	—	1 m^2 = 10^6 mm^2 = 10^4 cm^2
Gramaje (masa por superficie)	kilogramo por metro cuadrado (kg/m^2)	Se calcula: masa / superficie	—	80 g/m^2 = 0,080 kg/m^2
Tiempo	segundo (s)	Cronómetro	0,01 s	1 min = 60 s

Resolución es el cambio más pequeño que un instrumento puede detectar. Toda medida se escribe con un **número** y una **unidad**, separados por un espacio: «199,7 g». Los símbolos de las unidades no llevan punto ni plural (5 kg, no «5 kgs.»). **Factor de conversión**: fracción igual a 1, como $\frac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}}$, que permite cambiar de unidad sin cambiar la cantidad.

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: ¿cuánto pesa y cuánto mide de grueso un folio?

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): al menos 60 folios A4 de 80 g/m^2 y la resma completa (sin envoltorio) para la última medida; balanza de cocina con resolución de 1 g; regla de 30 cm (resolución 1 mm); calculadora.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgos: pequeños cortes con el borde del papel, caída de la resma al levantarla y vuelco de la balanza. Precauciones: balanza sobre una mesa plana y estable, no superar su capacidad, levantar la resma entre dos y manejar el papel por las caras.

Variables: independiente, el número de hojas N; dependientes, la masa m y la altura h de la pila. Se mantienen iguales: el tipo de papel, la balanza (puesta a cero) y el modo de colocar la regla.

Roles: responsable de la balanza, lector de la regla, secretario (anota) y responsable de seguridad. Los roles rotan en cada medida.

Procedimiento:

1. Encended la balanza y comprobad que marca **0 g** con el plato vacío (o pulsad «tara»).
2. Contad con cuidado **10 hojas**, colocadlas en el plato y anotad la masa. Quitad la pila, volved a ponerla y anotad una segunda lectura; repetid una tercera vez.
3. Repetid el paso 2 con **20 hojas** y con **40 hojas**.
4. Colocad una pila de **20 hojas** sobre la mesa. Apoyad la regla de canto, sin apretar la pila, y leed la altura en milímetros. Repetid tres veces volviendo a montar la pila. Haced lo mismo con **50** y **100 hojas**.
5. Poned la **resma completa** en la balanza y anotad su masa M (si no cabe, pesadla entre dos personas sobre una bolsa, restando después la masa de la bolsa).
6. Con vuestros datos, calculad la masa por hoja y el grosor de una hoja.

Limpieza y residuos: recoged las hojas en su paquete, apagad la balanza y dejad la mesa despejada. Los folios arrugados o inservibles van al contenedor azul de papel.

Resultado esperable: masa de una hoja entre **4,8 g y 5,2 g**; grosor de una hoja entre **0,09 mm y 0,12 mm**; la resma completa, entre **2 400 g y 2 550 g**. Si os sale 50 g o 0,5 g por hoja, revisad el recuento de hojas o la unidad.

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

¿Por qué se mide también la pila de 10 hojas si la de 40 será más precisa? ¿Qué se puede aprender comparando las tres?

F5 Datos de un equipo de prueba (balanza de 1 g y regla de 1 mm)

DATOS

Medida	Lectura 1	Lectura 2	Lectura 3	Media	Por hoja
Masa de 10 hojas (g)	50	50	51	50,3	5,03 g
Masa de 20 hojas (g)	100	100	99	99,7	4,98 g
Masa de 40 hojas (g)	200	199	200	199,7	4,99 g
Altura de 20 hojas (mm)	2	2	3	2,3	0,12 mm
Altura de 50 hojas (mm)	5	5	6	5,3	0,11 mm
Altura de 100 hojas (mm)	10	11	10	10,3	0,10 mm

Resma completa (sin envoltorio): $M = 2\,487$ g. **Valor de referencia** de la masa de una hoja, calculado con el gramaje del fabricante: $m_1 = 80\ \text{g/m}^2 \cdot 0{,}06237\ \text{m}^2 = 4{,}99$ g.

Clase completa: ocho equipos midieron con la regla la altura de la misma pila de 100 hojas (en mm): 10, 11, 10, 10, 12, 10, 11 y 9. Un calibre digital (0,01 mm) dio, en cinco lecturas de otra pila de 100 hojas: 10,35; 10,40; 10,30; 10,45 y 10,35 mm.

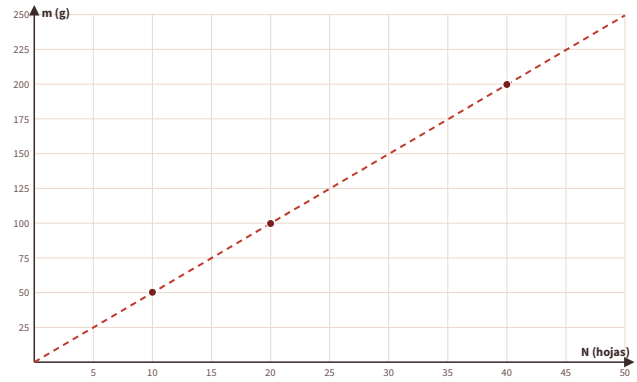
Fuente: Datos ilustrativos, creados para el aula con valores coherentes con folios de 80 g/m². Cada fila son tres lecturas de la misma pila.

Compara el error relativo de la lectura de 20 hojas y de 100 hojas. ¿Qué pila da el grosor más fiable?

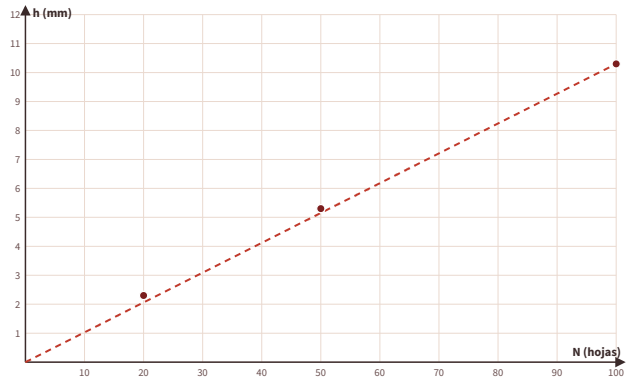
F6 Gráficas masa-número de hojas y altura-número de hojas (datos de F5)

GRÁFICO

MASA DE LA PILA (G)



ALTURA DE LA PILA (MM)



Los puntos están casi sobre una **recta que pasa por el origen**: al duplicar el número de hojas se duplica la masa (y la altura). La **pendiente** de cada recta es la masa de una hoja (unos $4{,}99$ g) y el grosor de una hoja (unos $0{,}10$ mm). En la gráfica de la altura, las lecturas de 1 mm de resolución quedan algo más «sueltas» que las de la masa.

Fuente: Gráficas de elaboración propia con los datos de F5. Los puntos son las medias de tres lecturas; la recta es la tendencia.

Si una pila de la misma resma tuviera una masa de 150 g, ¿cuántas hojas tendría según la gráfica de la masa?

F7 Preciso y exacto no son lo mismo

ESQUEMA



A. Preciso y exacto
poca dispersión, cerca del valor

B. Preciso, no exacto
poca dispersión, lejos del valor

C. Exacto, no preciso
mucha dispersión, la media acierta

D. Ni lo uno ni lo otro
mucha dispersión, y lejos del valor

Preciso = pequeña dispersión entre medidas repetidas · Exacto = cerca del valor de referencia

Fuente: Esquema de elaboración propia. El centro de la diana es el valor de referencia.

Un cronómetro que siempre se adelanta 0,3 s al medir, pero da lecturas casi iguales, ¿en qué diana se parece? ¿Cómo se detectaría el problema?

F8 Modelo resuelto: informe de calidad de una medición

ESTUDIO DE CASO

Fórmulas y vocabulario

- Error de lectura: $\pm\dfrac{\text{resolución}}{2}$. Error absoluto: $E_a = |\text{valor medido} - \text{valor de referencia}|$. Error relativo: $E_r = \dfrac{E_a}{\text{valor de referencia}} \cdot 100\ \%$.
- Media: $\bar{x} = \dfrac{x_1 + x_2 + x_3}{3}$. Rango (dispersión): $R = x_{\max} - x_{\min}$.
- Masa de una hoja: $m_1 = \dfrac{m}{N}$. Hojas de una pila: $N = \dfrac{m}{m_1}$.

Problema: ¿cuántas hojas tiene la resma de F1 ($M = 2\,487$ g)?

1. Masa de una hoja. Con 40 hojas: tres lecturas 200 g, 199 g y 200 g. Media $\bar{m} = \dfrac{200 + 199 + 200}{3} = 199{,}7$ g. Rango $R = 200 - 199 = 1$ g. Entonces $m_1 = \dfrac{199{,}7\ \text{g}}{40} = 4{,}99$ g.

2. Calidad de esa medida. Error de lectura $\pm 0{,}5$ g sobre 199,7 g: $E_r = \dfrac{0{,}5}{199{,}7} \cdot 100 = 0{,}25\ \%$. Con una sola hoja sería $\dfrac{0{,}5}{5} \cdot 100 = 10\ \%$.

3. Número de hojas. $N = \dfrac{2\,487\ \text{g}}{4{,}99\ \text{g/hoja}} = 498{,}4 \approx 498$ hojas. Con $\pm 0{,}25\ \%$ de error, 498 ± 1 hojas.

4. Conversión de unidades (cadena de factores). El gramaje de 80 g/m² con una hoja de $210\ \text{mm} \cdot 297\ \text{mm} = 62\,370\ \text{mm}^2$: $62\,370\ \text{mm}^2 \cdot \dfrac{1\ \text{m}^2}{10^6\ \text{mm}^2} = 0{,}06237\ \text{m}^2$ y $m_1 = 80\ \dfrac{\text{g}}{\text{m}^2} \cdot 0{,}06237\ \text{m}^2 = 4{,}99$ g.

5. Conclusión proporcionada. La resma tiene unas 498 hojas, 2 menos que las 500 de la etiqueta (−0,4 %). Esa diferencia es del orden de la variación entre unas hojas y otras, que no hemos medido, y el papel puede no ser exactamente de 80 g/m². Con estos datos **no se puede afirmar que falten hojas**; para decidirlo habría que repetir con otra muestra de la misma resma o contarla.

Fuente: Ejemplo de elaboración propia con los datos de F5. Cifras de la masa de una hoja redondeadas a centésimas.

F9 Órdenes de magnitud y notación científica

DATOS

Objeto o magnitud	Valor habitual	En unidades del SI (decimal)	Notación científica
Distancia media Tierra-Sol	149,6 millones de km	149 600 000 000 m	$1{,}496 \cdot 10^{11}\ \mathrm{m}$
Radio medio de la Tierra	6 371 km	6 371 000 m	$6{,}371 \cdot 10^{6}\ \mathrm{m}$
Velocidad de la luz en el vacío	299 792 km/s	299 792 458 m/s	$3{,}00 \cdot 10^{8}\ \mathrm{m/s}$
Grosor de un folio	0,1 mm	0,0001 m	$1 \cdot 10^{-4}\ \mathrm{m}$
Diámetro de un glóbulo rojo	7 µm	0,000007 m	$7 \cdot 10^{-6}\ \mathrm{m}$
Diámetro de un átomo de hidrógeno	0,1 nm	0,0000000001 m	$1 \cdot 10^{-10}\ \mathrm{m}$
Masa de un electrón	—	0,000 000 000 000 000 000 000 000 000 911 kg	$9{,}11 \cdot 10^{-31}\ \mathrm{kg}$

Prefijos del SI: nano (n) $= 10^{-9}$; micro (µ) $= 10^{-6}$; mili (m) $= 10^{-3}$; kilo (k) $= 10^{3}$; mega (M) $= 10^{6}$; giga (G) $= 10^{9}$. Un número en notación científica se escribe $a \cdot 10^{n}$ con $1 \leq a < 10$: el exponente n es positivo para números grandes y negativo para números pequeños.

Fuente: Valores de referencia redondeados (NIST CODATA 2018 y datos astronómicos de la IAU). El diámetro del glóbulo rojo y el del átomo de hidrógeno son órdenes de magnitud.

F10 ¿Es una buena evidencia? Medidas y afirmaciones

DATOS

Afirmación	Pista para analizarla
«Hemos medido una vez la pila y salió 10 mm, así que cada hoja mide exactamente 0,1 mm.»	¿Qué resolución tiene la regla? ¿Cuánto vale el error relativo?
«Esta balanza de bolsillo detecta la energía del papel y mide su calidad con precisión de 0,0001 g.»	¿Qué es la «energía del papel»? ¿Cómo se comprobaría esa precisión?
«Tres equipos obtuvieron 4,98 g, 4,99 g y 5,00 g, luego el valor es fiable.»	¿Qué se puede decir de la dispersión? ¿Y de la exactitud?
«Las resmas de esta marca siempre tienen 500 hojas, porque lo dice la etiqueta.»	¿Con qué experimento podría demostrarse que es falso?
«Pesar 40 hojas es más fiable que pesar 1 hoja.»	¿Cómo cambia el error relativo? ¿Se puede comprobar?

Una afirmación **científica** se puede poner a prueba con una medida o una observación que podría contradecirla. Una **buena evidencia** indica el instrumento, la resolución, el número de repeticiones y la dispersión. Una cifra muy «precisa» sin método no es una prueba.

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

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 1 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

FICHA 1 El caso de la resma «de 500 hojas»

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa F2. Responde primero al diagnóstico de forma individual.

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

2,5 kg equivalen a…

☐ 25 g ☐ 250 g ☐ 2 500 g

300 000 000 m/s escrito en notación científica es…

☐ $3 \cdot 10^8$ m/s ☐ $3 \cdot 10^9$ m/s ☐ $30 \cdot 10^7$ m/s

La resolución de una regla graduada en milímetros es…

☐ 1 cm ☐ 1 mm ☐ 0,1 mm

Medimos tres veces lo mismo y sale 10,2 cm; 10,3 cm y 10,2 cm. Esas medidas son…

☐ poco dispersas ☐ muy dispersas ☐ exactas seguro

2 **Estima antes de medir. Escribe tu estimación (con unidad) y cómo la comprobarías.**

Magnitud	Mi estimación (con unidad)	Cómo la comprobaría
Masa de un folio A4		
Grosor de un folio		
Hojas de una resma de 2 487 g		

3 **Según F1, Nadia propone calcular las hojas sin contarlas. Explica con tus palabras cómo lo haría y qué problema señala Raúl.**

FICHA 2 Resolución, errores y calidad de una medida

Sesión 2

Usa F2, F3 y F7. Recuerda: error de lectura = resolución / 2.

1 **Con F2, lee la altura de las pilas dibujadas y calcula el error relativo de cada lectura (regla de 1 mm).**

Pila	Lectura (mm)	Error de lectura (mm)	Error relativo (%)
100 folios (F2)	10		
20 folios	2		
50 folios	5		

2 **Un equipo mide la masa de 40 hojas con una balanza de 1 g y obtiene 199 g. El valor de referencia es 199,6 g. Calcula el error absoluto y el error relativo.**

3 **Relaciona cada concepto con su significado.**

1 Resolución	a Diferencia entre lo medido y el valor de referencia
2 Error absoluto	b Cambio más pequeño que detecta un instrumento
3 Preciso	c Medidas repetidas muy parecidas entre sí
4 Exacto	d Resultado cercano al valor de referencia
5 Dispersión	e Rango entre la mayor y la menor lectura

4 **Con F7: un cronómetro siempre marca 0,3 s de más, pero da lecturas casi iguales. ¿En qué diana se parece (A, B, C o D)? Justifícalo.**

FICHA 3 Conversiones, notación científica y diseño de la medición

Sesión 3

Consulta F3, F8 y F9. Escribe la cadena de factores de conversión en cada cálculo.

1 **Convierte con factores de conversión.**

2 487 g = _____ kg

210 mm = _____ m

0,1 mm = _____ m

80 g/m² = _____ kg/m²

62 370 mm² = _____ m² (1 m² = 10⁶ mm²)

2 **Escribe en notación científica y con unidad del SI.**

Cantidad	En unidades del SI	Notación científica
149,6 millones de km		
7 µm		
0,000 000 000 1 m		
Masa de la Tierra: 5 972 000 000 000 000 000 000 000 kg		

3 **Calcula la masa teórica de una hoja A4 de 80 g/m². Superficie en m² y después masa.**

4 **Completa para decidir cuántas hojas conviene pesar (balanza de 1 g, error de lectura ± 0,5 g, masa de una hoja 4,99 g). Elige el menor N con error relativo inferior al 1 %.**

Hojas N	Masa esperada (g)	Error de lectura (g)	Error relativo (%)
1		0,5	
10		0,5	
20		0,5	
40		0,5	

FICHA 4 En el laboratorio: pesamos y medimos

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 empezar).**

- [ ] La balanza está sobre una mesa estable y marca 0 g con el plato vacío
- [ ] Sabemos la capacidad máxima de la balanza y no la superamos
- [ ] Levantaremos la resma entre dos personas
- [ ] Manejamos el papel por las caras para evitar cortes
- [ ] Sabemos dónde se tira el papel inservible (contenedor azul)
- [ ] Cada persona conoce su rol

2 **Anota vuestras masas (balanza de 1 g).**

Hojas N	m_1 (g)	m_2 (g)	m_3 (g)	Media (g)	Por hoja (g)
10					
20					
40					

3 **Anota vuestras alturas (regla de 1 mm).**

Hojas N	h_1 (mm)	h_2 (mm)	h_3 (mm)	Media (mm)	Por hoja (mm)
20					
50					
100					

4 **Pesa la resma completa (sin envoltorio) y anota la lectura con su unidad. ¿Puedes saber ya cuántas hojas tiene? ¿Qué te falta?**

FICHA 5 Tratamos los datos y estimamos la resma

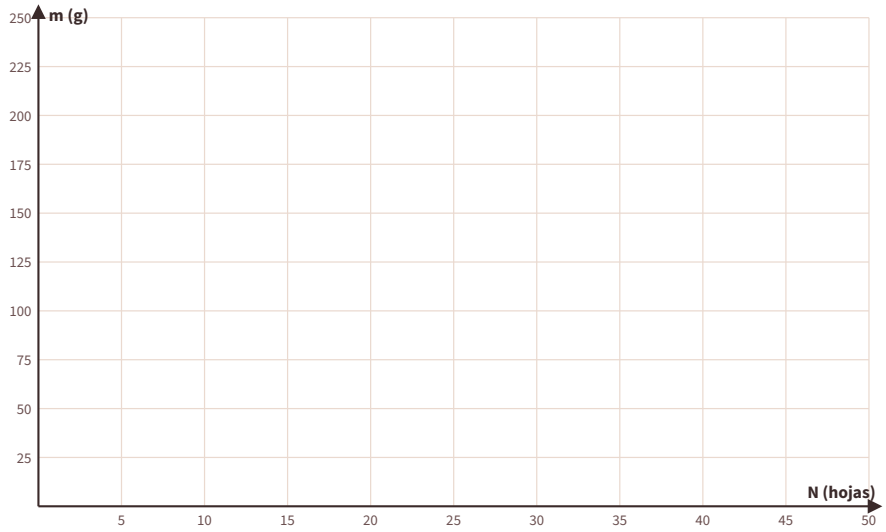
Sesión 5

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

1 **Con los datos del equipo de prueba (F5), calcula la masa por hoja y compárala con la referencia de 4,99 g.**

Pila	Media (g)	Masa por hoja (g)	Error absoluto (g)	Error relativo (%)
10 hojas	50,3			
20 hojas	99,7			
40 hojas	199,7			

2 **Representa tus masas medias frente al número de hojas. Rotula los ejes con magnitud y unidad y traza la recta de tendencia.**



3 **Calcula el número de hojas de la resma de F1 (M = 2 487 g) con tu mejor masa por hoja. Escribe el planteamiento, el resultado con unidad y su error.**

4 **Con los ocho resultados de la clase (F5), calcula la media y la dispersión (rango) de la altura de 100 hojas con regla, y compáralas con las lecturas del calibre. ¿Qué instrumento da menor dispersión?**

FICHA 6 Escribimos y revisamos el informe de calidad

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.**

- ☐ Incluye una pregunta o hipótesis (hojas de la resma) y la predicción
- ☐ Indica instrumento y resolución de cada medida
- ☐ Las medidas repetidas están en una tabla con unidades y medias
- ☐ Calcula el error relativo de al menos una medida
- ☐ Las conversiones llevan su cadena de factores
- ☐ La gráfica tiene ejes rotulados y recta de tendencia
- ☐ La conclusión distingue dato y cálculo, y es proporcionada a los datos

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

3 **Escribid dos fuentes de error o límites de vuestra propia medición y cómo reduciríais cada una.**

FICHA 7 Evidencia individual: las monedas de un tarro

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica todo lo aprendido a un caso nuevo. Datos: una moneda de 5 céntimos de euro tiene una masa de 3,92 g (valor oficial) y 21,25 mm de diámetro.

1 **Con una balanza de 1 g, 10 monedas de 5 céntimos marcan 39 g y el tarro con todas las monedas (sin el tarro) marca 1 962 g. Calcula la masa de una moneda y cuántas monedas hay. Escribe el planteamiento y expresa la masa del tarro en kg.**

2 **Calcula el error relativo de la lectura de 39 g y explica cuántas monedas habría que pesar para que fuera inferior al 0,5 %. Compara tu número de monedas con el que saldría usando el valor oficial.**

3 **Una compañera dice: «He pesado una sola moneda, 4 g, y por tanto el tarro tiene 490 monedas, con total seguridad». Critica esta afirmación con argumentos de resolución y error relativo.**

4 **El diámetro de la moneda se expresa en metros y en notación científica. Escríbelo y di si la regla de 1 mm es suficiente para medirlo con un error relativo menor del 5 %.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 1 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Informe de calidad de una medición. Escribid con frases completas; todas las medidas con su unidad y su error.

Pregunta y predicción

¿Cuántas hojas tiene la resma? ¿Qué esperáis y por qué?

Instrumentos y resolución

Instrumento, resolución y error de lectura de cada medida.

Método

Pasos numerados, hojas por pila y repeticiones.

Tabla de datos

Tres lecturas, medias, rango y unidades.

Gráfica masa-número de hojas

Ejes con magnitud y unidad; puntos y recta de tendencia.

Cálculos y conversiones

Cadena de factores, masa por hoja y número de hojas.

Calidad de la medida

Error absoluto y relativo, dispersión, dato anómalo.

Conclusión y límites

¿Cuántas hojas hay? ¿Qué se puede afirmar y qué no? ¿Qué mejoraríais?

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 1 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

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

Contenido del producto

- [ ] La pregunta sobre las hojas de la resma y la predicción están escritas al principio.
- [ ] Cada medida indica instrumento, resolución y error de lectura.
- [ ] Las medidas se repiten tres veces y la tabla incluye media y rango con unidades del SI.
- [ ] Las conversiones de unidades muestran la cadena de factores y el resultado lleva unidad.
- [ ] Las cantidades muy grandes o pequeñas usan notación científica correcta.
- [ ] Se calcula al menos un error absoluto y un error relativo, y se justifica el número de hojas pesadas.
- [ ] La gráfica tiene ejes rotulados con magnitud y unidad, escala adecuada y recta de tendencia.
- [ ] Se señala y explica cualquier dato anómalo (o se indica que no lo hay).
- [ ] La conclusión distingue dato y cálculo, responde a la pregunta y es proporcionada a la calidad de la medida.
- [ ] Se indican límites (variación entre hojas, resolución, compresión de la pila) y el papel inservible se ha reciclado.

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 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe de calidad de una medición**. 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 por qué pesar muchas hojas reduce el error relativo, distingue preciso de exacto y concluye cuántas hojas hay en la resma reconociendo los límites (variación entre hojas, resolución).	Explica la ventaja de pesar muchas hojas y concluye correctamente sobre la resma con alguna imprecisión en los límites.	Calcula el número de hojas pero no justifica la elección del tamaño de la muestra ni los límites.	Confunde resolución con error, preciso con exacto, o la conclusión contradice los datos.	
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, factores de conversión bien encadenados, medias, rangos y errores correctos, gráfica con ejes rotulados y recta de tendencia, y resultado con unidad.	Cálculos y conversiones correctos con fallos menores de unidades, redondeo o escala de la gráfica.	Faltan repeticiones, unidades o pasos del cálculo; la gráfica está incompleta.	Datos desordenados, conversiones erróneas y sin gráfica ni errores calculados.	
Investigación	Predicción clara, tres repeticiones, elección justificada del número de hojas, detección del dato anómalo y conclusión proporcionada (acepta, rechaza o deja abierto con motivos).	Diseño adecuado con repeticiones; la justificación de la muestra o de la conclusión es parcial.	Mide una sola vez o solo con una muestra pequeña; la conclusión va más allá de los datos.	No distingue dato, cálculo y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas sin recordatorios, usa símbolos, espacio y notación científica correctos y redacta un informe claro que otro equipo podría repetir.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o en la redacción del método.	Necesita recordatorios de seguridad; mezcla unidades o símbolos.	Incumple normas o comunica los resultados sin unidades.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas y mejora el propio a partir de 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 1 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé elegir cuántas hojas pesar para que el error relativo sea pequeño y calcular los errores de una medida.	○	○	○	○
Sé convertir unidades con factores de conversión y escribir cantidades en notación científica.	○	○	○	○
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 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: la cadena de factores paso a paso, un ejemplo de errores y datos ya medidos.

Cadena de factores de conversión

Se multiplica por una fracción que vale 1 y que deja **arriba** la unidad que queremos y **abajo** la unidad que sobra.

Ejemplo 1: $2\,487\ \text{g} \cdot \dfrac{1\ \text{kg}}{1000\ \text{g}} = 2{,}487\ \text{kg}$ (los gramos se simplifican).

Ejemplo 2: $0{,}1\ \text{mm} \cdot \dfrac{1\ \text{m}}{1000\ \text{mm}} = 0{,}0001\ \text{m} = 1 \cdot 10^{-4}\ \text{m}$.

Notación científica: muevo la coma hasta tener un número entre 1 y 10 y cuento los lugares. A la izquierda: exponente positivo; a la derecha: negativo.
$45\,000\,000 = 4{,}5 \cdot 10^{7}$ y $0{,}00032 = 3{,}2 \cdot 10^{-4}$.

Errores en tres pasos

Pesamos 40 hojas y sale 200 g. El valor de referencia de una hoja es 4,99 g.

1. **Masa por hoja:** $200\ \text{g} : 40 = 5{,}00\ \text{g}$.
2. **Error absoluto:** $|5{,}00 - 4{,}99| = 0{,}01\ \text{g}$.
3. **Error relativo:** $\dfrac{0{,}01}{4{,}99} \cdot 100 = 0{,}2\ \%$.

1 **Convierte usando la cadena de factores.**

350 g = _____ kg

75 cm = _____ m

0,5 mm = _____ m

3,2 kg = _____ g

2 **Escribe en notación científica: 3 000 000 m y 0,0004 m.**

3 **Tres pesadas de 20 hojas dan 99 g, 100 g y 101 g. Calcula la media y la masa de una hoja.**

4 **Si una hoja pesa 5,00 g y la resma completa marca 2 500 g, ¿cuántas hojas tiene? Y si marca 2 475 g, ¿cuántas?**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 1 · Medir el mundo sin engañarnos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

La densidad del papel y el tamaño de la muestra

Con una pila de 100 folios y un calibre digital (resolución 0,01 mm) puedes hallar el volumen de una hoja y, con su masa, la **densidad** del papel: $d = \frac{m}{V}$. Pero ¿cuánta pila hace falta para que el resultado sea fiable?

Pasos

1. Con el calibre, mide cinco veces la altura de 100 hojas (sin apretar) y calcula la media (usa los datos de F5 si no hay calibre: 10,37 mm). Calcula el grosor de una hoja en mm y en m con notación científica.
2. Calcula el volumen de una hoja en mm^3 y en cm^3 ($210\ \text{mm} \cdot 297\ \text{mm} \cdot e$) y la densidad con $m_1 = 4{,}99\ \text{g}$, en g/cm^3 y en kg/m^3.
3. Con la regla de 1 mm, calcula el error relativo de la altura de 100 hojas y de 500 hojas (la resma entera). ¿Cuántas hojas hay que apilar para que el error relativo de la altura sea del 1 % o menos?
4. Compara tu densidad con la del agua (1 000 kg/m^3) y explica si es coherente que un folio flote sobre el agua unos instantes. Indica una fuente de error por la compresión de la pila.

Entrega

Una página con los datos del calibre, el cálculo de la densidad con unidades, el análisis del error según el tamaño de la muestra y una conclusión sobre cuánto se puede fiar de la densidad.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 1 · Medir el mundo sin engañarnos

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: 2 500 g; $3 \cdot 10^8$ m/s; 1 mm; poco dispersas (preciso, pero no se puede asegurar que sea exacto).
2. Estimaciones: respuesta abierta. Valores razonables: masa de un folio entre 4 y 6 g; grosor entre 0,05 y 0,15 mm; hojas de una resma de 2 487 g, unas 500. Se valora que indiquen unidad y que el método sea posible (pesar una pila y dividir; medir una pila con regla y dividir).
3. Nadia pesaría unas pocas hojas, calcularía la masa de una (m/N) y dividiría la masa de la resma entre esa masa. Raúl señala que una sola hoja se pesa con muy poca resolución (5 g con ±0,5 g es un error del 10 %); la solución es pesar muchas hojas a la vez y dividir.

Ficha 2

1. Errores de lectura ±0,5 mm: 100 folios, 10 mm → 5 %; 20 folios, 2 mm → 25 %; 50 folios, 5 mm → 10 %. La pila de 100 folios da la menor incertidumbre relativa.
2. Error absoluto = $|199 - 199{,}6| = 0{,}6$ g. Error relativo = $0{,}6/199{,}6 \cdot 100 = 0{,}30$ % (≈ 0,3 %).
3. Resolución → cambio más pequeño que detecta un instrumento; error absoluto → diferencia entre lo medido y el valor de referencia; preciso → medidas repetidas muy parecidas; exacto → resultado cercano al valor de referencia; dispersión → rango entre la mayor y la menor lectura.
4. Se parece a la diana B (preciso, pero no exacto): las lecturas se parecen entre sí, pero todas se desvían 0,3 s. Un error sistemático se detecta comparando con un instrumento de referencia.

Ficha 3

1. 2,487 kg; 0,210 m; 0,0001 m ($1 \cdot 10^{-4}$ m); 0,080 kg/m²; 62 370 mm² · (1 m² / 10^6 mm²) = 0,06237 m².
2. 149,6 millones de km = 149 600 000 000 m = $1{,}496 \cdot 10^{11}$ m; 7 µm = 0,000007 m = $7 \cdot 10^{-6}$ m; 0,000 000 000 1 m = $1 \cdot 10^{-10}$ m; 5 972 000 000 000 000 000 000 000 kg = $5{,}972 \cdot 10^{24}$ kg (se acepta $5{,}97 \cdot 10^{24}$ kg).
3. Superficie = 0,210 m · 0,297 m = 0,06237 m²; masa = 80 g/m² · 0,06237 m² = 4,99 g.
4. Errores relativos: N = 1 → masa 4,99 g → 0,5/4,99 = 10 %; N = 10 → 49,9 g → 1,0 % (no baja del 1 %); N = 20 → 99,8 g → 0,50 %; N = 40 → 199,6 g → 0,25 %. El menor N de la tabla con error inferior al 1 % es 20; 40 es aún mejor.

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 (medias de tres lecturas): 10 hojas → 48-52 g (4,8-5,2 g por hoja); 20 hojas → 96-104 g; 40 hojas → 192-208 g (con balanza de 1 g, lecturas que difieren 1-2 g entre sí). Alturas con regla de 1 mm: 20 hojas → 2-3 mm; 50 hojas → 5-6 mm; 100 hojas → 10-11 mm (0,10-0,11 mm por hoja, pero la compresión de la pila puede variarlo).
3. Resma completa: entre 2 400 g y 2 550 g. Todavía no se puede saber cuántas hojas tiene: falta dividir la masa de la resma entre la masa de una hoja.

Ficha 5

1. 10 hojas: 50,3/10 = 5,03 g; E_a = |5,03 − 4,99| = 0,04 g; E_r = 0,8 %. 20 hojas: 99,7/20 = 4,98 g (4,985); E_a = 0,01 g; E_r = 0,2 %. 40 hojas: 199,7/40 = 4,99 g; E_a ≈ 0,00 g (sin diferencia apreciable); E_r ≈ 0 %. Con más hojas, el resultado se acerca más a la referencia.
2. Gráfica: puntos (10; 50,3), (20; 99,7) y (40; 199,7) casi sobre la recta m = 4,99 · N que pasa por el origen; pendiente ≈ 5 g/hoja. Con su propio equipo, el rango plausible de la pendiente es 4,8-5,2 g/hoja.
3. $N = M/m_1$ = 2 487 g / 4,99 g = 498,4 ≈ 498 hojas (error ≈ 0,25 % → ±1 hoja). Diferencia con la etiqueta: −2 hojas (−0,4 %). Conclusión proporcionada: no se puede asegurar que falten hojas, porque 2 hojas son menos de lo que varía la masa entre hojas y el gramaje real puede no ser exactamente 80 g/m². Si el equipo usa 10 hojas (5,03 g) obtiene 494 hojas; con 20 hojas (4,98 g), 499 hojas.
4. Altura de 100 hojas con regla: media = (10 + 11 + 10 + 10 + 12 + 10 + 11 + 9)/8 = 83/8 = 10,4 mm; rango = 12 − 9 = 3 mm. Con calibre: media = 10,37 mm; rango = 10,45 − 10,30 = 0,15 mm. El calibre tiene menor dispersión (más preciso). Grosor de una hoja ≈ 0,104 mm.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar la resolución de la balanza», «añadir la cadena de factores en la conversión»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Fuentes de error y límites habituales: resolución de 1 g de la balanza (se reduce pesando más hojas); variación entre hojas y gramaje real (se reduce con otras muestras); compresión de la pila y colocación de la regla (usar calibre o medir sin apretar); humedad del papel (conservar las hojas en el mismo lugar).

Ficha 7

1. Masa de una moneda = 39 g / 10 = 3,9 g. Monedas: 1 962 g / 3,9 g = 503,1 ≈ 503. Masa del tarro: 1 962 g · (1 kg / 1000 g) = 1,962 kg.
2. Error relativo de la lectura de 39 g: 0,5/39 · 100 = 1,3 %. Para que sea < 0,5 % hace falta una masa mayor que 0,5/0,005 = 100 g, es decir, N > 100 g / 3,92 g ≈ 25,5, o sea, al menos 26 monedas. Con el valor oficial: 1 962 / 3,92 = 500,5 ≈ 500 monedas (unas 3 monedas de diferencia con 503, 0,5 %).
3. Crítica: una sola moneda con 4 g tiene un error de lectura ±0,5 g, es decir, 12,5 % (0,5/4); eso lleva a 1 962/4 = 490 monedas, pero el intervalo posible va de unas 436 a unas 560 monedas (1 962/4,5 = 436; 1 962/3,5 = 561). No hay seguridad: falta repetir y pesar muchas monedas.
4. Diámetro: 21,25 mm = 0,02125 m = $2{,}125 \cdot 10^{-2}$ m. Error de lectura de la regla ±0,5 mm → 0,5/21,25 = 2,4 %, inferior al 5 %: la regla es suficiente (aunque el calibre sería mejor).

Refuerzo (Anexo 8)

1. 0,350 kg; 0,75 m; 0,0005 m ($5 \cdot 10^{-4}$ m); 3 200 g.
2. 3 000 000 m = $3 \cdot 10^{6}$ m; 0,0004 m = $4 \cdot 10^{-4}$ m.
3. Media = (99 + 100 + 101)/3 = 100 g; masa por hoja = 100/20 = 5,00 g.
4. 2 500 g / 5,00 g = 500 hojas; 2 475 g / 5,00 g = 495 hojas.

Ampliación (Anexo 9)

1. Media de la altura de 100 hojas con calibre = (10,35 + 10,40 + 10,30 + 10,45 + 10,35)/5 = 10,37 mm; grosor de una hoja e = 0,1037 mm = $1{,}037 \cdot 10^{-4}$ m.
2. Volumen de una hoja = 210 mm · 297 mm · 0,1037 mm = 6 468 mm^3 = 6,47 cm^3 (1 cm^3 = 1000 mm^3). Densidad = 4,99 g / 6,47 cm^3 = 0,771 g/cm^3 = 771 kg/m^3 (rango razonable 700-900 kg/m^3; el papel contiene aire y fibras).
3. Error relativo con la regla: 100 hojas → 0,5/10,37 = 4,8 %; 500 hojas (51,85 mm) → 0,5/51,85 = 0,96 % (< 1 %). Para ≤ 1 % hace falta una altura ≥ 50 mm, es decir, unas 500 hojas: la resma entera.
4. La densidad del papel (771 kg/m^3) es menor que la del agua (1 000 kg/m^3), así que flota un instante, aunque se moja y se hunde. Fuente de error: al apretar la pila se reduce su altura y la densidad calculada sale mayor.

Errores frecuentes

- Pesar una sola hoja (o muy pocas) y sacar conclusiones con una resolución de 1 g.
- Confundir resolución (propiedad del instrumento) con error relativo (resolución dividida por el valor medido).
- Mezclar mm y m en una cadena de factores, o usar 1 m^2 = 1000 mm^2 en lugar de 10^6 mm^2.
- Escribir mal la notación científica (por ejemplo, $12 \cdot 10^{-5}$ o signo del exponente equivocado).
- Pensar que «preciso» y «exacto» son sinónimos, o que una media con muy pocas lecturas es siempre exacta.
- Concluir «faltan hojas» a partir de una diferencia del 0,4 % sin comparar con la variación real entre hojas.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de los datos propios y declara su error, aunque no coincida con 498 hojas; se valora más el razonamiento y la calidad que el número exacto.
- En los cálculos se valoran el planteamiento, la cadena de factores, la unidad y la comprobación del orden de magnitud, no solo el resultado.
- Los resultados experimentales varían con la balanza y las hojas: aceptar masas por hoja de 4,8 a 5,2 g y alturas de 100 hojas de 9 a 12 mm.
- Seguridad: material de bajo riesgo; vigilar el reparto de la resma (peso) y la estabilidad de la balanza; reciclar el papel.

02

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

La historia del átomo

PREGUNTA GUÍA

¿Qué evidencias hicieron necesario cambiar los modelos atómicos?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE3, CE6	PRODUCTO FINAL Expediente histórico de modelos, isótopos y partículas	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 3.1, 3.2, 6.1

Contexto, reto y producto

El Museo de la Ciencia de tu ciudad prepara la exposición temporal **«Cinco retratos del átomo»** y ha pedido ayuda a los institutos: necesita el **expediente histórico** de cada modelo atómico, con la evidencia que lo apoyó, la evidencia que lo hizo insuficiente y la persona o el equipo que dio el paso siguiente. El comisario ha dejado un aviso en la entrada de la sala: «Ningún modelo está en la vitrina porque sea el último, sino porque explicó algo que el anterior no podía».

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de comisariado científico**. Lee las pruebas de cada época (la composición de los compuestos, los rayos catódicos, la lámina de oro bombardeada con partículas alfa, la luz del hidrógeno), analiza datos de una **práctica de «caja negra» con canicas**, aprende a contar **protones, neutrones y electrones** de átomos e iones, calcula la masa atómica media a partir de los **isótopos** y reconoce que la ciencia se corrige a sí misma, con aportaciones de hombres y mujeres como Marie Curie, Lise Meitner o Maria Goeppert Mayer. El resultado es un expediente que sostiene cada afirmación con una evidencia.

Reto

Redactar el expediente histórico de los modelos atómicos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr, con la evidencia que obligó a cambiar cada uno, y completarlo con una ficha de partículas e isótopos de átomos reales.

Producto final

Expediente histórico de modelos, isótopos y partículas.

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.

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.

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.

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
B3	Estructura atómica: desarrollo histórico de los modelos atómicos, existencia, formación y propiedades de los isótopos y ordenación de los elementos en la tabla periódica.
A7	Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y la mejora de la sociedad.
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

- Modelos de Dalton (1808), Thomson (1904), Rutherford (1911) y Bohr (1913): idea central, dibujo, evidencia que lo apoya y límite que lo supera; el modelo cuántico (1926) como estado actual, sin formalismo.
- Partículas subatómicas: protón, neutrón y electrón (carga, masa en u y en kg, localización), y orden de magnitud del átomo y del núcleo (10^{-10} m frente a 10^{-15} m).
- Número atómico Z, número másico A, átomo neutro e ion (ganancia o pérdida de electrones); notación ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$.
- Isótopos: mismo Z y distinto A; tabla de abundancias, masa atómica media y un ejemplo de aplicación (carbono-14 y datación).
- Ciencia revisable: un modelo se sustituye cuando aparece una evidencia que no explica; aportaciones de Marie Curie, Lise Meitner, Maria Goeppert Mayer y otros científicos.

Objetivos didácticos

- ✓ Describir los modelos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr con un dibujo y una frase, e identificar para cada uno la evidencia experimental que lo apoyó y la que mostró sus límites.
- ✓ Interpretar el experimento de Geiger y Marsden con la lámina de oro y explicar por qué contradice el modelo de Thomson y apoya un núcleo pequeño, denso y positivo.
- ✓ Determinar el número de protones, neutrones y electrones de átomos neutros e iones a partir del número atómico, el número másico y la carga.
- ✓ Resolver problemas con isótopos: identificarlos, interpretar tablas de abundancias y calcular la masa atómica media.
- ✓ Analizar datos (práctica de caja negra, niveles del hidrógeno) para inferir una estructura que no se ve, y valorar la ciencia como un proceso en construcción con aportaciones de hombres y mujeres.

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 encargo del museo, diagnóstico inicial y primera idea de cómo es un átomo

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, dibujo previo del átomo y predicción sobre por qué cambian los modelos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Cronología y modelos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr: qué evidencia apoya o contradice cada uno

Evidencia: Ficha 2: tabla de modelos con evidencia y límite, y ordenación de hitos (F2, F3, F4).

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Partículas, número atómico y másico, iones e isótopos: aplicación guiada con problemas

Evidencia: Ficha 3: tabla de p, n y e de átomos e iones, dibujo de un átomo y razonamiento sobre Rutherford.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica de caja negra con canicas (analogía del experimento de Rutherford) y toma de datos

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tabla de canicas desviadas por carril.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: estimar el obstáculo, niveles de Bohr, escala del átomo y masa atómica media

Evidencia: Ficha 5: anchura estimada con su error, longitudes de onda del hidrógeno y masa media del cloro.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del expediente histórico y revisión entre equipos con la lista de comprobación

Evidencia: Ficha 6: revisión cruzada con propuestas de mejora y justificación de la evidencia de cada modelo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del expediente y evidencia individual: un caso nuevo (neón) y valoración de la ciencia como proceso

Evidencia: Expediente (Anexo 4) y Ficha 7: partículas, masa media del neón y argumento sobre la ciencia revisable.

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 se sustituyó cada modelo atómico, relacionando el hecho experimental (rayos catódicos, lámina de oro, espectro del hidrógeno) con el cambio de modelo, y del fenómeno de los isótopos.	Fichas 2, 3 y 5 y expediente (Anexo 4) / lista de cotejo y rúbrica
3.1	Interpretación y relación de datos en formatos distintos: cronología (F2), dibujo del experimento (F4), tabla de caja negra (F7), niveles del hidrógeno (F8) y tabla de isótopos (F9), extrayendo lo relevante para cada problema.	Fichas 4, 5 y 7 / rúbrica
3.2	Uso correcto de símbolos, notación ${}^{A}_{Z}\mathrm{X}$, unidades (u, kg, m, nm, eV), notación científica y cálculos de partículas, masa media y longitud de onda, con resultados con unidad.	Fichas 3, 5 y 7 / lista de cotejo
6.1	Valoración de la ciencia como proceso en construcción a partir de hechos históricos verificables (Becquerel, Curie, Thomson, Rutherford, Meitner, Goeppert Mayer) y de sus repercusiones en la tecnología y la sociedad (datación por carbono-14, energía nuclear).	Fichas 2, 6 y 7 y expediente / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica cada modelo y la evidencia que lo sustituye, interpreta la lámina de oro y los isótopos con rigor y reconoce los límites del modelo de Bohr y que el modelo actual es cuántico.	Explica correctamente lo esencial de cada modelo y de su evidencia; alguna imprecisión sobre los límites.	Describe los modelos pero no relaciona bien la evidencia con el cambio; confunde alguna partícula.	Errores esenciales: confunde modelos, partículas o isótopos.
Datos y resolución	Calcula p, n y e de átomos e iones sin errores, halla la masa media con planteamiento y unidad, interpreta la tabla de la caja negra y la de Bohr con cálculos comprobados.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades, redondeo o de signo en iones.	Resuelve parte de los cálculos; el planteamiento está incompleto.	No hay estrategia válida o los resultados carecen de unidad.
Investigación	Infiere con la caja negra la anchura del obstáculo, calcula su error, compara con la analogía del núcleo y distingue dato, inferencia y conclusión.	Infiere la anchura con alguna imprecisión en el error o en la analogía.	Recoge datos pero la inferencia es débil o va más allá de los datos.	No distingue dato e inferencia.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas de la caja negra sin recordatorios, usa símbolos, notación y vocabulario preciso (isótopo, ion, nivel de energía) y redacta con claridad.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o vocabulario.	Necesita recordatorios de seguridad; mezcla términos (átomo, ion, isótopo).	Incumple normas o comunica sin lenguaje científico.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el expediente de otro equipo con propuestas concretas basadas en la evidencia y mejora el propio.	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: caja negra de cartón de 40 × 40 cm con bordes de 3 cm y cubierta de cartulina que oculta un obstáculo (círculo de 12 cm, cuadrado de 10 cm o dos discos de 6 cm, a elección del docente), 10 canicas de 16 mm, regla, cinta adhesiva y una bandeja para recogerlas.
- Tarjetas de modelos y de partículas (plantilla del docente), tabla periódica de apoyo (con Z y A) y calculadora.
- Opcional: ordenador o tablet con la simulación «Dispersión de Rutherford» de PhET (Universidad de Colorado).

Seguridad y residuos

Actividad de modelización, datos y canicas: sin reactivos, llama ni material radiactivo (de la radiactividad solo se trabajan datos y simulaciones). Riesgo principal: resbalar con canicas en el suelo; trabajar sobre la mesa con bordes elevados y una bandeja, hacer rodar las canicas despacio sin lanzarlas y recogerlas al terminar. Guardar las cajas y las canicas contadas; el cartón dañado va al contenedor azul.

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

Tarjetas de modelos con dibujo ya hecho, tabla de partículas con la primera fila resuelta, recetas de Z, A y carga en el Anexo 8 y datos de la caja negra ya recogidos (F7).

Ampliación

Anexo 9

Anexo 9: datación por carbono-14 con la gráfica de desintegración y valoración de qué evidencia haría falta para cambiar de nuevo el modelo.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 2 · La historia del átomo

ALUMNADO

El museo de la ciencia inaugura la exposición «Cinco retratos del átomo» y os ha pedido el expediente de cada modelo. ¿Cómo sabemos cómo es algo que no se puede ver? Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr no vieron un átomo: dedujeron su estructura de hechos experimentales. Vais a trabajar como comisarios científicos: leeréis las pruebas de cada época, reproduciréis con canicas la lógica del experimento de la lámina de oro, contaréis partículas e isótopos y explicaréis por qué cada modelo tuvo que dejar paso al siguiente. Entre las personas que aparecen en vuestro expediente hay mujeres que cambiaron la física y la química.

> *¿Qué evidencias hicieron necesario cambiar los modelos atómicos?*

Vuestro reto

Redactar el expediente histórico de los modelos atómicos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr, con la evidencia que obligó a cambiar cada uno, y completarlo con una ficha de partículas e isótopos de átomos reales.

Lo que vais a producir

Expediente histórico de modelos, isótopos y partículas.

Seguridad. Actividad de modelización, datos y canicas: sin reactivos, llama ni material radiactivo (de la radiactividad solo se trabajan datos y simulaciones).

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el encargo del museo, hacemos el diagnóstico y dibujamos nuestro átomo inicial.
2. Estudiamos la cronología y los modelos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr con sus evidencias.
3. Contamos protones, neutrones y electrones de átomos, iones e isótopos.
4. Hacemos la práctica de caja negra con canicas y anotamos los datos con seguridad.
5. Estimamos el obstáculo oculto, analizamos el hidrógeno de Bohr y calculamos una masa atómica media.
6. Redactamos el expediente y otro equipo lo revisa con la lista de comprobación.
7. Presentamos el expediente y resolvemos un caso nuevo de forma individual.

Al terminar seré capaz de...

- ✓ Describir los modelos de Dalton, Thomson, Rutherford y Bohr con un dibujo y una frase, e identificar para cada uno la evidencia experimental que lo apoyó y la que mostró sus límites.
- ✓ Interpretar el experimento de Geiger y Marsden con la lámina de oro y explicar por qué contradice el modelo de Thomson y apoya un núcleo pequeño, denso y positivo.
- ✓ Determinar el número de protones, neutrones y electrones de átomos neutros e iones a partir del número atómico, el número másico y la carga.
- ✓ Resolver problemas con isótopos: identificarlos, interpretar tablas de abundancias y calcular la masa atómica media.
- ✓ Analizar datos (práctica de caja negra, niveles del hidrógeno) para inferir una estructura que no se ve, y valorar la ciencia como un proceso en construcción con aportaciones de hombres y mujeres.

¿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 · La historia del átomo

ALUMNADO

Todo lo necesario para el expediente: el encargo del museo, una cronología verificable, los cinco modelos dibujados, el esquema del experimento de la lámina de oro, la tabla de partículas, el protocolo de la caja negra y sus datos, los niveles del hidrógeno, un cuadro de isótopos con ejemplo resuelto y un glosario.

F1 El encargo del museo

ESTUDIO DE CASO

El museo quiere una sala con **cinco paneles**, uno por modelo del átomo. Para cada panel, el comisario pide cuatro cosas:

- **Quién y cuándo:** la persona o el equipo y la fecha.
- **La idea:** cómo imagina el átomo, con un dibujo.
- **La evidencia a favor:** qué hecho experimental explicaba.
- **El límite:** qué hecho nuevo no podía explicar y obligó a cambiarlo.

Un visitante curioso ha escrito en el libro de la sala: «Si los modelos se cambian, ¿es que los científicos no saben nada? ¿Para qué estudiar el átomo de Bohr si ya no es el bueno?». El comisario responde: «Un modelo es una herramienta, no una fotografía. Sirve mientras explica los hechos; cuando aparecen hechos nuevos, se mejora».

Fuente: Encargo ficticio creado para el aula. Los hechos históricos de la sala están contrastados (véase la cronología F2).

Redacta con tus palabras una respuesta al visitante usando solo lo que sabes ahora. Al final de la SdA la volverás a escribir.

F2 Cronología del átomo: hechos contrastados

CRONOLOGÍA

Siglo V a. C.	Leucipo y Demócrito (Grecia) proponen que la materia está formada por átomos indivisibles; es una idea filosófica, sin experimentos.
1808	John Dalton publica «A New System of Chemical Philosophy»: los átomos de cada elemento son iguales entre sí y distintos de los de otros elementos; los compuestos se forman al unirse átomos en proporciones fijas.
1896	Henri Becquerel descubre que las sales de uranio emiten radiación sin necesidad de luz: la radiactividad.
1897	J. J. Thomson, con rayos catódicos, descubre el electrón: una partícula con carga negativa y mucho más ligera que el átomo de hidrógeno (unas 1 800 veces).
1898	Marie Curie y Pierre Curie descubren el polonio y el radio; Marie Curie propone el término «radiactividad».
1903 y 1911	Marie Curie recibe el Nobel de Física (1903, compartido con Pierre Curie y Henri Becquerel) y el Nobel de Química (1911).
1904	Thomson propone el modelo del «pudin de pasas»: una esfera positiva con electrones incrustados.
1909	Hans Geiger y Ernest Marsden, en el laboratorio de Ernest Rutherford (Mánchester), bombardean una lámina de oro con partículas alfa: casi todas la atraviesan, pero una de cada unas 8 000 rebota hacia atrás.
1911	Rutherford interpreta esos datos y propone el átomo nuclear: un núcleo diminuto, denso y positivo con los electrones alrededor.
1913	Niels Bohr propone electrones en órbitas con energías fijas, lo que explica las líneas del espectro del hidrógeno. Frederick Soddy propone el término «isótopo»; J. J. Thomson halla que el neón tiene átomos de dos masas distintas (20 y 22).
1919	Rutherford identifica el protón (núcleos de hidrógeno liberados al bombardear nitrógeno con partículas alfa). Francis Aston construye el espectrógrafo de masas y confirma isótopos en muchos elementos.
1926	Erwin Schrödinger formula la ecuación que da lugar al modelo cuántico: los electrones se describen por orbitales (regiones de probabilidad), no por órbitas.
1932	James Chadwick descubre el neutrón.
1938-1939	Lise Meitner y Otto Frisch explican la fisión nuclear descubierta por Otto Hahn y Fritz Strassmann.
1963	Maria Goeppert Mayer recibe el Nobel de Física (compartido) por el modelo de capas del núcleo atómico.

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes históricas (Nobel Prize, Royal Society, Nature). Las fechas son las de publicación o presentación de los resultados.

F3 Cinco retratos del átomo

ESQUEMA



Dalton
1808
esfera maciza e indivisible

Thomson
1904
esfera positiva con electrones incrustados

Rutherford
1911
núcleo diminuto + y electrones lejos

Bohr
1913
electrones en órbitas de energía fija

Cuántico
1926
electrones en nube de probabilidad

● núcleo (+) ● electrón (−)

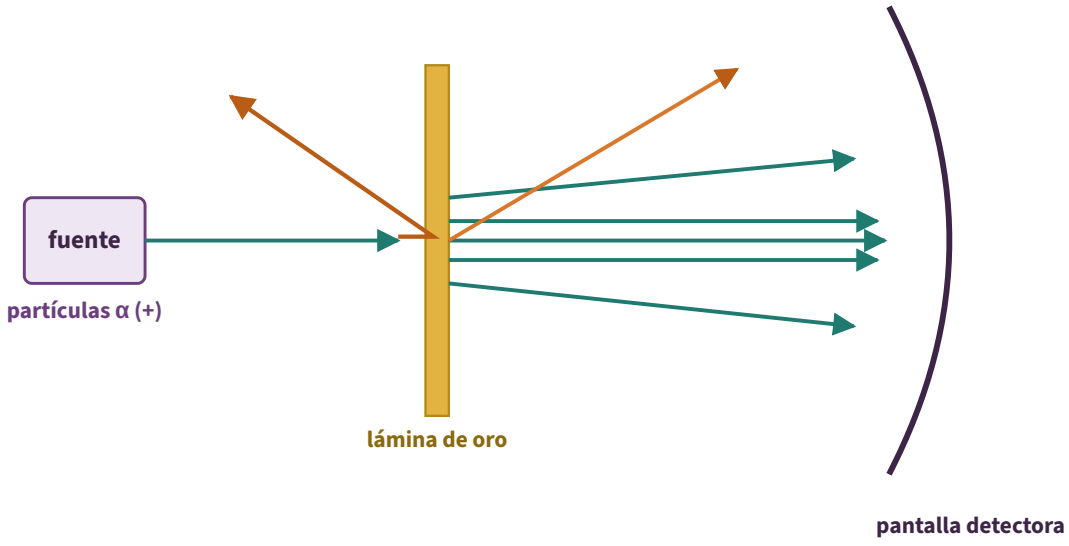
Los dibujos no están a escala: el núcleo es unas 100 000 veces menor que el átomo.

Fuente: Esquemas de elaboración propia. Los tamaños no están a escala.

¿Qué cambia entre el modelo de Thomson y el de Rutherford? ¿Y entre el de Rutherford y el de Bohr?

F4 El experimento de la lámina de oro (Geiger y Marsden, 1909)

ESQUEMA



- La inmensa mayoría atraviesa la lámina casi sin desviarse.
- Unas pocas se desvían mucho; una de cada ≈ 8 000 rebota hacia atrás.

Fuente: Esquema de elaboración propia a partir de los resultados publicados por Geiger y Marsden (1909) y la interpretación de Rutherford (1911). No está a escala.

Con el modelo de Thomson (carga positiva repartida y electrones muy ligeros) no se esperaban rebotes. ¿Qué tipo de estructura en el átomo puede hacer rebotar una partícula alfa?

F5 Las tres partículas del átomo

DATOS

Partícula	Carga relativa	Masa (u)	Masa (kg)	Dónde está	Descubrimiento
Protón	+1	1,0073	$1{,}673 \cdot 10^{-27}$	núcleo	Rutherford, 1919
Neutrón	0	1,0087	$1{,}675 \cdot 10^{-27}$	núcleo	Chadwick, 1932
Electrón	−1	0,00055	$9{,}11 \cdot 10^{-31}$	corteza	Thomson, 1897

Número atómico (Z): número de protones; define el elemento. **Número másico (A):** protones + neutrones. En un átomo neutro, electrones = protones. Un **ion** tiene distinto número de electrones que de protones: pierde electrones si es positivo (catión) y los gana si es negativo (anión). Se escribe $^{A}_{Z}\mathrm{X}$: por ejemplo, $^{35}_{17}\mathrm{Cl}$. La masa del protón es unas **1 836 veces** la del electrón. Tamaños: átomo, unos 10^{-10} m; núcleo, del orden de 10^{-15} m.

Fuente: Valores de referencia redondeados (NIST CODATA 2018). 1 u = $1{,}66 \cdot 10^{-27}$ kg.

¿Por qué casi toda la masa del átomo está en el núcleo si este ocupa una parte tan pequeña del volumen?

F6 Protocolo: la caja negra con canicas (analogía de Rutherford)

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): caja de cartón de 40 × 40 cm con bordes de 3 cm; cubierta de cartulina que oculta un obstáculo fijo preparado por el docente (círculo de 12 cm, cuadrado de 10 cm o dos discos de 6 cm); 10 canicas de 16 mm; regla; cinta adhesiva; bandeja. Se marcan en el borde de entrada **10 carriles de 4 cm** (de 0 a 40 cm), numerados del 1 al 10.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgo: resbalar con canicas en el suelo. Precauciones: trabajar sobre la mesa con los bordes elevados, hacer rodar las canicas despacio (no lanzarlas), no jugar con ellas y recoger las que caigan al momento.

Variables: independiente, el carril de entrada; dependiente, si la canica sale desviada (por un lado o hacia atrás) o sale recta por el carril opuesto. Se mantienen: la misma canica, la velocidad lenta y la misma posición de la caja.

Roles: lanzador, observador (dice «recta» o «desviada»), secretario y responsable de seguridad.

Procedimiento:

1. Colocad la caja sobre la mesa, sin mirar debajo de la cubierta, y la bandeja a la salida.
2. Haced rodar una canica despacio por el **carril 1**. El observador anota si sale **recta** (por el carril opuesto) o **desviada** (cualquier otra salida o rebote).
3. Repetid **5 veces por carril** y pasad al carril siguiente hasta el 10 (50 lanzamientos por equipo).
4. Sumad los resultados de los equipos de la clase para tener **20 lanzamientos por carril** (datos de F7 si falta tiempo).
5. Calculad la fracción de canicas desviadas sobre el total y estimad la anchura del obstáculo con $\text{anchura} \approx \text{fracción desviada} \cdot 40\ \text{cm}$.
6. Dibujad la forma que creéis que oculta la caja y abridla para comprobarlo.

Limpieza y residuos: guardad las canicas contadas, retirad la cinta y dejad la caja y la mesa despejadas. El cartón estropeado va al contenedor azul.

Resultado esperable: los carriles centrales dan 15-19 desviadas de 20; los laterales, 0-3. La anchura estimada coincide con el obstáculo más una canica (1,6 cm), con un error de 1-2 cm. **Alternativa sin material:** simulación «Dispersión de Rutherford» de PhET, con partículas alfa y la lámina de oro.

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

En el experimento real, ¿qué corresponde a las canicas, a la caja y al obstáculo oculto?

F7 Datos de la caja negra de la clase (20 lanzamientos por carril)

DATOS

Carril	Posición (cm)	Lanzadas	Desviadas	% desviadas
1	0-4	20	0	0 %
2	4-8	20	0	0 %
3	8-12	20	2	10 %
4	12-16	20	13	65 %
5	16-20	20	18	90 %
6	20-24	20	17	85 %
7	24-28	20	12	60 %
8	28-32	20	3	15 %
9	32-36	20	0	0 %
10	36-40	20	0	0 %

Totales: 200 lanzadas y 65 desviadas. Fracción desviada: $\frac{65}{200} = 0{,}325$. **Si el modelo fuera el de Thomson** (el obstáculo fuese «blando» y repartido), se esperarían desviaciones muy pequeñas en todos los carriles.

Fuente: Datos ilustrativos, creados para el aula, de una caja con un obstáculo circular de 12 cm. Cuatro equipos, 5 lanzamientos por carril y equipo.

¿En qué carriles se concentran las desviaciones? ¿Qué te dice eso de la posición del obstáculo?

F8 Los niveles de energía del hidrógeno y su luz (modelo de Bohr)

DATOS

Nivel n	Energía (eV)	Salto hacia n = 2	Energía emitida (eV)	Línea observada
1	−13,60	—	—	—
2	−3,40	—	—	—
3	−1,51	3 → 2	1,89	656,3 nm (rojo)
4	−0,85	4 → 2	2,55	486,1 nm (azul verdoso)
5	−0,54	5 → 2	2,86	434,0 nm (azul violeta)
6	−0,38	6 → 2	3,02	410,2 nm (violeta)

Cuando un electrón **baja** de un nivel a otro, emite una luz de energía igual a la **diferencia** entre los dos niveles. La longitud de onda se calcula con $\lambda\,(\text{nm}) = \dfrac{1240}{E\,(\text{eV})}$. En 1913 Bohr explicó así por qué el hidrógeno emite **solo unas líneas de color concretas** y no todos los colores. Su modelo funciona bien para el hidrógeno, pero falla en átomos con más electrones.

Fuente: Valores de referencia redondeados: energías de los niveles $E_n = -13{,}6/n^2$ eV y longitudes de onda de la serie de Balmer. 1 nm = 10^{-9} m.

Calcula la energía del salto 3 → 2 como diferencia de niveles y comprueba que sale 1,89 eV.

F9 Isótopos: cuadro de datos y ejemplo resuelto

DATOS

Isótopo	Z	A	Protones	Neutrones	Abundancia
Hidrógeno-1 (protio)	1	1	1	0	99,98 %
Hidrógeno-2 (deuterio)	1	2	1	1	0,02 %
Hidrógeno-3 (tritio)	1	3	1	2	trazas (radiactivo)
Carbono-12	6	12	6	6	98,9 %
Carbono-13	6	13	6	7	1,1 %
Carbono-14	6	14	6	8	trazas (radiactivo)
Cloro-35	17	35	17	18	75,8 %
Cloro-37	17	37	17	20	24,2 %

Ejemplo resuelto 1: partículas. ¿Cuántas partículas tienen $^{23}_{11}\text{Na}$ y el ion Na^+?

- Protones $= Z = 11$. Neutrones $= A - Z = 23 - 11 = 12$. Átomo neutro: electrones $= 11$.
- El ion Na^+ ha perdido 1 electrón: electrones $= 11 - 1 = 10$. Los protones y neutrones no cambian.

Ejemplo resuelto 2: masa atómica media del cloro. Se calcula con la masa de cada isótopo (aquí aproximada por su número másico) y su abundancia:

$$\bar{m} = \frac{75{,}8 \cdot 35 + 24{,}2 \cdot 37}{100} = \frac{2653 + 895{,}4}{100} = 35{,}48 \approx 35{,}5\ \text{u}$$

El valor de la tabla periódica es 35,45 u; la pequeña diferencia viene de usar números másicos enteros.

Fuente: Abundancias naturales redondeadas (IUPAC/NIST). El carbono-14 y el tritio son radiactivos y se presentan solo como dato.

¿Por qué la masa atómica del cloro en la tabla periódica no es un número entero?

F10 Vocabulario del expediente

GLOSARIO

Modelo científico	Representación que explica los hechos conocidos y permite hacer predicciones; se cambia cuando aparecen hechos que no explica.
Evidencia	Observación o medida que apoya o contradice una explicación.
Núcleo	Parte central del átomo, con protones y neutrones; es positivo y concentra casi toda la masa.
Corteza	Zona del átomo donde se encuentran los electrones.
Número atómico (Z)	Número de protones del átomo; identifica el elemento.
Número másico (A)	Suma de protones y neutrones del núcleo.
Isótopos	Átomos del mismo elemento (igual Z) con distinto número de neutrones (distinto A).
Ion	Átomo que ha ganado o perdido electrones y tiene carga eléctrica.
Radiactividad	Emisión de radiación por núcleos inestables; descubierta por Becquerel (1896) y estudiada por los Curie.
Nivel de energía	Valor fijo de energía que puede tener un electrón en el modelo de Bohr.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 3.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 2 · La historia del átomo

ALUMNADO

FICHA 1 El encargo del museo

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa F3. Responde primero al diagnóstico de forma individual.

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

Un átomo neutro tiene 11 protones. ¿Cuántos electrones tiene?

☐ 0 ☐ 11 ☐ 22

Los electrones tienen carga…

☐ positiva ☐ negativa ☐ ninguna

Un ion es un átomo que…

☐ ha ganado o perdido electrones ☐ ha ganado o perdido protones ☐ tiene más neutrones

Un modelo científico se cambia cuando…

☐ al comisario le parece antiguo ☐ aparecen hechos que no explica ☐ lo decide una votación

2 **Dibuja cómo imaginas un átomo, sin mirar el dossier, y rotula lo que sepas.**

3 **Predicción: ¿por qué crees que se han cambiado los modelos del átomo a lo largo de la historia? Escribe tu hipótesis y una pregunta que te gustaría resolver.**

FICHA 2 Cronología y modelos: evidencia y límite

Sesión 2

Usa la cronología F2 y los dibujos F3 y F4.

1 **Completa la tabla de modelos con ayuda de F2, F3 y F4.**

Modelo (autoría y año)	Idea del átomo	Evidencia que lo apoya	Límite o hecho que lo supera
Dalton, 1808			
Thomson, 1904			
Rutherford, 1911			
Bohr, 1913			

2 **Relaciona cada hecho experimental con la persona o el equipo y la conclusión.**

1 Rayos catódicos (1897) ●

2 Lámina de oro (1909) ●

3 Luz del hidrógeno (1913) ●

4 Descubrimiento del neutrón (1932) ●

● **a** Chadwick: hay una tercera partícula en el núcleo

● **b** Bohr: los electrones solo ocupan niveles de energía fijos

● **c** Thomson: existe el electrón, una partícula con carga negativa

● **d** Geiger y Marsden, interpretados por Rutherford: núcleo pequeño, denso y positivo

3 **Ordena de más antiguo a más reciente: núcleo de Rutherford, electrón de Thomson, órbitas de Bohr, átomo de Dalton. Después indica una persona de la cronología que no fuera un hombre y qué aportó.**

FICHA 3 Partículas, iones e isótopos

Sesión 3

Consulta F5, F9 y F10. Recuerda: protones = Z; neutrones = A − Z; electrones = protones − carga.

1 **Completa la tabla de partículas.**

Especie	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones
$^{23}_{11}\mathrm{Na}$					
$^{16}_{8}\mathrm{O}$					
$^{35}_{17}\mathrm{Cl}^{-}$					
$^{27}_{13}\mathrm{Al}^{3+}$					
$^{14}_{6}\mathrm{C}$					

2 **Indica cuáles de estas especies son isótopos del mismo elemento y explica por qué: $^{12}_{6}\mathrm{C}$, $^{14}_{6}\mathrm{C}$, $^{14}_{7}\mathrm{N}$.**

3 **Dibuja el átomo de litio ($^{7}_{3}\mathrm{Li}$) según Rutherford: núcleo con sus partículas y electrones. Indica cuántas hay de cada tipo.**

4 **Verdadero o falso (F4). Corrige las falsas.**

	V	F
La mayoría de las partículas alfa atraviesa la lámina casi sin desviarse.	☐	☐
Con el modelo de Thomson se esperaban muchos rebotes hacia atrás.	☐	☐
Los rebotes indican que la carga positiva y la masa están concentradas en un espacio muy pequeño.	☐	☐
El núcleo ocupa la mayor parte del volumen del átomo.	☐	☐

FICHA 4 En el laboratorio: la caja negra

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 caja está sobre la mesa y la bandeja a la salida
- ☐ Las canicas se hacen rodar despacio, sin lanzarlas
- ☐ No hay canicas en el suelo ni en las sillas
- ☐ Nadie mira bajo la cubierta hasta el final
- ☐ Cada persona conoce su rol
- ☐ Sabemos dónde se guarda el material al terminar

2 **Anota los lanzamientos de vuestro equipo (5 por carril) y los de la clase si los hay.**

Carril	Posición (cm)	Lanzadas (equipo)	Desviadas (equipo)	Lanzadas (clase)	Desviadas (clase)
1	0-4				
2	4-8				
3	8-12				
4	12-16				
5	16-20				
6	20-24				
7	24-28				
8	28-32				
9	32-36				
10	36-40				

3 **Antes de abrir la caja: dibuja la forma que crees que oculta y explica en qué datos te basas.**

FICHA 5 Tratamos los datos: del obstáculo al núcleo

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los de la clase (F7), y con F5 y F8.

1 **Con los datos de F7, calcula la fracción desviada y estima la anchura del obstáculo. Compara con su valor real (12 cm de obstáculo + 1,6 cm de canica) y calcula el error relativo.**

2 **Con F8, calcula la energía de los saltos 4 → 2, 5 → 2 y 6 → 2 como diferencia de niveles, la longitud de onda con $\lambda = 1240/E$ y asocia cada una al color observado.**

Salto	Energía (eV)	λ calculada (nm)	Color observado
3 → 2	1,89		
4 → 2			
5 → 2			
6 → 2			

3 **Escala del átomo (F5): si el átomo (10^{-10} m) fuera un estadio de 100 m de diámetro, ¿qué tamaño tendría el núcleo (10^{-15} m)? Explica la relación con los rebotes raros de F4.**

4 **Calcula la masa atómica media del cloro con las abundancias de F9 y compárala con el valor de la tabla periódica (35,45 u).**

FICHA 6 Escribimos y revisamos el expediente

Sesión 6

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

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

- ☐ Cada modelo tiene autoría, fecha y dibujo
- ☐ Cada modelo indica la evidencia que lo apoya y su límite
- ☐ Se explica el experimento de la lámina de oro y su conclusión
- ☐ La tabla de partículas e isótopos está completa y con unidades
- ☐ Aparece al menos una científica con su aportación correcta
- ☐ Todas las afirmaciones históricas coinciden con la cronología F2
- ☐ Se explica por qué los modelos son revisables

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

3 **Volved a responder al visitante curioso de F1 con lo que sabéis ahora (5 líneas).**

FICHA 7 Evidencia individual: el neón y la ciencia revisable

Sesión 7

Trabajo individual. Datos: el neón natural tiene principalmente dos isótopos, $^{20}_{10}\mathrm{Ne}$ (90,5 %) y $^{22}_{10}\mathrm{Ne}$ (9,5 %); J. J. Thomson los detectó en 1913.

1 **Calcula los protones, neutrones y electrones de cada isótopo del neón y del ion Ne^{+} del isótopo 20.**

Especie	Protones	Neutrones	Electrones
$^{20}_{10}\mathrm{Ne}$			
$^{22}_{10}\mathrm{Ne}$			
$^{20}_{10}\mathrm{Ne}^{+}$			

2 **Calcula la masa atómica media del neón con esas abundancias (usa los números másicos) y explica por qué no coincide con 20 ni con 22.**

3 **Un compañero afirma: «El modelo de Bohr es falso, así que no sirve para nada». Argumenta con dos ideas por qué la afirmación es incorrecta (qué explica el modelo y qué evidencia lo superó).**

4 **Elige una persona de la cronología (Curie, Meitner, Goeppert Mayer, Chadwick…) y explica en tres líneas una aportación suya y su repercusión en la tecnología o la sociedad.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 2 · La historia del átomo

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Expediente histórico de modelos, isótopos y partículas. Escribid con frases completas y sostened cada afirmación con una evidencia.

Dalton (1808)

Dibujo, idea, evidencia y límite.

Thomson (1897-1904)

Dibujo, idea, evidencia y límite.

Rutherford (1909-1911)

Dibujo, idea, evidencia y límite.

Bohr (1913)

Dibujo, idea, evidencia y límite.

Tabla de partículas

Protón, neutrón y electrón: carga, masa y lugar.

Isótopos

Dos isótopos de un elemento y su masa media con cálculo.

Personas de la ciencia

Al menos dos, una de ellas científica, con su aportación.

Conclusión: ¿qué evidencias hicieron cambiar los modelos?

Una frase por salto de modelo y por qué la ciencia es revisable.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 2 · La historia del átomo

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Expediente histórico de modelos, isótopos y partículas**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Cada modelo (Dalton, Thomson, Rutherford, Bohr) tiene autoría, fecha, dibujo e idea del átomo.
- [ ] Cada modelo indica la evidencia experimental que lo apoyó y la que mostró su límite.
- [ ] El experimento de la lámina de oro se explica con sus tres resultados y la conclusión sobre el núcleo.
- [ ] La tabla de partículas incluye carga, masa y localización, con unidades.
- [ ] Los cálculos de protones, neutrones y electrones (incluyendo un ion) son correctos.
- [ ] La masa atómica media de un elemento se calcula con planteamiento y unidad.
- [ ] Las fechas y los hechos históricos coinciden con la cronología F2 y no se inventan anécdotas.
- [ ] Aparece al menos una científica con una aportación correcta.
- [ ] La conclusión explica que los modelos son herramientas revisables y cita la evidencia de cada cambio.
- [ ] La práctica de la caja negra se cita con sus datos y la estimación del obstáculo, y el material se ha recogido.

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 · La historia del átomo

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Expediente histórico de modelos, isótopos y partículas**. 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 cada modelo y la evidencia que lo sustituye, interpreta la lámina de oro y los isótopos con rigor y reconoce los límites del modelo de Bohr y que el modelo actual es cuántico.	Explica correctamente lo esencial de cada modelo y de su evidencia; alguna imprecisión sobre los límites.	Describe los modelos pero no relaciona bien la evidencia con el cambio; confunde alguna partícula.	Errores esenciales: confunde modelos, partículas o isótopos.	
Datos y resolución	Calcula p, n y e de átomos e iones sin errores, halla la masa media con planteamiento y unidad, interpreta la tabla de la caja negra y la de Bohr con cálculos comprobados.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades, redondeo o de signo en iones.	Resuelve parte de los cálculos; el planteamiento está incompleto.	No hay estrategia válida o los resultados carecen de unidad.	
Investigación	Infiere con la caja negra la anchura del obstáculo, calcula su error, compara con la analogía del núcleo y distingue dato, inferencia y conclusión.	Infiere la anchura con alguna imprecisión en el error o en la analogía.	Recoge datos pero la inferencia es débil o va más allá de los datos.	No distingue dato e inferencia.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas de la caja negra sin recordatorios, usa símbolos, notación y vocabulario preciso (isótopo, ion, nivel de energía) y redacta con claridad.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o vocabulario.	Necesita recordatorios de seguridad; mezcla términos (átomo, ion, isótopo).	Incumple normas o comunica sin lenguaje científico.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el expediente de otro equipo con propuestas concretas basadas en la evidencia y mejora el propio.	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 · La historia del átomo

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé explicar qué evidencia hizo cambiar cada modelo atómico, de Dalton a Bohr.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular protones, neutrones y electrones de un átomo o ion y la masa media a partir de isótopos.	◯	◯	◯	◯
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 · La historia del átomo

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: recetas de partículas e isótopos, un ejemplo resuelto y datos ya dados.

Receta para contar partículas

1. **Protones:** es el número atómico Z (abajo a la izquierda).
2. **Neutrones:** A − Z (número másico menos protones).
3. **Electrones:** igual que los protones si el átomo es neutro; si hay carga, restar la carga (para Mg^{2+}: 12 − 2 = 10; para O^{2-}: 8 + 2 = 10).

Ejemplo: $^{40}_{20}Ca$ → 20 protones, 40 − 20 = 20 neutrones y 20 electrones.

Masa atómica media en tres pasos

El litio natural tiene un 7,5 % de litio-6 y un 92,5 % de litio-7.

1. Multiplico cada número másico por su porcentaje: $6 \cdot 7{,}5 = 45$ y $7 \cdot 92{,}5 = 647{,}5$.
2. Sumo: $45 + 647{,}5 = 692{,}5$.
3. Divido entre 100: $692{,}5 : 100 = 6{,}925 \approx 6{,}9$ u (el valor de la tabla es 6,94 u).

1 **Completa las partículas.**

Especie	Protones	Neutrones	Electrones
$^{1}_{1}H$	1	0	1
$^{4}_{2}He$			
$^{16}_{8}O$			
$^{23}_{11}Na^{+}$			

2 **Une cada modelo con su idea.**

1 Dalton ●	● a Núcleo pequeño y electrones a su alrededor en niveles de energía fijos
2 Thomson ●	● b Esfera positiva con electrones incrustados
3 Rutherford ●	● c Esfera maciza e indivisible
4 Bohr ●	● d Núcleo diminuto y positivo, con electrones lejos de él

3 **El cobre natural tiene un 69,2 % de cobre-63 y un 30,8 % de cobre-65. Calcula su masa atómica media.**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 2 · La historia del átomo

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

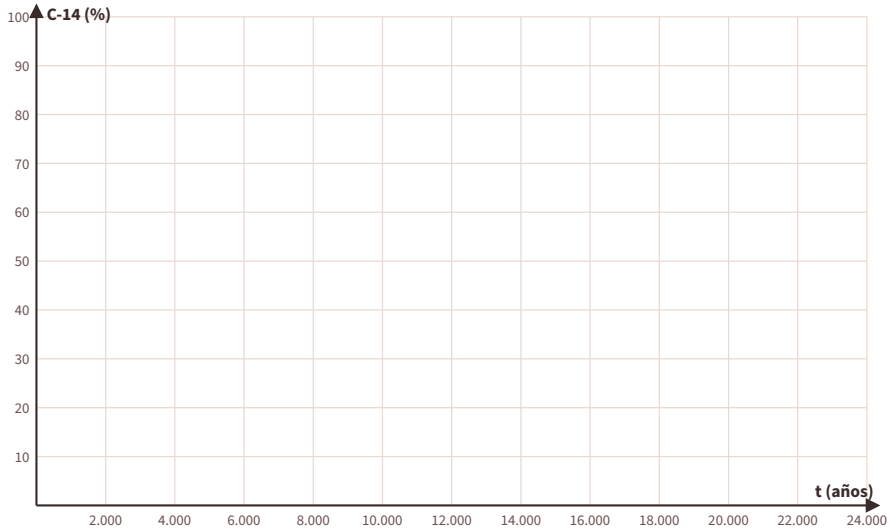
Datación con carbono-14 y evidencias para cambiar de modelo

El carbono-14 es un isótopo radiactivo cuya cantidad se reduce a la mitad cada **5 730 años** (periodo de semidesintegración). Los seres vivos lo incorporan mientras viven; al morir, deja de renovarse y va disminuyendo. Con la gráfica, puedes estimar la edad de un resto.

Pasos

1. Completa la tabla del porcentaje de carbono-14 que queda tras 0, 1, 2, 3 y 4 periodos de 5 730 años.
2. Dibuja la gráfica con tus datos (tiempo en años en el eje X y porcentaje de C-14 en el eje Y) y estima la edad de un hueso que conserva el 25 % y de otro que conserva el 12,5 %.
3. Estima la edad de un resto con un 30 % de carbono-14 (ayúdate de la gráfica) y explica por qué el resultado es una estimación y no un valor exacto.
4. Redacta un párrafo: ¿qué tipo de hallazgo experimental haría falta para cambiar el modelo atómico actual? Pon un ejemplo de la historia (rayos catódicos, lámina de oro, espectro del hidrógeno).

1 **Representa el porcentaje de carbono-14 frente al tiempo.**



Entrega

Una página con la tabla, la gráfica, las edades estimadas con su justificación y el párrafo sobre qué evidencia haría falta para cambiar un modelo.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 2 · La historia del átomo

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: 11; negativa; ha ganado o perdido electrones; aparecen hechos que no explica.
2. Dibujo y predicción: respuesta abierta. Se aceptan modelos planetarios o de bolas; se valora que rotulen núcleo y electrones y que la hipótesis mencione nuevas evidencias o instrumentos.

Ficha 2

1. Dalton, 1808: esfera maciza e indivisible; evidencia: los compuestos se forman en proporciones fijas; límite: no explica la electricidad ni que existan partículas más pequeñas (electrón). Thomson, 1904: esfera positiva con electrones incrustados; evidencia: rayos catódicos y descubrimiento del electrón (1897); límite: no explica los rebotes de la lámina de oro. Rutherford, 1911: núcleo diminuto, denso y positivo con los electrones lejos; evidencia: lámina de oro (1909); límite: no explica por qué los electrones no caen al núcleo ni las líneas espectrales. Bohr, 1913: electrones en niveles de energía fijos; evidencia: espectro del hidrógeno; límite: solo funciona bien con el hidrógeno y los electrones no siguen órbitas; lo supera el modelo cuántico (1926).
2. Rayos catódicos → Thomson: existe el electrón; lámina de oro → Geiger y Marsden, interpretados por Rutherford: núcleo pequeño, denso y positivo; luz del hidrógeno → Bohr: niveles de energía fijos; neutrón → Chadwick: hay una tercera partícula en el núcleo.
3. Orden: átomo de Dalton (1808), electrón de Thomson (1897; modelo 1904), núcleo de Rutherford (1911), órbitas de Bohr (1913). Científicas: Marie Curie (radiactividad, polonio y radio, Nobel de Física 1903 y de Química 1911), Lise Meitner (explicación de la fisión nuclear con Frisch, 1938-1939) o Maria Goeppert Mayer (modelo de capas del núcleo, Nobel 1963).

Ficha 3

1. Na-23: Z 11, A 23; 11 p, 12 n, 11 e. O-16: 8 p, 8 n, 8 e. Cl^- (A 35): 17 p, 18 n, 18 e. Al^{3+} (A 27): 13 p, 14 n, 10 e. C-14: 6 p, 8 n, 6 e.
2. C-12 y C-14 son isótopos del carbono (Z = 6, distinto número de neutrones: 6 y 8). El N-14 es otro elemento (Z = 7), aunque tenga el mismo A que el C-14.
3. Litio-7: núcleo con 3 protones y 4 neutrones; 3 electrones alrededor (modelo de Rutherford, órbitas no definidas; en el de Bohr, dos en el primer nivel y uno en el segundo).
4. Verdadero; Falso (con Thomson se esperaban casi solo desviaciones pequeñas); Verdadero; Falso (el núcleo es unas 100 000 veces menor que el átomo).

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar.
2. Datos esperables por equipo (5 lanzamientos por carril): carriles laterales (1, 2, 9, 10) con 0-1 desviadas; carriles centrales (4 a 7) con 3-5 desviadas; en la clase (20 lanzamientos por carril), carriles centrales con 12-19 desviadas y laterales con 0-3. Total desviado de la clase: 30-40 % de los lanzamientos para un obstáculo de 12 cm.
3. Dibujo: un obstáculo de unos 12-14 cm centrado, de forma circular o cuadrada; se valora que lo justifiquen con los carriles donde hay desviaciones.

Ficha 5

1. Fracción desviada = 65/200 = 0,325; anchura estimada = 0,325 · 40 cm = 13,0 cm. Valor real: 12 cm + 1,6 cm = 13,6 cm. Error absoluto = |13,0 − 13,6| = 0,6 cm; error relativo = 0,6/13,6 · 100 = 4,4 %. Una analogía: cuanta más fracción de canicas rebota, mayor es el obstáculo.
2. 4 → 2: 3,40 − 0,85 = 2,55 eV; λ = 1240/2,55 = 486 nm (azul verdoso). 5 → 2: 3,40 − 0,54 = 2,86 eV; λ = 434 nm (azul violeta). 6 → 2: 3,40 − 0,38 = 3,02 eV; λ = 411 nm (violeta). 3 → 2: 1,89 eV; λ = 656 nm (rojo). Coinciden con las líneas observadas (656,3; 486,1; 434,0; 410,2 nm).
3. Núcleo = 100 m · 10^{-5} = 10^{-3} m = 1 mm (como un grano de arena o una cabeza de alfiler pequeña en un estadio). Casi toda la lámina es espacio vacío, por eso casi todas las partículas pasan; solo las que se acercan mucho al núcleo se desvían o rebotan.
4. Masa media del cloro = (75,8 · 35 + 24,2 · 37)/100 = (2 653 + 895,4)/100 = 35,48 ≈ 35,5 u; el valor de la tabla (35,45 u) es algo menor porque las masas reales de los isótopos no son enteras (34,969 u y 36,966 u).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar el límite del modelo de Thomson», «añadir la fecha de la lámina de oro»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Respuesta al visitante: los científicos saben mucho; los modelos son herramientas que se mejoran cuando aparecen hechos nuevos. El modelo de Bohr sigue siendo útil para entender los niveles de energía y es un paso hacia el modelo cuántico actual.

Ficha 7

1. Ne-20: 10 p, 10 n, 10 e. Ne-22: 10 p, 12 n, 10 e. Ne^{+} (A 20): 10 p, 10 n, 9 e.
2. Masa media = (90,5 · 20 + 9,5 · 22)/100 = (1 810 + 209)/100 = 20,19 ≈ 20,2 u (valor de la tabla: 20,18 u). No coincide con 20 ni con 22 porque es una media ponderada: la mayoría de los átomos son neón-20 y una parte es neón-22.
3. Argumentos posibles: el modelo de Bohr explicó el espectro del hidrógeno (los niveles de energía fijos) y sigue sirviendo para entender cómo absorben y emiten luz los átomos; lo superó el modelo cuántico porque falla con átomos de varios electrones y los electrones no siguen órbitas. Un modelo útil no es un modelo falso.
4. Aportación de una persona de la cronología (respuesta abierta). Ejemplos: Marie Curie, polonio y radio y la radiactividad, con aplicaciones médicas; Lise Meitner, la fisión, base de la energía nuclear; Chadwick, el neutrón, que permitió entender los isótopos.

Refuerzo (Anexo 8)

1. H-1: 1 p, 0 n, 1 e. He-4: 2 p, 2 n, 2 e. O-16: 8 p, 8 n, 8 e. Na^{+} (A 23): 11 p, 12 n, 10 e.
2. Dalton → esfera maciza e indivisible; Thomson → esfera positiva con electrones incrustados; Rutherford → núcleo diminuto y positivo, con electrones lejos de él; Bohr → núcleo pequeño y electrones a su alrededor en niveles de energía fijos.
3. Cobre: (69,2 · 63 + 30,8 · 65)/100 = (4 359,6 + 2 002)/100 = 63,6 u (valor de la tabla: 63,55 u).

Ampliación (Anexo 9)

1. Porcentaje de C-14: 0 años → 100 %; 5 730 → 50 %; 11 460 → 25 %; 17 190 → 12,5 %; 22 920 → 6,25 %.
2. Hueso con 25 %: 2 periodos = 11 460 años; con 12,5 %: 3 periodos = 17 190 años.
3. Con 30 %: la gráfica da unos 10 000 años (cálculo: $5\,730 \cdot \log_2(100/30) \approx 9\,950$ años); es una estimación porque se lee en la gráfica, la proporción inicial de C-14 supone una concentración constante en la atmósfera y la medición tiene error.
4. Respuesta abierta: una evidencia que el modelo no explique, como ocurrió con los rayos catódicos (electrón), la lámina de oro (núcleo) o el espectro del hidrógeno (niveles). Se valora que se hable de hechos medibles y no de opiniones.

Errores frecuentes

- Confundir número atómico (protones) con número másico (protones más neutrones).
- Calcular los electrones de un ion sin tener en cuenta la carga (o sumar en un catión y restar en un anión).
- Pensar que los isótopos son elementos distintos o que difieren en el número de protones.
- Presentar el modelo de Bohr como «falso» o el de Rutherford como «el actual»; los modelos son herramientas con límites, no verdades definitivas.
- Dibujar el núcleo del tamaño de un tercio del átomo; debe ser unas 100 000 veces más pequeño.
- Atribuir los descubrimientos a una sola persona sin matizar el equipo (Geiger y Marsden realizaron el experimento; Rutherford lo interpretó) o inventar anécdotas.

Criterios para valorar respuestas abiertas

- Se valora que cada modelo esté ligado a una evidencia concreta, no que se memoricen fechas de forma aislada.
- En los cálculos se valoran el planteamiento, la unidad y la interpretación, no solo el resultado.
- Los datos de la caja negra varían con la caja y las canicas: aceptar anchuras estimadas con error menor del 15 %.
- Seguridad: la práctica es de bajo riesgo; vigilar canicas en el suelo y no trabajar con material radiactivo (solo datos y simulaciones).

03

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

El DNI de los elementos

PREGUNTA GUÍA

¿Qué información de un elemento podemos deducir a partir de la tabla periódica?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones
BLOQUES DE SABERES A · B	COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE3, CE4, CE6
PRODUCTO FINAL Atlas de la tabla periódica	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 3.1, 3.2, 4.2, 6.1

Contexto, reto y producto

La biblioteca de tu barrio prepara la exposición **«Elementos en la cocina, el bolsillo y el cielo»**. En una mesa hay objetos de todos los días: un cable de cobre, un globo de fiesta que flota, una lámina de papel de aluminio, una mina de lápiz, un rótulo luminoso de neón, una pila de botón de litio y un salero. Cada visitante debería poder ver un objeto y saber, de un vistazo, **qué elemento lo hace posible** y qué se puede predecir de él. La bibliotecaria necesita un **atlas** que sirva de guía y propone que cada elemento tenga su propio **DNI**: símbolo, número atómico, partículas, posición en la tabla, clase y usos.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de cartógrafos de la tabla periódica**. Aprende a leer la casilla de un elemento (**símbolo, número atómico y másico**), a deducir sus protones, neutrones y electrones, a repartir los electrones por niveles para hallar el **periodo y el grupo**, a clasificar los elementos en **metales, no metales, metaloides y gases nobles**, a comprobar con una práctica segura de conductividad, magnetismo y flexibilidad cómo se comportan, y a relacionar la posición con las **propiedades y las aplicaciones**. Además, evalúa la **fiabilidad de las fuentes** que consulta y conoce cómo Mendeléyev, Moseley y otras personas fueron construyendo la tabla, incluidas las que descubrieron elementos como Marie Curie o Marguerite Perey.

Reto

Elaborar un atlas de la tabla periódica con el DNI de varios elementos, la clasificación por posición y propiedades, una tendencia comprobada con datos y las fuentes consultadas con su grado de fiabilidad.

Producto final

Atlas de la tabla periódica.

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.

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.

1.2 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.

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.

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.

6.1 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
B3	Estructura atómica: desarrollo histórico de los modelos atómicos, existencia, formación y propiedades de los isótopos y ordenación de los elementos en la tabla periódica.

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.
A7	Valoración de la cultura científica y del papel de científicos y científicas en los principales hitos históricos y actuales de la física y la química en el avance y la mejora de la sociedad.

Concreción didáctica en esta situación

- Símbolo, número atómico (Z) y número másico (A): protones, neutrones y electrones; iones monoatómicos más probables (Na^+, Mg^{2+}, Cl^-, O^{2-}).
- Niveles de energía y electrones de valencia hasta Z = 20: el periodo es el número de niveles ocupados y el grupo se deduce de los electrones del último nivel.
- Grupos y periodos: lectura de la tabla; familias (alcalinos, alcalinotérreos, halógenos, gases nobles) y parecido de propiedades dentro de un grupo.
- Metales, no metales, metaloides y gases nobles: propiedades (brillo, conducción, maleabilidad, magnetismo) y excepciones (el grafito conduce la electricidad).
- Propiedades y aplicaciones: litio, aluminio, cobre, silicio, helio, neón y cloro; historia de la tabla (Mendeléyev, Moseley) y criterios para evaluar fuentes.

Objetivos didácticos

- ✓ Leer la casilla de un elemento (símbolo, número atómico, masa) y deducir protones, neutrones y electrones de su átomo neutro y de sus iones más probables.
- ✓ Distribuir los electrones por niveles (hasta Z = 20) para hallar periodo, grupo y electrones de valencia, y relacionarlos con la posición en la tabla.
- ✓ Clasificar elementos en metales, no metales, metaloides y gases nobles a partir de su posición y de sus propiedades, y comprobar una clasificación con una práctica segura.
- ✓ Interpretar tablas y gráficas de propiedades (puntos de fusión y ebullición, estado) de una familia y de un periodo para identificar tendencias y hacer una predicción.
- ✓ Seleccionar con criterio fuentes fiables, citar hechos históricos verificables sobre la construcción de la tabla y relacionar la posición de un elemento con sus aplicaciones.

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 encargo de la biblioteca, diagnóstico inicial y primera predicción sobre los elementos de los objetos

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico y tabla de predicción objeto-elemento. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Leer la tabla: símbolo, número atómico y másico, partículas, grupos y periodos, y clases de elementos

Evidencia: Ficha 2: DNI parcial de tres elementos y localización en la tabla (F2 y F3). **Ficha:** Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Niveles de energía, electrones de valencia, posición e iones; resolver tarjetas de elementos misteriosos

Evidencia: Ficha 3: tabla de niveles, periodo, grupo e ion, y tarjetas misterio. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica segura: conductividad, imán y flexibilidad de muestras para clasificar metales y no metales

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tabla de resultados con clasificación. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de datos: tendencias en un grupo y en un periodo, estados de la materia y la excepción del grafito

Evidencia: Ficha 5: gráfica de punto de fusión, descripción de tendencias y explicación del grafito.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del atlas, evaluación de fuentes y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: valoración de fuentes y revisión cruzada con propuestas de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del atlas y evidencia individual: el DNI del potasio, las predicciones de Mendeléyev y una fuente dudosa

Evidencia: Atlas (Anexo 4) y Ficha 7: DNI de un elemento, error de una predicción y valoración de una fuente.

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 elementos de un mismo grupo (Li, Na, K; F, Cl, Br) se parecen y por qué los metales conducen la electricidad, usando electrones de valencia y los resultados de la práctica.	Fichas 3, 4 y 5 y atlas (Anexo 4) / lista de cotejo y rúbrica
1.2	Resolución de problemas de la tabla: protones, neutrones y electrones de átomos e iones, reparto por niveles, periodo y grupo, y error relativo de una predicción de Mendeléyev, con planteamiento y unidades.	Fichas 2, 3 y 7 / lista de cotejo y rúbrica
3.1	Relación de datos en formatos distintos: tabla periódica dibujada (F2), tabla de datos por niveles (F3), tablas de propiedades (F5), gráficas (F6) y resultados de la práctica, extrayendo lo relevante para cada tarjeta o problema.	Fichas 3, 4 y 5 / rúbrica
3.2	Uso correcto de símbolos y nombres de elementos, notación de iones (Na^+, Cl^-), unidades (°C, g/cm^3), nomenclatura básica y lenguaje científico al describir grupos, periodos y clases.	Fichas 2, 3 y 7 / lista de cotejo
4.2	Selección crítica de fuentes: clasifica fuentes reales y ficticias según autoría, datos y fecha, justifica cuáles usa en el atlas y descarta las no fiables.	Ficha 6 y atlas (apartado de fuentes) / rúbrica
6.1	Valoración de la ciencia como proceso en construcción con hechos verificables (Lavoisier, Döbereiner, Mendeléyev, Moseley, Curie, Perey, IUPAC 2016) y relación entre la posición de un elemento y sus aplicaciones en tecnología y sociedad.	Fichas 2, 6 y 7 y atlas / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Deduce propiedades y usos de un elemento a partir de su posición (niveles, valencia, familia), explica excepciones como el grafito y reconoce los límites de la clasificación y del modelo por niveles.	Explica correctamente cómo la posición se relaciona con las propiedades; alguna imprecisión en excepciones o límites.	Describe la tabla pero no relaciona bien posición, electrones de valencia y propiedades.	Confunde número atómico con másico, periodo con grupo o metal con no metal.
Datos y resolución	Completa el DNI de varios elementos sin errores, reparte los electrones por niveles, calcula iones y el error de una predicción, y representa y lee la gráfica con ejes rotulados.	Cálculos y DNI correctos con fallos menores de iones, unidades o escala.	DNI incompleto o con errores de partículas; gráfica parcial.	No hay estrategia válida; datos sin unidades.
Investigación	Predice, comprueba con la práctica y los datos, identifica tendencias en un grupo y un periodo, razona la excepción del grafito y extrae una conclusión proporcionada.	Compara predicción y resultados con alguna imprecisión en la conclusión.	Recoge datos pero la conclusión no se apoya en ellos.	No distingue dato, predicción y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas del circuito y de manipulación sin recordatorios, usa símbolos y vocabulario preciso (grupo, periodo, valencia, ion) y cita fuentes fiables.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o en la cita de fuentes.	Necesita recordatorios de seguridad; mezcla términos o usa fuentes dudosas.	Incumple normas o no cita fuentes.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el atlas de otro equipo con propuestas concretas basadas en datos y mejora el propio a partir de 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 periódica de apoyo (con Z, símbolo y masa), juego de tarjetas de elementos (Z = 1-20), calculadora y colores.
- Kit de conductividad: 2 pilas de 1,5 V con portapilas, bombilla de linterna de 3,8 V con portalámparas, 3 cables con pinzas de cocodrilo, imán de nevera.
- Muestras: hilo de cobre pelado de 10 cm, tira de papel de aluminio, clavo de hierro (acero), mina de grafito de un lápiz y un trozo de plástico (regla rota o tapón).
- Ordenador o tablet para consultar fuentes con la guía de fiabilidad (opcional) y fichas del Anexo 3.

Seguridad y residuos

Circuito de baja tensión (3 V): nunca usar la red eléctrica ni unir las pinzas sin la bombilla en el circuito. Manipular el alambre y el papel de aluminio por las caras (pueden cortar) y no llevarse las muestras a la boca. Las pilas se devuelven al docente y las muestras se guardan; no se genera ningún residuo, salvo el plástico roto, que va al contenedor amarillo, y las minas rotas, al contenedor de resto.

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

Anexo 8 con la receta para leer una casilla y para deducir periodo y grupo, tabla de partículas con una fila resuelta y la tabla periódica con colores de F2; tarjetas con pistas escalonadas.

Ampliación

Anexo 9

Anexo 9: predecir el punto de fusión del rubidio por interpolación y calcular el error de las predicciones de Mendeléyev para el galio.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 3 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

La biblioteca del barrio quiere una exposición con objetos de todos los días: un cable de cobre, un globo que flota, un rótulo de neón, una pila de litio. Cada objeto esconde un elemento, y cada elemento tiene su DNI: un símbolo, un número atómico, partículas, una posición en la tabla y unas propiedades que se pueden predecir. Os toca ser cartógrafos de la tabla periódica: aprenderéis a leer sus casillas, a deducir el periodo y el grupo con los electrones, a comprobar con una práctica segura quién conduce la electricidad y quién no, y a decidir qué fuentes son de fiar. El resultado será un atlas que enseñe a cualquier visitante a mirar la tabla como un mapa.

> *¿Qué información de un elemento podemos deducir a partir de la tabla periódica?*

Vuestro reto

Elaborar un atlas de la tabla periódica con el DNI de varios elementos, la clasificación por posición y propiedades, una tendencia comprobada con datos y las fuentes consultadas con su grado de fiabilidad.

Lo que vais a producir

Atlas de la tabla periódica.

Seguridad. Circuito de baja tensión (3 V): nunca usar la red eléctrica ni unir las pinzas sin la bombilla en el circuito.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el encargo, hacemos el diagnóstico y predecimos qué elemento hay en cada objeto.
2. Leemos la tabla: símbolo, Z, A, partículas, grupos, periodos y clases de elementos.
3. Repartimos los electrones por niveles, hallamos periodo, grupo e ion, y resolvemos tarjetas misterio.
4. Hacemos la práctica de conductividad, imán y flexibilidad con el circuito de 3 V y seguridad.
5. Analizamos tendencias en un grupo y en un periodo, y explicamos la excepción del grafito.
6. Redactamos el atlas, valoramos las fuentes y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el atlas y resolvemos, cada uno, un caso nuevo: el DNI del potasio y las predicciones de Mendeléyev.

Al terminar seré capaz de...

- ✓ Leer la casilla de un elemento (símbolo, número atómico, masa) y deducir protones, neutrones y electrones de su átomo neutro y de sus iones más probables.
- ✓ Distribuir los electrones por niveles (hasta Z = 20) para hallar periodo, grupo y electrones de valencia, y relacionarlos con la posición en la tabla.
- ✓ Clasificar elementos en metales, no metales, metaloides y gases nobles a partir de su posición y de sus propiedades, y comprobar una clasificación con una práctica segura.
- ✓ Interpretar tablas y gráficas de propiedades (puntos de fusión y ebullición, estado) de una familia y de un periodo para identificar tendencias y hacer una predicción.
- ✓ Seleccionar con criterio fuentes fiables, citar hechos históricos verificables sobre la construcción de la tabla y relacionar la posición de un elemento con sus aplicaciones.

¿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 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

Todo lo necesario para el atlas: el encargo, la tabla periódica de los periodos 1 a 4 dibujada, los datos de los 20 primeros elementos con su reparto por niveles y un ejemplo resuelto, esquemas de niveles y valencia, datos de familias, gráficas de tendencias, el protocolo de la práctica, la historia de la tabla, aplicaciones y una guía de fuentes.

F1 El encargo de la biblioteca

ESTUDIO DE CASO

La mesa de la exposición tiene siete objetos. Cada uno contiene, o está hecho de, un elemento principal:

- **Cable eléctrico sin su funda:** un hilo metálico rojizo.
- **Globo de fiesta que flota:** lleno de un gas incoloro, menos denso que el aire.
- **Lámina de papel de aluminio:** brillante y muy fina.
- **Mina de lápiz:** gris, brillante y que mancha el papel.
- **Rótulo luminoso rojo-anaranjado:** un tubo de vidrio con un gas a baja presión.
- **Pila de botón de litio:** de las que alimentan relojes y mandos.
- **Salero:** sal común, un compuesto de sodio y cloro.

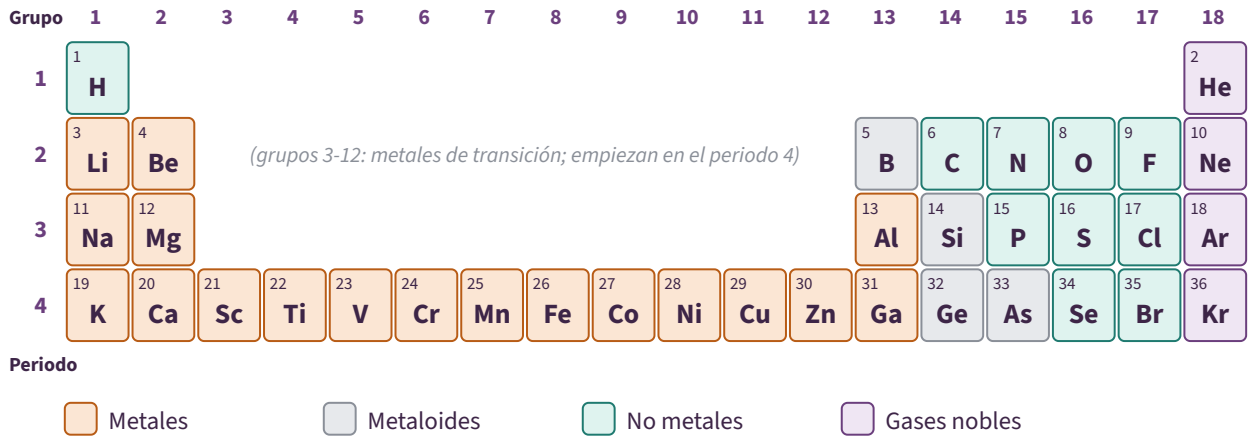
La bibliotecaria explica: «Quiero que el visitante vea la tabla periódica como un mapa. Si sabe en qué calle (grupo) y en qué piso (periodo) vive un elemento, puede imaginar cómo es».

Fuente: Caso ficticio creado para el aula. Los elementos asociados a cada objeto son los habituales.

¿Qué elemento crees que hay en cada objeto? ¿Cuáles son metales y cuáles no? ¿Cómo lo comprobarías?

F2 La tabla periódica: periodos 1 a 4

ESQUEMA



Cada casilla: número atómico Z (arriba) y símbolo. El hidrógeno es un no metal aunque esté en el grupo 1.

Fuente: Esquema de elaboración propia a partir de la tabla periódica de la IUPAC. Se muestran los elementos de Z = 1 a 36.

Localiza el sodio y el potasio: ¿en qué grupo están? ¿Y el flúor y el cloro? ¿Dónde está el límite entre metales y no metales?

F3 El DNI de los 20 primeros elementos

DATOS

Z	Símbolo	Nombre	A	Electrones por nivel	Periodo	Grupo	Clase
1	H	hidrógeno	1	1	1	1	no metal
2	He	helio	4	2	1	18	gas noble
3	Li	litio	7	2-1	2	1	metal
4	Be	berilio	9	2-2	2	2	metal
5	B	boro	11	2-3	2	13	metaloide
6	C	carbono	12	2-4	2	14	no metal
7	N	nitrógeno	14	2-5	2	15	no metal
8	O	oxígeno	16	2-6	2	16	no metal
9	F	flúor	19	2-7	2	17	no metal
10	Ne	neón	20	2-8	2	18	gas noble
11	Na	sodio	23	2-8-1	3	1	metal
12	Mg	magnesio	24	2-8-2	3	2	metal
13	Al	aluminio	27	2-8-3	3	13	metal
14	Si	silicio	28	2-8-4	3	14	metaloide
15	P	fósforo	31	2-8-5	3	15	no metal
16	S	azufre	32	2-8-6	3	16	no metal
17	Cl	cloro	35	2-8-7	3	17	no metal
18	Ar	argón	40	2-8-8	3	18	gas noble
19	K	potasio	39	2-8-8-1	4	1	metal
20	Ca	calcio	40	2-8-8-2	4	2	metal

Cómo se lee. Protones $= Z$; neutrones $= A - Z$; electrones (átomo neutro) $= Z$. El **periodo** es el número de niveles con electrones; los **electrones de valencia** son los del último nivel. En los grupos 1 y 2, la valencia es igual al grupo; en los grupos 13 a 18, valencia $=$ grupo -10 (el helio tiene 2).

Ejemplo resuelto: el DNI del cloro ($Z = 17$, $A = 35$). Protones: 17. Neutrones: $35 - 17 = 18$. Electrones: 17, repartidos como 2-8-7. Tiene 3 niveles, luego está en el **periodo 3**; 7 electrones de valencia, luego **grupo** $10 + 7 = 17$ (halógenos). Le falta 1 electrón para completar el nivel (8), así que tiende a ganarlo y forma el ion Cl^- (18 electrones). Es un **no metal**.

Iones frecuentes: los metales de los grupos 1, 2 y 13 pierden sus electrones de valencia (Na^+, Mg^{2+}, Al^{3+}); los no metales de los grupos 15, 16 y 17 ganan los que les faltan para 8 (N^{3-}, O^{2-}, F^-); los gases nobles ya tienen el último nivel completo y casi no forman iones.

Fuente: Elaboración propia con datos de la IUPAC. A es el número másico del isótopo más abundante. La distribución por niveles (2-8-8-2) es válida hasta Z = 20.

Usa el ejemplo del cloro para predecir periodo, grupo e ion del azufre (Z = 16).

F4 Niveles de energía, periodo y electrones de valencia

ESQUEMA



Litio (Li), Z = 3
niveles: 2-1
periodo 2 · grupo 1
e⁻ de valencia: 1

Sodio (Na), Z = 11
niveles: 2-8-1
periodo 3 · grupo 1
e⁻ de valencia: 1

Cloro (Cl), Z = 17
niveles: 2-8-7
periodo 3 · grupo 17
e⁻ de valencia: 7

Argón (Ar), Z = 18
niveles: 2-8-8
periodo 3 · grupo 18
e⁻ de valencia: 8

Periodo = niveles ocupados · Electrones de valencia = electrones del último nivel.
Grupos 1 y 2: valencia = grupo · grupos 13-18: valencia = grupo − 10 · el helio tiene 2.

Fuente: Esquemas de elaboración propia, modelo de niveles de energía (Bohr) simplificado. Los tamaños no están a escala.

¿Qué tienen en común el litio y el sodio? ¿Y qué tiene de especial el argón?

F5 Datos de tres familias de elementos

DATOS

Familia	Elemento (Z)	Periodo	Punto de fusión (°C)	Punto de ebullición (°C)	Estado a 25 °C
Alcalinos (grupo 1)	Litio Li (3)	2	180,5	1 342	sólido
Alcalinos (grupo 1)	Sodio Na (11)	3	97,8	883	sólido
Alcalinos (grupo 1)	Potasio K (19)	4	63,4	759	sólido
Alcalinos (grupo 1)	Rubidio Rb (37)	5	39,3	688	sólido
Alcalinos (grupo 1)	Cesio Cs (55)	6	28,4	671	sólido
Halógenos (grupo 17)	Flúor F_2 (9)	2	−219,7	−188,1	gas
Halógenos (grupo 17)	Cloro Cl_2 (17)	3	−101,5	−34,0	gas
Halógenos (grupo 17)	Bromo Br_2 (35)	4	−7,2	58,8	líquido
Halógenos (grupo 17)	Yodo I_2 (53)	5	113,7	184,3	sólido
Gases nobles (grupo 18)	Neón Ne (10)	2	−248,6	−246,1	gas
Gases nobles (grupo 18)	Argón Ar (18)	3	−189,3	−185,8	gas
Gases nobles (grupo 18)	Kriptón Kr (36)	4	−157,4	−153,2	gas
Gases nobles (grupo 18)	Xenón Xe (54)	5	−111,8	−108,1	gas

Los elementos de una misma familia tienen **igual número de electrones de valencia** y propiedades parecidas, pero con una **tendencia** al bajar en el grupo. Los halógenos se presentan como moléculas diatómicas (F_2, Cl_2, Br_2, I_2). Los alcalinos son metales blandos y muy reactivos: **no se manipulan en el aula**; aquí solo se trabajan sus datos.

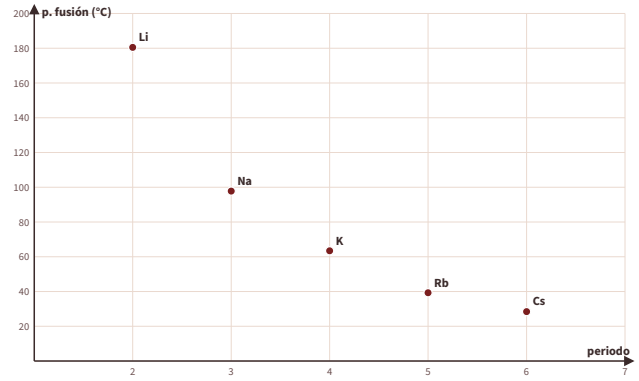
Fuente: Valores de referencia redondeados (CRC Handbook of Chemistry and Physics; NIST). Puntos de fusión y de ebullición a presión atmosférica normal; el helio no solidifica a esa presión.

¿Cómo cambia el punto de fusión al bajar en el grupo 1? ¿Y en el grupo 17?

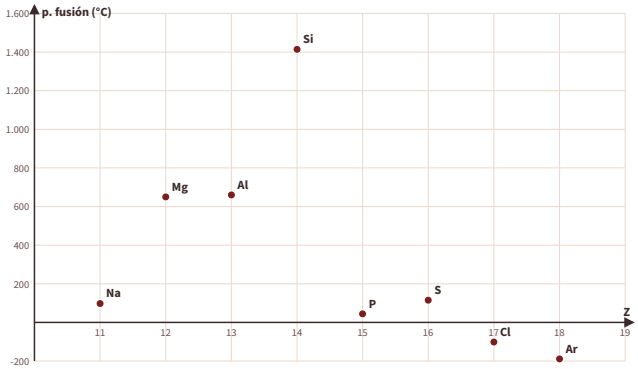
F6 Dos gráficas de tendencias

GRÁFICO

ALCALINOS: PUNTO DE FUSIÓN POR PERIODO



PERIODO 3: PUNTO DE FUSIÓN POR Z



En los **alcalinos**, el punto de fusión **disminuye** al bajar en el grupo: de 180,5 °C (Li) a 28,4 °C (Cs). En el **periodo 3**, los metales (Na, Mg, Al) y el metaloide (Si) funden a temperaturas altas, y los no metales (P, S, Cl) y el gas noble (Ar) a temperaturas bajas: el comportamiento cambia con la clase de elemento.

Fuente: Gráficas de elaboración propia con datos de F5 (izquierda) y valores de referencia del periodo 3 (derecha, CRC Handbook). El fósforo es la forma blanca y el azufre, la rómbica.

¿Qué punto de la gráfica del periodo 3 tiene el valor más alto? ¿Qué clase de elemento es?

F7 Protocolo: ¿conduce, se dobla, lo atrae un imán? Clasificar con pruebas

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 2 pilas de 1,5 V en portapilas (3 V en total); bombilla de linterna de 3,8 V con portalámparas; 3 cables con pinzas de cocodrilo; imán de nevera; 5 muestras de unos 10 cm: hilo de **cobre** pelado, tira de papel de **aluminio**, **clavo de hierro** (acero), **mina de grafito** de lápiz y un trozo de **plástico**.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgos: cortes con el alambre y el papel de aluminio, calentamiento ligero de los cables si se cortocircuitan y pérdida de pilas. Precauciones: tensión de solo 3 V; nunca unir las pinzas entre sí sin la bombilla; no usar enchufes; no llevarse las muestras a la boca; la mina de grafito se manipula con cuidado porque se rompe.

Variables: independiente, el material de la muestra; dependientes, el encendido de la bombilla, la atracción por el imán y el comportamiento al doblar. Se mantienen: la longitud y las pilas.

Roles: montador del circuito, observador de la bombilla, secretario y responsable de seguridad.

Procedimiento:

1. Montad el circuito con la pila, la bombilla y dos cables, y dejad **dos pinzas libres** (circuito abierto). Comprobad que la bombilla no luce.
2. **Conducción:** conectad la muestra entre las dos pinzas. Anotad si la bombilla luce **mucho**, **poco** o **nada**. Mantened la prueba menos de 10 segundos.
3. **Brillo:** observad la superficie recién frotada y anotad si es brillante o mate.
4. **Imán:** acercad el imán a la muestra y anotad si es atraída.
5. **Flexibilidad:** doblad suavemente la muestra y anotad si **se dobla** o **se rompe**.
6. Con los resultados, clasificad cada muestra como **metal** o **no metal** y señalad cualquier resultado que no encaje con la clasificación.

Limpieza y residuos: desmontad el circuito, devolved las pilas al docente (nunca a la basura), guardad las muestras y dejad el puesto despejado. El plástico roto va al contenedor amarillo y las minas rotas, al de resto.

Resultado esperable: cobre, aluminio y hierro: bombilla luce, brillan, se doblan; solo el hierro es atraído por el imán. Plástico: no conduce, no brilla, se rompe o se dobla sin brillo. **Grafito:** conduce (la bombilla puede lucir poco), tiene brillo gris y se rompe: es un no metal que conduce.

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

¿Qué pasa con el grafito? ¿Qué te dice esto sobre clasificar un elemento con una sola propiedad?

F8 Cómo se construyó la tabla periódica: hechos contrastados

CRONOLOGÍA

1783	Los hermanos Fausto y Juan José Elhuyar aíslan el wolframio (tungsteno, símbolo W) en el Real Seminario de Bergara.
1789	Antoine Lavoisier publica una lista de 33 sustancias simples (con algunos errores, como la luz y el calórico).
1829	Johann Döbereiner agrupa elementos parecidos en tríadas, como cloro, bromo y yodo.
1865	John Newlands observa que cada ocho elementos se repiten propiedades (ley de las octavas).
1869	Dmitri Mendeléyev publica su tabla ordenando los elementos por masa atómica y propiedades, y deja huecos para elementos aún no descubiertos. Lothar Meyer propone una ordenación similar.
1875-1886	Se descubren el galio (Lecoq de Boisbaudran, 1875), el escandio (Nilson, 1879) y el germanio (Winkler, 1886), con propiedades muy cercanas a las predichas por Mendeléyev.
1894-1898	Rayleigh y Ramsay descubren el argón (1894); Ramsay y Travers, el neón, el kriptón y el xenón (1898). Los gases nobles forman un grupo nuevo.
1898	Marie y Pierre Curie descubren el polonio y el radio.
1913	Henry Moseley, con espectros de rayos X, demuestra que los elementos se ordenan por número atómico (carga del núcleo) y no por masa atómica.
1925	Ida Noddack, Walter Noddack y Otto Berg anuncian el descubrimiento del renio.
1939	Marguerite Perey, del Instituto Curie, descubre el francio (Z = 87).
2016	La IUPAC aprueba los nombres nihonio (113), moscovio (115), teneso (117) y oganesón (118), con los que se completa el periodo 7.
2019	Año Internacional de la Tabla Periódica de los Elementos Químicos, 150 años después de la tabla de Mendeléyev (Naciones Unidas).

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes históricas (Royal Society of Chemistry, IUPAC, Nobel Prize). Las fechas son las de publicación o anuncio de los resultados.

F9 Propiedad y aplicación: del lugar en la tabla a los usos

DATOS

Elemento (Z)	Clase y posición	Propiedad clave	Aplicación
Litio Li (3)	metal; grupo 1, periodo 2	muy ligero (0,53 g/cm^3) y muy reactivo	baterías recargables de móviles y coches eléctricos
Aluminio Al (13)	metal; grupo 13, periodo 3	ligero (2,70 g/cm^3), conduce y resiste la corrosión	latas, ventanas y cables
Cobre Cu (29)	metal; grupo 11, periodo 4	excelente conductor y dúctil	cables eléctricos y tuberías
Hierro Fe (26)	metal; grupo 8, periodo 4	resistente y atraído por los imanes	acero de estructuras y herramientas
Silicio Si (14)	metaloide; grupo 14, periodo 3	semiconductor	chips y paneles solares
Carbono C (6)	no metal; grupo 14, periodo 2	forma grafito (conduce) y diamante (muy duro)	lápices y electrodos; herramientas de corte
Cloro Cl (17)	no metal; grupo 17, periodo 3	desinfectante, muy reactivo	potabilización del agua y piscinas
Helio He (2)	gas noble; grupo 18, periodo 1	inerte y menos denso que el aire	globos y refrigeración de imanes de resonancia magnética
Neón Ne (10)	gas noble; grupo 18, periodo 2	inerte; emite luz roja-anaranjada con descarga eléctrica	rótulos luminosos

La posición permite **predecir** el tipo de uso: los metales de los grupos 1 y 13 son ligeros y conductores; los gases nobles, al ser inertes, se usan donde no se quiere ninguna reacción o luz; el silicio, un metaloide, conduce a medias y por eso es la base de los chips.

Fuente: Elaboración propia con datos de referencia (densidades a unos 20 °C). Las aplicaciones son las más habituales.

Elige dos elementos y explica cómo su posición en la tabla justifica su aplicación.

F10 ¿Qué fuentes son de fiar? Guía para el atlas

DATOS

Fuente	Quién la respalda	¿Cita datos, fecha y autoría?	Valoración
Tabla periódica de la IUPAC	Unión Internacional de Química Pura y Aplicada, que decide nombres, símbolos y masas atómicas	Sí: versión y fecha	Fiable: referencia
Real Sociedad Española de Química (RSEQ)	Sociedad científica española	Sí, con autoría	Fiable
PubChem, tabla periódica	Institutos Nacionales de Salud de EE. UU. (NIH)	Sí, con fuentes de los datos	Fiable
Enciclopedia colaborativa en línea	Edita cualquiera; revisa la comunidad	Suele citar fuentes	Útil para empezar; contrastar con otra
Blog «QuímicaSinFiltros» (ficticio)	Sin autoría ni institución	No cita datos ni fecha	No fiable
Vídeo «El elemento que te ocultan» (ficticio)	Canal anónimo que busca visitas	Sin datos comprobables	No fiable

Para valorar una fuente pregúntate: **¿quién la escribe y qué respaldo tiene?, ¿cita datos, fecha y de dónde salen?, ¿coincide con otras fuentes fiables?, ¿quiere informar o vender o impresionar?** Un dato clave del atlas debe coincidir en al menos dos fuentes fiables.

Fuente: Elaboración propia. Las instituciones (IUPAC, RSEQ, NIH) son reales; el blog y el vídeo son ficticios, creados para el aula.

¿Cuántas fuentes fiables necesitas para dar por bueno un dato? ¿Por qué?

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 3 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

FICHA 1 El encargo de la biblioteca

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y mira la tabla de F2. Responde primero al diagnóstico de forma individual.

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

El símbolo del sodio es…
☐ So ☐ Na ☐ S

El número atómico indica el número de…
☐ protones ☐ neutrones ☐ electrones y neutrones

Las filas horizontales de la tabla periódica se llaman…
☐ grupos ☐ periodos ☐ familias

Un gas noble es…
☐ el neón ☐ el sodio ☐ el cloro

2 **Predice el elemento de cada objeto de F1 (símbolo) y si crees que es metal o no.**

Objeto	Elemento (símbolo)	¿Metal o no metal?	Cómo lo comprobaría
Cable			
Globo que flota			
Papel de aluminio			
Mina de lápiz			
Rótulo rojo-anaranjado			
Pila de botón			

3 **Hipótesis: ¿crees que la posición de un elemento en la tabla permite predecir cómo es? Escribe tu idea y una pregunta que te gustaría resolver.**

FICHA 2 Leer la tabla periódica

Sesión 2

Usa F2 y F3. Recuerda: protones = Z; neutrones = A − Z; electrones (átomo neutro) = Z.

1 **Completa el DNI de estos elementos con los datos de F3.**

Elemento	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones	Periodo	Grupo	Clase
Magnesio (Mg)								
Azufre (S)								
Potasio (K)								
Neón (Ne)								

2 **Localiza en F2 cada elemento y relaciona.**

1 Gas noble del periodo 3 ●	● a Oxígeno (O)
2 Metal alcalino del periodo 2 ●	● b Silicio (Si)
3 No metal del grupo 16 y periodo 2 ●	● c Litio (Li)
4 Metaloide del periodo 3 ●	● d Argón (Ar)

3 **El sodio y el potasio tienen propiedades parecidas. Con F3 y F4, explica por qué.**

FICHA 3 Niveles, valencia, iones y tarjetas misterio

Sesión 3

Consulta F3 y F4. Las tarjetas misterio se resuelven con pistas, no con memoria.

1 **Completa para cada elemento: niveles, periodo, grupo, clase e ion más probable.**

Z	Símbolo	Electrones por nivel	Periodo	Grupo	Clase	Ion probable
12						
9						
15						
18						
20						

2 **Resuelve las tarjetas misterio: escribe el símbolo y justifica con las pistas.**

Pistas	Elemento (símbolo y Z)	Justificación
A: tiene 3 niveles y 1 electrón de valencia; metal blando.		
B: grupo 17 y periodo 2.		
C: su átomo neutro tiene 14 electrones y 14 neutrones.		
D: gas noble del periodo 3.		

3 **Dibuja el átomo de silicio con sus electrones por niveles y rotula periodo, grupo y electrones de valencia.**

FICHA 4 En el laboratorio: conducir, doblar, atraer

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F7. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 Lista de seguridad (marcad antes de empezar).

- ☐ El circuito usa solo 2 pilas de 1,5 V y una bombilla; nada conectado a la red
- ☐ Hemos dejado dos pinzas libres y la bombilla no luce con el circuito abierto
- ☐ Nunca unimos las pinzas entre sí sin la bombilla
- ☐ Manejamos el alambre y el aluminio con cuidado
- ☐ No nos llevamos las muestras a la boca
- ☐ Sabemos dónde se devuelven las pilas y se tira el plástico roto

2 Antes de probar, predice si cada muestra conducirá (sí, poco o no) y si la atraerá el imán.

Muestra	¿Conduce? (predicción)	¿Imán? (predicción)
Cobre		
Aluminio		
Hierro (clavo)		
Grafito (mina)		
Plástico		

3 Anota los resultados de la práctica y clasifica cada muestra.

Muestra	Brillo (sí/no)	Bombilla (mucho, poco, nada)	Imán (sí/no)	Al doblar (se dobla/se rompe)	Clase (metal/no metal)
Cobre					
Aluminio					
Hierro (clavo)					
Grafito (mina)					
Plástico					

FICHA 5 Tendencias: de un grupo a un periodo

Sesión 5

Trabaja con F5 y F6, y con tus resultados de la ficha 4.

1 **Representa el punto de fusión de los halógenos frente al periodo (datos de F5). Rotula los ejes con magnitud y unidad.**



2 **Describe con datos la tendencia del punto de fusión en los halógenos y en los alcalinos. ¿Es la misma? Indica el estado del bromo a 25 °C y del cloro a −50 °C.**

3 **Con la gráfica del periodo 3 de F6, explica cómo cambia el punto de fusión de Na a Ar y relaciónalo con las clases de elementos.**

4 **Contrasta con tu práctica: el grafito conduce la electricidad, pero el carbono es un no metal. Explica por qué no basta una sola propiedad para clasificar un elemento.**

FICHA 6 Escribimos el atlas y evaluamos las fuentes

Sesión 6

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

1 **Valora las fuentes de F10 para el atlas: fiable, con cautela o no fiable, y justifica con un criterio.**

Fuente	Valoración	Criterio que uso
Tabla de la IUPAC		
RSEQ		
PubChem		
Enciclopedia colaborativa		
Blog «QuímicaSinFiltros»		
Vídeo «El elemento que te ocultan»		

2 **Revisión cruzada. Comprobad el atlas del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- ☐ Los DNI incluyen símbolo, Z, A, partículas y distribución por niveles
- ☐ Periodo y grupo coinciden con los electrones
- ☐ Cada elemento tiene clase, una propiedad y una aplicación
- ☐ Hay una tendencia con datos y gráfica con ejes rotulados
- ☐ Cada dato clave tiene fuente fiable
- ☐ Los hechos históricos coinciden con F8 y no se inventan anécdotas
- ☐ La conclusión relaciona la posición con las propiedades

3 **Escribid dos propuestas de mejora concretas para el atlas del otro equipo.**

FICHA 7 Evidencia individual: el potasio, Mendeléyev y una fuente dudosa

Sesión 7

Trabajo individual. Datos: el potasio tiene Z = 19 y A = 39. Mendeléyev predijo para el «eka-silicio» una masa atómica de unos 72 y una densidad de 5,5 g/cm³; el germanio (Winkler, 1886) tiene hoy 72,63 y 5,32 g/cm³.

1 **Completa el DNI del potasio.**

Apartado	Mi respuesta
Símbolo y nombre	
Protones, neutrones y electrones	
Electrones por nivel	
Periodo y grupo	
Clase y electrones de valencia	
Ion más probable (con carga y electrones)	

2 **El estroncio (Sr) está justo debajo del calcio en el grupo 2. Sin conocer su Z, ¿cuántos electrones de valencia tiene y qué ion formará? ¿Qué propiedades esperas que tenga, comparado con el calcio?**

3 **Calcula el error relativo de cada predicción de Mendeléyev (masa atómica y densidad) y valora si fue una buena predicción.**

4 **Un vídeo viral dice: «Hay 150 elementos, pero la ciencia solo te enseña 118». Explica en cuatro líneas cómo evaluarías esa afirmación (qué fuentes mirarías y por qué) y qué hechos de F8 aportan algo.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 3 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Atlas de la tabla periódica. Escribid con frases completas, con símbolos correctos y con la fuente de cada dato clave.

Nuestro mapa de la tabla

Dibujad una parte de la tabla (periodos 1 a 3) y coloread metales, no metales, metaloides y gases nobles.

DNI del elemento 1

Símbolo, Z, A, p, n, e, niveles, periodo, grupo, clase, propiedad y uso.

DNI del elemento 2

Símbolo, Z, A, p, n, e, niveles, periodo, grupo, clase, propiedad y uso.

Una tendencia con datos

Familia o periodo, tabla breve o gráfica y qué se observa.

Práctica: resultados y clasificación

Muestras, resultados y excepción del grafito.

Fuentes consultadas

Fuente, qué dato y por qué es fiable.

Conclusión

¿Qué información de un elemento se deduce de la tabla? ¿Qué no se puede deducir?

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 3 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Atlas de la tabla periódica**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] El atlas incluye un mapa de la tabla coloreado por clases (metales, no metales, metaloides y gases nobles).
- [ ] Cada DNI incluye símbolo, Z, A, protones, neutrones, electrones y distribución por niveles correcta.
- [ ] El periodo y el grupo de cada elemento coinciden con la distribución de electrones.
- [ ] Cada elemento indica clase, una propiedad medible y una aplicación.
- [ ] Aparece al menos un ion con su carga y número de electrones correctos.
- [ ] La tendencia se apoya en datos con unidades (°C, g/cm^3) y la gráfica tiene ejes rotulados.
- [ ] Se explican los resultados de la práctica y la excepción del grafito.
- [ ] Cada dato clave cita una fuente fiable, y se indica por qué se descartaron las dudosas.
- [ ] Los hechos históricos (Mendeléyev, Moseley, científicas) coinciden con F8 y no se inventan anécdotas.
- [ ] La conclusión explica qué se puede y qué no se puede deducir de la posición, y el material y las pilas se han recogido.

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 · El DNI de los elementos

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Atlas de la tabla periódica**. Marca el nivel alcanzado en cada indicador.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial	Nivel
Comprensión científica	Deduce propiedades y usos de un elemento a partir de su posición (niveles, valencia, familia), explica excepciones como el grafito y reconoce los límites de la clasificación y del modelo por niveles.	Explica correctamente cómo la posición se relaciona con las propiedades; alguna imprecisión en excepciones o límites.	Describe la tabla pero no relaciona bien posición, electrones de valencia y propiedades.	Confunde número atómico con másico, periodo con grupo o metal con no metal.	
Datos y resolución	Completa el DNI de varios elementos sin errores, reparte los electrones por niveles, calcula iones y el error de una predicción, y representa y lee la gráfica con ejes rotulados.	Cálculos y DNI correctos con fallos menores de iones, unidades o escala.	DNI incompleto o con errores de partículas; gráfica parcial.	No hay estrategia válida; datos sin unidades.	
Investigación	Predice, comprueba con la práctica y los datos, identifica tendencias en un grupo y un periodo, razona la excepción del grafito y extrae una conclusión proporcionada.	Compara predicción y resultados con alguna imprecisión en la conclusión.	Recoge datos pero la conclusión no se apoya en ellos.	No distingue dato, predicción y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas del circuito y de manipulación sin recordatorios, usa símbolos y vocabulario preciso (grupo, periodo, valencia, ion) y cita fuentes fiables.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o en la cita de fuentes.	Necesita recordatorios de seguridad; mezcla términos o usa fuentes dudosas.	Incumple normas o no cita fuentes.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el atlas de otro equipo con propuestas concretas basadas en datos y mejora el propio a partir de 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 3 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé deducir protones, neutrones, electrones, periodo y grupo de un elemento a partir de su casilla y sus niveles.	◯	◯	◯	◯
Sé clasificar elementos como metales, no metales, metaloides o gases nobles y justificar con propiedades y 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 3 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: cómo leer una casilla, cómo hallar periodo y grupo, y datos ya dados.

Leer una casilla

Casilla del sodio: **Z = 11**, símbolo **Na**, **A = 23**.

1. **Protones:** el número atómico: 11.
2. **Neutrones:** $23 - 11 = 12$.
3. **Electrones** (neutro): igual que los protones: 11.
4. **Niveles:** 2-8-1, es decir, 3 niveles y 1 electrón de valencia.
5. **Posición:** periodo 3 (3 niveles) y grupo 1 (1 electrón de valencia). Es un metal alcalino.

De los electrones a la posición

Reglas para repartir los electrones (hasta Z = 20): **2 en el primer nivel, 8 en el segundo, 8 en el tercero, y el resto en el cuarto**.

Ejemplo con $Z = 16$ (azufre): 2 + 8 + 6 = 16. Hay 3 niveles, luego **periodo 3**; 6 electrones de valencia, luego **grupo 16**. Para llegar a 8 le faltan 2, así que forma el ion S^{2-}.

1 **Completa el DNI de cada elemento (usa F3).**

Elemento	Z	A	Protones	Neutrones	Electrones	Niveles	Periodo	Grupo
Litio (Li)	3	7	3	4	3	2-1	2	1
Flúor (F)	9	19						
Silicio (Si)	14	28						
Calcio (Ca)	20	40						

2 **Relaciona cada elemento con su clase.**

1 Hierro (Fe) ●	● a Gas noble
2 Azufre (S) ●	● b Metaloide
3 Argón (Ar) ●	● c Metal
4 Silicio (Si) ●	● d No metal

3 **Completa: el periodo es el número de ___ con electrones; los electrones del último nivel se llaman electrones de ___ ; los elementos de un mismo ___ tienen propiedades parecidas.**

El periodo es el número de _____ con electrones.

Los electrones del último nivel son los electrones de _____ .

Los elementos de un mismo _____ tienen propiedades parecidas.

Un elemento con 2-8-6 electrones por nivel está en el periodo _____ y en el grupo _____ , y forma el ion _____ .

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 3 · El DNI de los elementos

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

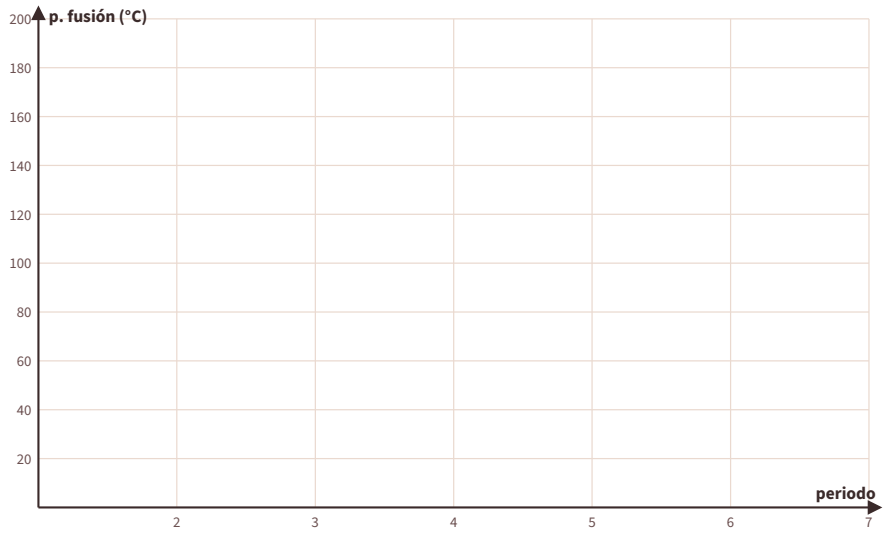
Predecir lo que no se conoce: rubidio y galio

Las tendencias permiten predecir. Mendeléyev predijo en 1869 el «eka-aluminio»; hoy sabemos que es el galio (Z = 31), descubierto por Lecoq de Boisbaudran en 1875. Vas a comprobar qué tan buena fue su predicción y hacer una tuya con los alcalinos.

Pasos

1. Con los datos de F5, predice por interpolación el punto de fusión del rubidio (periodo 5) a partir del potasio (63,4 °C) y del cesio (28,4 °C): halla el valor intermedio y calcula el error relativo con el valor real de F5 (39,3 °C). Explica por qué la interpolación lineal no acierta del todo.
2. Mendeléyev predijo para el eka-aluminio una masa atómica de unos 68 y una densidad de 5,9 g/cm³. El galio tiene 69,72 y 5,90 g/cm³. Calcula el error relativo de cada predicción.
3. El galio funde a 29,8 °C. ¿Se fundiría con el calor de la mano (unos 33 °C en la piel)? ¿En qué se parece a la tendencia de los alcalinos cerca de la parte baja del grupo? (Solo razonamiento; no se manipula en el aula).
4. Redacta un párrafo: ¿por qué fue tan importante dejar huecos en la tabla y cómo apoyó Moseley en 1913 la ordenación por número atómico?

1 **Representa los puntos de fusión de los alcalinos (Li, Na, K, Cs) y marca tu predicción para el Rb.**



Entrega

Una página con la gráfica, la predicción del rubidio con su error, el error de las predicciones del galio y el párrafo sobre los huecos de la tabla y Moseley.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 3 · El DNI de los elementos

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: Na; protones; periodos; el neón.
2. Predicciones: cable → Cu (metal); globo → He (no es metal, gas noble); papel de aluminio → Al (metal); mina → C (no metal; el grafito conduce); rótulo rojo-anaranjado → Ne (gas noble); pila de botón → Li (metal). Se aceptan métodos como buscar en F3, probar si conduce o si lo atrae un imán.
3. Hipótesis: respuesta abierta. La idea esperada es que elementos de la misma columna se parecen y que se puede predecir por la posición.

Ficha 2

1. Mg: Z 12, A 24, 12 p, 12 n, 12 e, periodo 3, grupo 2, metal. S: Z 16, A 32, 16 p, 16 n, 16 e, periodo 3, grupo 16, no metal. K: Z 19, A 39, 19 p, 20 n, 19 e, periodo 4, grupo 1, metal. Ne: Z 10, A 20, 10 p, 10 n, 10 e, periodo 2, grupo 18, gas noble.
2. Gas noble del periodo 3 → Ar; metal alcalino del periodo 2 → Li; no metal del grupo 16 y periodo 2 → O; metaloide del periodo 3 → Si.
3. Na (2-8-1) y K (2-8-8-1) tienen 1 electrón de valencia, están en el grupo 1 (alcalinos) y reaccionan de forma parecida; se diferencian en el número de niveles (periodos 3 y 4).

Ficha 3

1. Z = 12: Mg, 2-8-2, periodo 3, grupo 2, metal, Mg^{2+}. Z = 9: F, 2-7, periodo 2, grupo 17, no metal, F^{-}. Z = 15: P, 2-8-5, periodo 3, grupo 15, no metal, P^{3-}. Z = 18: Ar, 2-8-8, periodo 3, grupo 18, gas noble, sin ion (último nivel completo). Z = 20: Ca, 2-8-8-2, periodo 4, grupo 2, metal, Ca^{2+}.
2. A: sodio (Na, Z = 11): 3 niveles y 1 electrón de valencia; metal blando. B: flúor (F, Z = 9): grupo 17 y periodo 2. C: silicio (Si, Z = 14, A = 28): 14 electrones y 14 neutrones. D: argón (Ar, Z = 18).
3. Silicio: 14 electrones: 2-8-4, 3 niveles (periodo 3), 4 electrones de valencia (grupo 14).

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar.
2. Predicciones: cobre, aluminio y hierro conducen; grafito, probablemente poco o sí (sorpresa); plástico no. Imán: solo el hierro.
3. Resultados esperables: cobre: brillo sí, bombilla mucho, imán no, se dobla, metal. Aluminio: brillo sí, bombilla mucho, imán no, se dobla (se arruga), metal. Hierro: brillo sí, bombilla mucho (algo menos), imán sí, se dobla con dificultad, metal. Grafito: brillo gris, bombilla poco o mucho según la mina, imán no, se rompe, no metal. Plástico: sin brillo, bombilla nada, imán no, se dobla o se rompe, no metal. Si la bombilla luce poco con el cable, revisar contactos y pilas.

Ficha 5

1. Gráfica: halógenos, periodos 2-5: (2; −219,7), (3; −101,5), (4; −7,2), (5; 113,7); el punto de fusión aumenta al bajar en el grupo.
2. Alcalinos: disminuye de 180,5 a 28,4 °C; halógenos: aumenta de −219,7 a 113,7 °C: las tendencias son opuestas, aunque ambos grupos son familias de elementos parecidos. Bromo a 25 °C: líquido (funde a −7,2 °C y hierve a 58,8 °C). Cloro a −50 °C: líquido (funde a −101,5 °C y hierve a −34,0 °C).
3. Periodo 3: sube de Na (97,8 °C) a Si (1 414 °C), el máximo, y baja con P (44,2 °C), S (115,2 °C), Cl (−101,5 °C) y Ar (−189,3 °C). Los metales y el metaloide tienen puntos altos; los no metales y el gas noble, bajos.
4. El grafito conduce, aunque el carbono es no metal: una sola propiedad no basta para clasificar; se usan varias (brillo, conducción, maleabilidad, posición) y existen excepciones.

Ficha 6

1. IUPAC: fiable (organismo que fija los datos); RSEQ: fiable (sociedad científica); PubChem: fiable (institución pública, cita fuentes); enciclopedia colaborativa: con cautela (útil para empezar, contrastar); blog ficticio: no fiable (sin autoría ni datos); vídeo ficticio: no fiable (anónimo y sin datos).
2. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («comprobar que el grupo del cloro coincide con sus 7 electrones de valencia», «añadir la fuente del punto de fusión»), no genéricas.

Ficha 7

1. Potasio (K): 19 protones, 39 − 19 = 20 neutrones, 19 electrones; 2-8-8-1; periodo 4, grupo 1; metal con 1 electrón de valencia; ion K^+ con 18 electrones.
2. Sr: grupo 2, luego 2 electrones de valencia; forma Sr^{2+}. Se parecerá al calcio (metal, reactivo, forma iones 2+), con tendencia diferente por tener un nivel más (periodo 5).
3. Masa atómica: $|72 - 72{,}63|/72{,}63 \cdot 100 = 0{,}87$ %. Densidad: $|5{,}5 - 5{,}32|/5{,}32 \cdot 100 = 3{,}4$ %. Fueron predicciones muy buenas (errores inferiores al 4 %).
4. Evaluación del vídeo: comprobar en fuentes fiables (IUPAC, RSEQ, PubChem) que hoy hay 118 elementos confirmados; en F8, 2016 (nombres de 113, 115, 117 y 118) completa el periodo 7. El vídeo es anónimo y sin datos: no fiable.

Refuerzo (Anexo 8)

1. F: Z 9, A 19, 9 p, 10 n, 9 e, 2-7, periodo 2, grupo 17. Si: Z 14, A 28, 14 p, 14 n, 14 e, 2-8-4, periodo 3, grupo 14. Ca: Z 20, A 40, 20 p, 20 n, 20 e, 2-8-8-2, periodo 4, grupo 2.
2. Hierro → metal; azufre → no metal; argón → gas noble; silicio → metaloide.
3. Niveles; valencia; grupo. Elemento 2-8-6: periodo 3 (tres niveles), grupo 16 (6 electrones de valencia), ion S^{2-}.

Ampliación (Anexo 9)

1. Rb: valor intermedio entre K (63,4) y Cs (28,4): (63,4 + 28,4)/2 = 45,9 °C. Error relativo: $|45{,}9 - 39{,}3|/39{,}3 \cdot 100 = 16{,}8$ %. No acierta del todo porque la disminución no es lineal: el descenso es mayor entre los primeros periodos (Li-Na-K) y se hace más pequeño abajo.
2. Masa: $|68 - 69{,}72|/69{,}72 \cdot 100 = 2{,}5$ %. Densidad: $|5{,}9 - 5{,}90|/5{,}90 \cdot 100 \approx 0$ % (0,0 %). Muy buenas predicciones.
3. El galio (29,8 °C) se fundiría con el calor de la mano; se parece a los alcalinos de la parte baja (Cs 28,4 °C) en tener un punto de fusión bajo para ser un metal.
4. Los huecos mostraron que la tabla podía predecir elementos todavía desconocidos, y cuando aparecieron galio, escandio y germanio con propiedades parecidas, se confirmó. Moseley (1913) mostró con rayos X que el orden verdadero es el número atómico.

⚠ Errores frecuentes

- Confundir número atómico (protones) con número másico (protones más neutrones) o calcular los neutrones sin restar.
- Confundir periodo (fila, niveles ocupados) con grupo (columna, electrones de valencia).
- Repartir los electrones sin respetar 2-8-8-2 (por ejemplo, poner 3 en el primer nivel) o contar mal la valencia en los grupos 13 a 18.
- Pensar que el hidrógeno es un metal alcalino por estar en el grupo 1 (es un no metal).
- Clasificar el grafito como metal porque conduce, o creer que todos los gases nobles son iguales de abundantes.
- Dar por buena una fuente sin autoría ni datos solo porque «sale en el primer resultado» del buscador.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- Se valora que el alumnado deduzca periodo y grupo a partir de los electrones y justifique con propiedades; no basta memorizar posiciones.
- En los cálculos se valoran el planteamiento, la unidad y la interpretación; las tendencias se aceptan si están apoyadas por los datos de F5.
- Práctica: los resultados varían con las pilas, las minas y la forma de los contactos; admitir que el grafito encienda poco o mucho la bombilla.
- Seguridad: circuito de 3 V, alambre y aluminio con cuidado; no manipular alcalinos ni halógenos (solo datos); recoger las pilas.

04

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Átomos que se unen

PREGUNTA GUÍA

¿Por qué los compuestos tienen propiedades distintas de los elementos que los forman?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Mapa de formación y propiedades de compuestos	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 2.2, 3.1, 3.2

Contexto, reto y producto

En el taller de cocina del instituto aparecen tres botes de cristal con un polvo blanco y la etiqueta despegada. La profesora de Tecnología asegura que son sal, azúcar y bicarbonato, pero nadie sabe cuál es cuál, y en un laboratorio jamás se prueba una sustancia para identificarla. A la vez, una compañera lanza un reto curioso: «La sal de mesa está hecha de un metal que reacciona violentamente con el agua y de un gas venenoso. ¿Cómo puede ser comestible?». Dos sustancias peligrosas se unen y dan lugar a otra completamente distinta; y tres polvos que parecen iguales resultan ser muy diferentes.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de peritos de laboratorio**. Aprende que los átomos se unen para alcanzar una disposición estable de **electrones de valencia** (enlace **iónico**, **covalente** y **metálico**), que el tipo de unión explica las **propiedades** de cada compuesto (temperatura de fusión, solubilidad, conductividad), y que la **masa atómica** y la **masa molecular** permiten comparar y calcular con las sustancias. Con una práctica segura (disolución en agua, comprobador de conductividad con LED y vinagre) identifica los tres polvos y elabora un **mapa de formación y propiedades** de un compuesto, relacionando lo que ocurre entre los átomos con lo que se observa en el vaso.

Reto

Identificar tres polvos blancos con pruebas seguras y construir un mapa que explique cómo se forma un compuesto, qué unión tiene, cuál es su masa molecular y por qué difiere de sus elementos.

Producto final

Mapa de formación y propiedades de compuestos.

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
B4	Principales compuestos químicos: su formación y sus propiedades físicas y químicas, valoración de sus aplicaciones. Masa atómica y masa molecular.
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.
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

- Formación de compuestos: electrones de valencia, regla del octeto y tres tipos de unión (iónica entre metal y no metal; covalente entre no metales; metálica entre metales).
- Propiedades físicas (temperatura de fusión, solubilidad, conductividad) y químicas (reacción con vinagre) explicadas por el tipo de unión y la estructura (red iónica, moléculas, red metálica).
- Diferencia entre las propiedades de un compuesto y las de sus elementos (NaCl frente a Na y Cl_2; H_2O frente a H_2 y O_2).
- Masa atómica (u) a partir de la tabla periódica y masa molecular o de la unidad fórmula por suma de masas atómicas; comparación de masas.
- Aplicaciones de compuestos de uso cotidiano (sal, azúcar, bicarbonato, agua, metano) y su valoración, incluida la sal en la dieta.

Objetivos didácticos

- Explicar con los electrones de valencia cómo se forman los enlaces iónico, covalente y metálico y dibujar la formación de NaCl, H_2O, NH_3 y CH_4.
- Relacionar el tipo de unión con la temperatura de fusión, la solubilidad y la conductividad a partir de una tabla y una gráfica.
- Calcular masas moleculares (o de la unidad fórmula) con las masas atómicas de la tabla periódica y expresarlas en u.
- Realizar una prueba segura, registrar los resultados y decidir con una clave de pruebas qué es cada polvo.
- Comunicar en un mapa la formación y las propiedades de un compuesto y justificar por qué difieren de las de sus elementos.

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 los polvos blancos y del misterio de la sal, diagnóstico inicial y primeras predicciones

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico y predicciones sobre cómo distinguir los polvos y sobre la sal frente a sus elementos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Electrones de valencia y tipos de enlace: transferencia, compartición y mar de electrones; estructura de las sustancias

Evidencia: Ficha 2: tabla de electrones de valencia, relación de enlaces con su descripción y diagrama de formación de MgO.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Fórmulas, masa atómica y masa molecular; deducción de fórmulas a partir de los electrones de valencia

Evidencia: Ficha 3: masas moleculares calculadas, comparación de masas y fórmulas deducidas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica segura: disolución, conductividad con LED y prueba con vinagre para identificar los polvos A, B y C

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tabla de resultados con identificación de cada polvo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Análisis de resultados: clave de pruebas, relación enlace-propiedades con los datos de F5 y F6, y contraste con las predicciones

Evidencia: Ficha 5: identificación justificada, clasificación de sustancias y explicación de la conducción de la sal.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del mapa de formación y propiedades de un compuesto y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: lista de revisión cruzada y propuestas de mejora del mapa de otro equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del mapa y evidencia individual: clasificar tres sustancias desconocidas a partir de datos y calcular sus masas

Evidencia: Mapa final (Anexo 4) y Ficha 7: clasificación, fórmulas, masas moleculares y explicación individual.

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 la sal no se parece al sodio ni al cloro y de por qué cada tipo de unión da propiedades distintas (mapa y diagramas de formación).	Fichas 2 y 7 y mapa (Anexo 4) / rúbrica
1.2	Cálculo correcto de masas moleculares y de la unidad fórmula con planteamiento y unidades (u), y deducción razonada de fórmulas con los electrones de valencia.	Ficha 3 y Ficha 7 / lista de cotejo
2.2	Diseño y justificación de una clave de pruebas (disolución, conductividad, vinagre) con control de variables que permite distinguir sal, azúcar y bicarbonato.	Fichas 1, 4 y 5 / rúbrica
3.1	Interpretación de la tabla de propiedades (F5), de la gráfica de temperaturas de fusión (F6) y de los resultados propios para clasificar sustancias.	Fichas 5 y 7 / rúbrica
3.2	Uso correcto de fórmulas, símbolos, cargas, subíndices, unidades (u, g, mL, °C) y cifras en los cálculos y en el mapa.	Fichas 3 y 7 y mapa / lista de cotejo

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica la formación de un compuesto con electrones de valencia, identifica el tipo de unión, relaciona con rigor estructura y propiedades y explica por qué difieren de las de sus elementos; reconoce límites del modelo.	Explica la formación y el tipo de unión y relaciona la mayoría de las propiedades con la estructura, con alguna imprecisión.	Describe el tipo de unión y las propiedades, pero no las relaciona de forma causal.	Confunde enlace con mezcla, o atribuye al compuesto las propiedades de sus elementos.
Datos y resolución	Calcula masas moleculares y deduce fórmulas sin errores, con planteamiento y unidades, interpreta la tabla y la gráfica y comprueba la coherencia de sus resultados.	Cálculos correctos con algún fallo menor de unidades o de redondeo.	Cálculos incompletos o con errores en el recuento de átomos; interpreta la tabla con ayuda.	No sabe calcular una masa molecular ni leer los datos.
Investigación	Aplica una clave de pruebas controlando variables (masa, volumen, electrodos), registra resultados completos, identifica los tres polvos y justifica la conclusión con evidencias.	Aplica la clave y registra bien, con alguna variable sin controlar.	Identifica algún polvo, pero la justificación es incompleta.	Confunde observación y conclusión o no identifica los polvos.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas (gafas, no probar, residuos) con autonomía y usa fórmulas, cargas y vocabulario (ion, molécula, electrón de valencia, masa molecular) con precisión.	Cumple las normas con algún recordatorio; lenguaje científico correcto con fallos menores.	Necesita recordatorios; lenguaje impreciso (por ejemplo, «molécula» para NaCl).	Incumple normas de seguridad o no usa el lenguaje científico.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el mapa de otro equipo con propuestas concretas y científicas, 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: 3 botes numerados A, B y C con 5 g de polvo cada uno (sal, azúcar y bicarbonato, preparados por el docente), 3 vasos de plástico de 100 mL, 1 vaso para agua de enjuague, 3 cucharillas, probeta de 50 mL, vinagre blanco (20 mL), agua destilada (250 mL), rotulador, gafas de protección y papel de cocina.
- Comprobador de conductividad montado por el docente: pila de 9 V con clip, LED y resistencia de 470 Ω en serie y dos electrodos de grafito (minas de lápiz) con cables y pinzas. Balanza de cocina compartida (resolución de 1 g o menor).
- Dossier (Anexo 2), fichas (Anexo 3), plantilla del mapa (Anexo 4) y tabla periódica con masas atómicas; hoja de cálculo opcional para comparar masas.

Seguridad y residuos

Gafas de protección durante toda la práctica y prohibido probar u oler de cerca los polvos. La pila de 9 V con resistencia es inofensiva; se desconecta al cambiar de vaso. Disoluciones y vinagre, por el desagüe con agua; restos secos, a la papelera. El sodio y el cloro solo se tratan en el dossier.

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 masas atómicas con los elementos ya ordenados, fichas de enlace con diagramas parcialmente completados, ejemplos resueltos paso a paso y clave de pruebas ya dibujada (Anexo 8).

Ampliación

Anexo 9

Porcentaje de sodio en la sal y en el bicarbonato, y valoración de la recomendación de sal diaria de la OMS (Anexo 9).

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 4 · Átomos que se unen

ALUMNADO

Tres botes sin etiqueta, tres polvos blancos idénticos y una regla de oro: en un laboratorio no se prueba nada. ¿Son sal, azúcar y bicarbonato? Para averiguarlo tendréis que pensar como peritos: ¿qué diferencia a una sustancia de otra aunque parezcan iguales? Además, hay una paradoja que resolver: la sal de mesa se forma con un metal que reacciona violentamente con el agua y un gas tóxico, y sin embargo la echamos en la sopa. Descubriréis cómo se unen los átomos, por qué el tipo de unión cambia las propiedades y cuánto «pesa» cada compuesto, y lo dibujaréis en un mapa.

> *¿Por qué los compuestos tienen propiedades distintas de los elementos que los forman?*

Vuestro reto

Identificar tres polvos blancos con pruebas seguras y construir un mapa que explique cómo se forma un compuesto, qué unión tiene, cuál es su masa molecular y por qué difiere de sus elementos.

Lo que vais a producir

Mapa de formación y propiedades de compuestos.

Seguridad. Gafas de protección durante toda la práctica y prohibido probar u oler de cerca los polvos. La pila de 9 V con resistencia es inofensiva; se desconecta al cambiar de vaso.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso de los polvos y la paradoja de la sal, hacemos el diagnóstico y predecimos.
2. Descubrimos cómo se unen los átomos: electrones de valencia y tres tipos de enlace.
3. Escribimos fórmulas y calculamos masas moleculares con las masas atómicas.
4. Hacemos la práctica segura: disolvemos, comprobamos la conductividad y probamos con vinagre.
5. Analizamos resultados, identificamos los polvos y relacionamos enlace y propiedades.
6. Dibujamos el borrador del mapa de un compuesto y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el mapa y clasificamos individualmente tres sustancias desconocidas.

Al terminar seré capaz de...

- Explicar con los electrones de valencia cómo se forman los enlaces iónico, covalente y metálico y dibujar la formación de NaCl, H_2O, NH_3 y CH_4.
- Relacionar el tipo de unión con la temperatura de fusión, la solubilidad y la conductividad a partir de una tabla y una gráfica.
- Calcular masas moleculares (o de la unidad fórmula) con las masas atómicas de la tabla periódica y expresarlas en u.
- Realizar una prueba segura, registrar los resultados y decidir con una clave de pruebas qué es cada polvo.
- Comunicar en un mapa la formación y las propiedades de un compuesto y justificar por qué difieren de las de sus elementos.

¿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 · Átomos que se unen

ALUMNADO

Todo lo necesario para investigar con rigor: el caso de los polvos y la paradoja de la sal, tres esquemas (formación del NaCl, enlace covalente y tipos de estructura), una tabla de propiedades reales con su gráfica, la tabla de masas atómicas con un ejemplo resuelto, el circuito del comprobador, el protocolo de la práctica y un glosario.

F1 Los polvos blancos y la paradoja de la sal

ESTUDIO DE CASO

En el taller de cocina hay tres botes de cristal con un polvo blanco y la etiqueta despegada. Alguien ha escrito en la tapa «sal, azúcar, bicarbonato», pero sin orden. La regla del laboratorio es clara: **nunca se prueba una sustancia desconocida**. Hay que identificarlas con pruebas seguras.

Mientras tanto, en el almacén del laboratorio hay dos productos muy distintos de la sal:

- **Sodio (Na):** metal blando, plateado, que se guarda bajo aceite porque reacciona con el aire y con el agua desprendiendo mucho calor. Solo lo manipula el profesorado, en cantidades mínimas y con protección.
- **Cloro (Cl_2):** gas amarillo verdoso, de olor irritante y tóxico. Se usó como arma química en la Primera Guerra Mundial; hoy se emplea, en forma de compuestos y en concentraciones muy bajas, para desinfectar el agua.

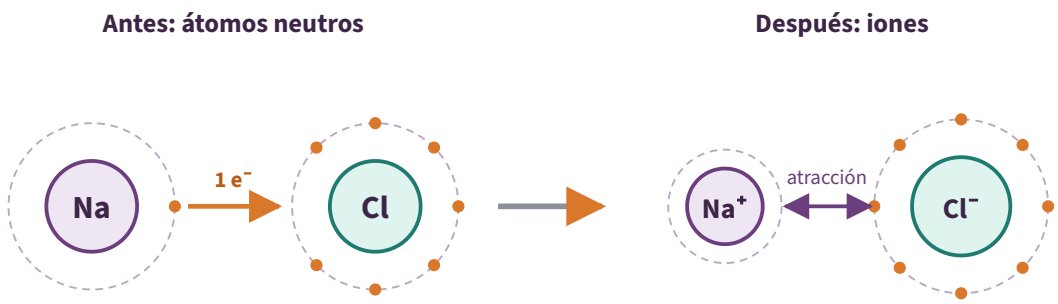
Cuando el sodio y el cloro reaccionan, no obtenemos una mezcla de las dos cosas, sino **cloruro de sodio, NaCl**: un sólido blanco, cristalino y comestible, que se disuelve en agua y la hace conductora. Los átomos de sodio y de cloro siguen siendo los mismos, pero **se han unido** y su comportamiento ha cambiado por completo.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula. Los datos sobre el sodio y el cloro son reales (puntos de fusión y reactividad de fuentes de referencia como el CRC Handbook of Chemistry and Physics).

Haz una lista de tres propiedades que tiene el sodio o el cloro y que la sal no tiene. ¿Qué crees que ha cambiado «por dentro»?

F2 Enlace iónico: así se forma el NaCl

ESQUEMA



Na (grupo 1)
1 e^- de valencia: lo cede

Cl (grupo 17)
7 e^- de valencia: gana 1

Na^+: 11 protones
10 e^- (carga +1)

Cl^-: 17 protones
18 e^- (carga −1)

Los puntos naranjas son los electrones de la capa más externa. Cargas opuestas se atraen: **enlace iónico**. El compuesto es neutro: 1 Na^+ (+1) y 1 Cl^- (−1) → NaCl. El Na^+ es más pequeño que el Na; el Cl^-, mayor que el Cl.

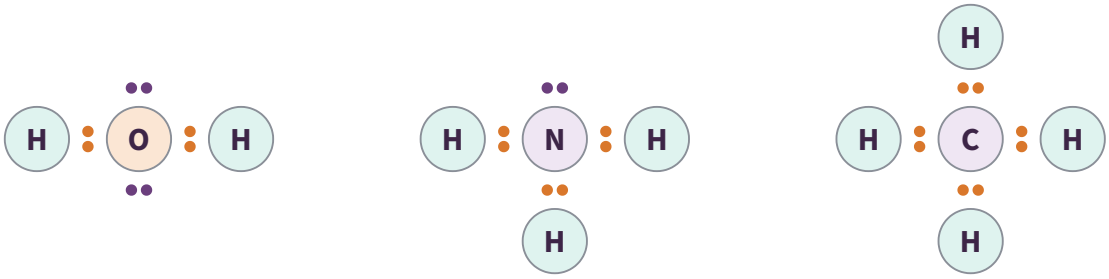
Fuente: Esquema de elaboración propia. Las proporciones de tamaño son cualitativas (el catión es menor que su átomo; el anión, mayor).

El electrón no desaparece: pasa del sodio al cloro. ¿Por qué el compuesto sigue siendo eléctricamente neutro?

F3 Enlace covalente: moléculas de H_2O, NH_3 y CH_4

ESQUEMA

Cada átomo central completa 8 electrones a su alrededor (regla del octeto); cada H, 2.



H_2O (agua)
2 pares compartidos
2 pares libres en el O

NH_3 (amoniaco)
3 pares compartidos
1 par libre en el N

CH_4 (metano)
4 pares compartidos
ningún par libre

●● par compartido (enlace covalente) ●● par libre (no enlaza)

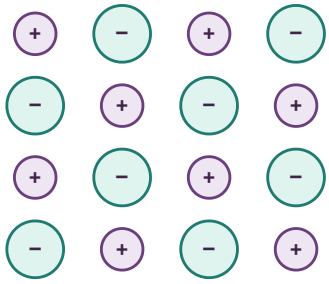
Fuente: Esquema de elaboración propia con diagramas de puntos de Lewis simplificados.

Cuenta los electrones alrededor del N en el NH_3: 3 pares compartidos más 1 par libre dan 8.

F4 Tres formas de estructura: red iónica, moléculas y red metálica

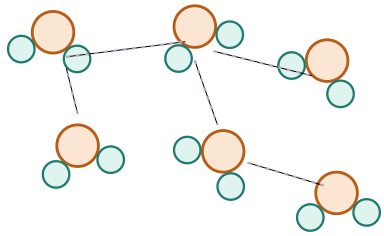
ESQUEMA

Red iónica (NaCl)



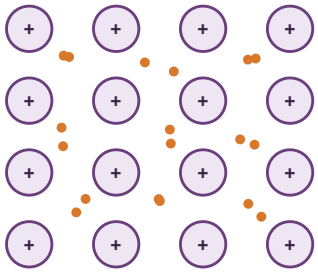
Iones + y − alternados, fijos en una red.
Sólido: no conduce.
Disuelto o fundido: conduce.

Sustancia molecular (H_2O)



Moléculas separadas, unidas entre sí por fuerzas débiles (líneas punteadas).
Funde a baja temperatura.

Red metálica (Cu)



Cationes en red y electrones libres (puntos naranjas).
Conduce siempre, también en estado sólido.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Representación plana y simplificada de modelos tridimensionales.

¿En cuál de las tres estructuras hay partículas cargadas que pueden moverse cuando la sustancia está en estado sólido?

F5 Propiedades de algunas sustancias

DATOS

Sustancia (fórmula)	Tipo de unión	Estado a 25 °C	T. de fusión (°C)	Soluble en agua	¿Conduce la electricidad?
Sal común ($NaCl$)	iónica	sólido	801	sí (36 g / 100 g)	sólido: no; disuelta o fundida: sí
Óxido de magnesio (MgO)	iónica	sólido	2852	prácticamente insoluble	sólido: no; fundido: sí
Cloruro de calcio ($CaCl_2$)	iónica	sólido	772	sí (muy soluble)	sólido: no; disuelto o fundido: sí
Agua (H_2O)	covalente molecular	líquido	0	—	agua pura: casi no
Sacarosa, azúcar ($C_{12}H_{22}O_{11}$)	covalente molecular	sólido	186 (se descompone)	sí (unos 200 g / 100 g)	sólido: no; disuelta: no
Metano (CH_4)	covalente molecular	gas	−182	casi insoluble	no
Cloro (Cl_2)	covalente molecular	gas	−102	poco soluble	no
Cobre (Cu)	metálica	sólido	1085	no	sí, en estado sólido
Hierro (Fe)	metálica	sólido	1538	no	sí, en estado sólido
Sodio (Na)	metálica	sólido	98	reacciona con el agua	sí, en estado sólido

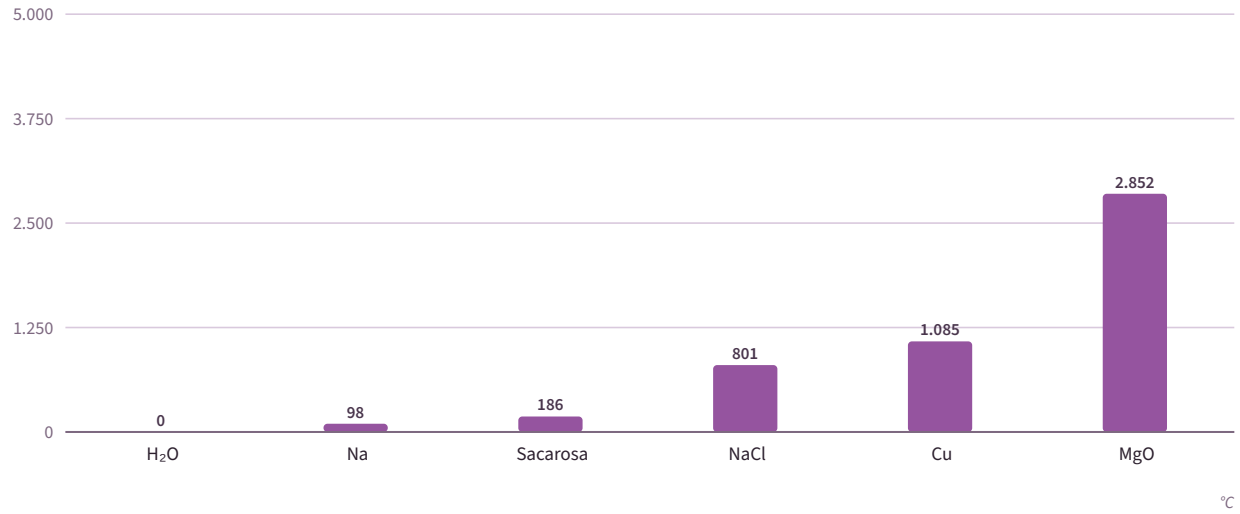
En las sustancias **iónicas** y **metálicas** las partículas se mantienen unidas por fuerzas intensas, por eso funden a temperaturas altas (salvo metales muy blandos como el sodio). En las **moleculares**, las moléculas se atraen débilmente entre sí y funden a temperaturas bajas.

Fuente: Datos de referencia redondeados (CRC Handbook of Chemistry and Physics). La solubilidad es a 20 °C. La sacarosa no llega a fundir limpiamente: se descompone hacia 186 °C.

Subraya en la tabla las sustancias que conducen la electricidad en estado sólido. ¿Qué tipo de unión tienen?

F6 Temperatura de fusión de algunas sustancias

GRÁFICO



El óxido de magnesio funde a una temperatura unas 15 veces mayor que la sacarosa (2852 : 186 ≈ 15,3). Entre sus iones Mg^{2+} y O^{2-} hay atracciones muy intensas, porque las cargas son mayores que las del NaCl (±2 frente a ±1).

Fuente: Gráfica de elaboración propia con datos de F5 (CRC Handbook).

Ordena las sustancias de la gráfica de menor a mayor temperatura de fusión e indica el tipo de unión de la primera y de la última.

F7 Masas atómicas y ejemplo resuelto de masa molecular

DATOS

Elemento	Símbolo	Número atómico Z	Grupo	Electrones de valencia	Masa atómica (u)
Hidrógeno	H	1	1	1	1
Carbono	C	6	14	4	12
Nitrógeno	N	7	15	5	14
Oxígeno	O	8	16	6	16
Sodio	Na	11	1	1	23
Magnesio	Mg	12	2	2	24
Aluminio	Al	13	13	3	27
Cloro	Cl	17	17	7	35,5
Calcio	Ca	20	2	2	40
Hierro	Fe	26	8	metal de transición	56
Cobre	Cu	29	11	metal de transición	63,5

Ejemplo resuelto: masa molecular de la sacarosa, $C_{12}H_{22}O_{11}$.

Paso 1. Cuenta los átomos de cada elemento: 12 de C, 22 de H y 11 de O.

Paso 2. Multiplica por su masa atómica: C: 12 · 12 u = 144 u; H: 22 · 1 u = 22 u; O: 11 · 16 u = 176 u.

Paso 3. Suma: $M = 144 + 22 + 176 = 342$ u.

Compuestos iónicos: no forman moléculas, sino redes. Se calcula del mismo modo la masa de la **unidad fórmula**: para NaCl, $23 + 35{,}5 = 58{,}5$ u.

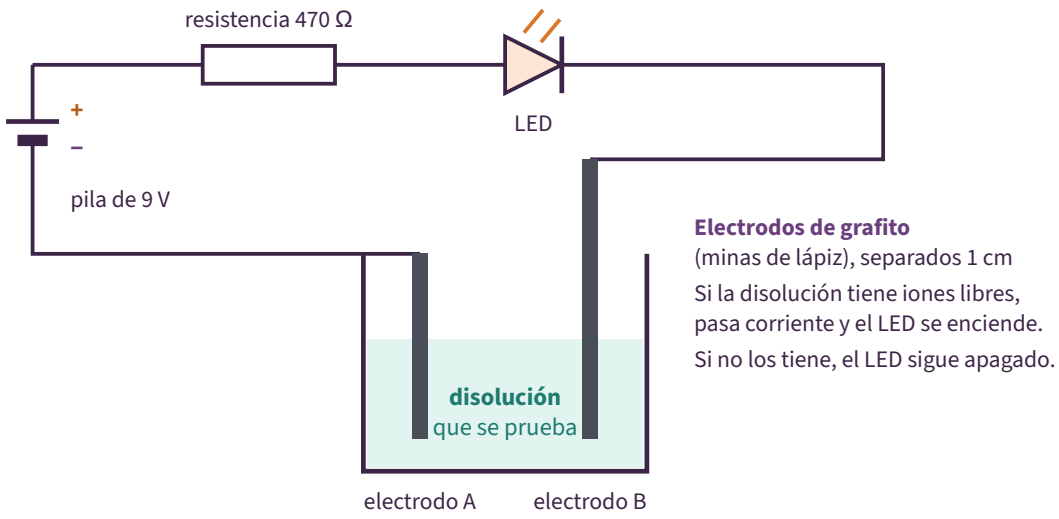
Masa de una molécula en kg: una molécula de H_2O tiene 18 u, es decir, $18 \cdot 1{,}66 \cdot 10^{-27} = 2{,}99 \cdot 10^{-26}$ kg.

Fuente: Masas atómicas relativas de la IUPAC redondeadas para uso escolar. 1 u = 1,66 · 10 $^{-27}$ kg.

En los grupos 1 y 2 los electrones de valencia coinciden con el número del grupo; en los grupos 13 a 18, con el número del grupo menos 10.

F8 El comprobador de conductividad

ESQUEMA



Fuente: Esquema de elaboración propia con símbolos normalizados de circuitos.

¿Por qué la resistencia de 470 Ω se coloca en serie con el LED? ¿Qué pasaría si los electrodos se tocasen?

F9 Protocolo: ¿qué son los polvos A, B y C?

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 3 botes A, B y C (unos 5 g cada uno), 3 vasos de plástico de 100 mL, 1 vaso de enjuague, 3 cucharillas, probeta de 50 mL, balanza compartida, agua destilada (250 mL), vinagre blanco (20 mL), comprobador de conductividad (F8), papel de cocina, rotulador y gafas de protección.

Equipo de protección y riesgos: gafas puestas durante toda la práctica. Riesgos: salpicaduras en los ojos, suelo mojado y confusión de botes. Está **prohibido probar u oler de cerca** los polvos. El comprobador funciona con pila de 9 V y resistencia (sin riesgo eléctrico), pero se desconecta al cambiar de vaso.

Variables: independiente, tipo de polvo (A, B o C); dependiente, disolución, encendido del LED y efervescencia; controladas, 2 g de polvo, 50 mL de agua destilada, tiempo de agitación (1 min), distancia entre electrodos (1 cm) y electrodos limpios.

Procedimiento:

1. Rotula tres vasos A, B y C. Mide 50 mL de agua destilada con la probeta y viértelos en cada vaso.
2. **Control:** conecta el comprobador a un vaso solo con agua destilada y anota el LED. Después comprueba un poco de polvo seco sobre un papel (electrodos 1 cm separados).
3. Pesa 2 g del polvo A y échalos en el vaso A. Remueve 1 minuto y anota si se disuelve del todo, si queda turbio o si queda polvo en el fondo. Repite con B y C.
4. Introduce los electrodos (1 cm de separación) en cada disolución y anota si el LED se enciende (apagado, tenue o brillante). Aclara los electrodos con agua destilada y sécalos entre vaso y vaso.
5. Pon media cucharadita de cada polvo seco en tres vasos limpios y añade 5 mL de vinagre en cada uno. Anota si hay burbujas.
6. Decide qué es cada polvo con esta **clave**: si el LED no se enciende, es azúcar; si se enciende y no hay burbujas con vinagre, es sal; si se enciende y hay burbujas, es bicarbonato. Anota la identificación con las evidencias.

Limpieza y residuos: las disoluciones y el vinagre se vierten por el desagüe con abundante agua; los restos de polvo seco, a la papelera; aclara vasos y cucharillas, seca los electrodos, limpia la mesa y lávate las manos.

Resultado esperable: con 2 g en 50 mL (4 g / 100 mL) **los tres polvos se disuelven**; por eso la solubilidad, por sí sola, no los distingue. Sal y bicarbonato **encienden el LED** (el brillo depende de la distancia entre electrodos y no permite distinguirlos); el azúcar lo deja **apagado**. Con vinagre, solo el **bicarbonato** forma burbujas. El agua destilada y los polvos secos dejan el LED apagado.

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

¿Por qué hay que usar agua destilada y la misma cantidad de agua en los tres vasos?

F10 Vocabulario de los peritos químicos

GLOSARIO

Electrones de valencia	Electrones de la capa más externa de un átomo; son los que intervienen en los enlaces.
Regla del octeto	Tendencia de los átomos a quedar con 8 electrones en su capa externa (2 en el caso del hidrógeno).
Ion	Átomo o grupo de átomos con carga eléctrica por haber ganado o perdido electrones. Catión: carga positiva; anión: carga negativa.
Enlace iónico	Unión por atracción eléctrica entre cationes y aniones; típica de metal más no metal.
Enlace covalente	Unión en la que los átomos comparten pares de electrones; típica entre no metales.
Enlace metálico	Unión entre cationes de un metal rodeados de electrones que se mueven libremente.
Molécula	Conjunto de átomos unidos por enlaces covalentes que se comporta como una unidad.
Red cristalina	Ordenación regular y repetida de iones (o átomos) en el espacio.
Masa atómica	Masa de un átomo medida en unidades de masa atómica (u); aparece en la tabla periódica.
Masa molecular	Suma de las masas atómicas de los átomos de una molécula (en u). En compuestos iónicos se habla de masa de la unidad fórmula.
Conductividad eléctrica	Capacidad de una sustancia de dejar pasar la corriente; necesita partículas cargadas que se puedan mover.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 3.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 4 · Átomos que se unen

ALUMNADO

FICHA 1 El caso de los polvos blancos

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa la tabla F7. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

Un compuesto es…

- ☐ una sustancia formada por átomos de distintos elementos unidos en proporción fija
- ☐ una mezcla de elementos que se puede separar con un imán
- ☐ un átomo muy grande

Los electrones de valencia son los…

- ☐ de la capa más externa del átomo
- ☐ que están en el núcleo
- ☐ que no tienen carga

El símbolo del cloro es…

- ☐ Cl
- ☐ C
- ☐ Co

La masa de una molécula de agua se calcula…

- ☐ sumando las masas atómicas de sus átomos
- ☐ multiplicando el número de átomos por 100
- ☐ restando la masa del oxígeno a la del hidrógeno

2 **Con lo que sabes, propón tres pruebas seguras (sin probar) para distinguir un polvo blanco de otro. Para cada una, escribe qué esperas observar.**

Prueba que haría	Qué espero observar y por qué

3 **Según F1, el sodio y el cloro son peligrosos, pero la sal no. Escribe tu hipótesis («si…, entonces…, porque…») sobre qué les pasa a los átomos al unirse.**

FICHA 2 Cómo se unen los átomos

Sesión 2

Usa F2, F3, F4 y la tabla F7. Recuerda: los electrones de valencia son los de la capa externa.

1 **Completa la tabla con ayuda de F7: electrones de valencia y qué hace cada átomo para tener 8 electrones en su capa externa (ceder, ganar o compartir, y cuántos).**

Elemento	Grupo	Electrones de valencia	Para completar el octeto…
Na	1		
Mg	2		
O	16		
Cl	17		
C	14		

2 **Relaciona cada tipo de enlace con su descripción.**

1 Enlace iónico ●	● a Cationes en una red rodeados de electrones libres
2 Enlace covalente ●	● b Transferencia de electrones entre un metal y un no metal
3 Enlace metálico ●	● c Pares de electrones compartidos entre no metales

3 **Dibuja, con puntos para los electrones de valencia y flechas, cómo se forma el óxido de magnesio (MgO) a partir de un átomo de Mg y uno de O. Escribe las cargas de los iones.**

FICHA 3 Fórmulas y masas moleculares

Sesión 3

Consulta la tabla de masas atómicas y el ejemplo resuelto de F7. Escribe todos los pasos y la unidad (u).

1 **Calcula la masa molecular (o de la unidad fórmula) de estas sustancias.**

Fórmula	Átomos de cada elemento	Cálculo	Masa (u)
H_2O			
CO_2			
$NaHCO_3$			
$CaCl_2$			
Al_2O_3			

2 **Con los datos de F7: ¿cuántas veces es mayor la masa de una molécula de sacarosa ($C_{12}H_{22}O_{11}$) que la de una de agua? ¿Cuántos átomos tiene la sacarosa? ¿Qué elemento aporta más masa a la molécula y cuál tiene más átomos?**

3 **Deduce la fórmula del compuesto que forman estos átomos sabiendo cuántos electrones cede el metal y cuántos gana el no metal (la carga total debe ser cero).**

Átomos	Electrones que cede el metal / gana el no metal	Fórmula
Na y Cl		
Ca y Cl		
Na y O		
Al y O		

FICHA 4 En el laboratorio: identificamos los polvos

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F9 paso a paso. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de abrir los botes).**

- ☐ Todos llevamos las gafas puestas
- ☐ Sabemos que no se prueba ni se huele de cerca ningún polvo
- ☐ Los botes A, B y C están rotulados y los vasos también
- ☐ El comprobador está desconectado mientras cambiamos de vaso
- ☐ Sabemos por dónde se tiran las disoluciones y dónde se tiran los restos de polvo

2 **Control y resultados con 2 g de polvo en 50 mL de agua destilada.**

Prueba	Polvo A	Polvo B	Polvo C
¿Se disuelve del todo? (sí / no / turbio)			
LED con la disolución (apagado / tenue / brillante)			
LED con el polvo seco			
Con vinagre (¿burbujas?)			
Identificación (sal, azúcar o bicarbonato)			

3 **Control con agua destilada sola: LED = _____. ¿Para qué sirve este control? Escríbelo.**

FICHA 5 Analizamos las pruebas y el enlace

Sesión 5

Trabaja con tus resultados de la ficha 4, con la clave del paso 6 de F9 y con F5 y F6.

1 **Completa la clave de pruebas con los resultados de la práctica y comprueba que identifica de forma única cada polvo.**

Polvo	¿LED encendido?	¿Burbujas con vinagre?	Es…	Tipo de unión
Sal				
Azúcar				
Bicarbonato				

2 **Con F4 y F5, explica por qué la sal (NaCl) no conduce en estado sólido pero sí disuelta en agua, y por qué el azúcar no conduce en ninguno de los dos estados.**

3 **Con F5 y F6, clasifica cada sustancia por su tipo de unión.**

Sustancia	T. de fusión (°C)	Tipo de unión	¿Conduce en sólido?
NaCl	801		
Sacarosa	186		
Cu	1085		
MgO	2852		
CH_4	−182		

4 **Conclusión: ¿cómo se relaciona la temperatura de fusión con el tipo de unión? Compara además con tus predicciones de la ficha 1: ¿qué pruebas servían y por qué la disolución en agua no distingue los polvos?**

FICHA 6 Escribimos y revisamos el mapa

Sesión 6

Elegid un compuesto (NaCl, H_2O, CH_4 o MgO) y completad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Después intercambiadlo con otro equipo.

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

- ☐ Indica los elementos de partida y sus electrones de valencia
- ☐ El esquema de formación es correcto (transferencia o compartición)
- ☐ La fórmula, las cargas y los subíndices son correctos
- ☐ Calcula la masa molecular con planteamiento y unidad (u)
- ☐ Relaciona el tipo de unión con al menos tres propiedades
- ☐ Compara el compuesto con sus elementos
- ☐ Incluye una aplicación o medida de seguridad

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

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

FICHA 7 Evidencia individual: tres sustancias desconocidas

Sesión 7

Trabajo individual. Usa la tabla F7. Aplica todo lo aprendido a un caso nuevo.

1 **Un laboratorio ha medido estas tres sustancias. Clasifica cada una (iónica, covalente molecular o metálica) y justifica con los datos.**

Sustancia y datos	Tipo de unión	Justificación
X: sólido blanco; T. de fusión 772 °C; soluble; la disolución conduce; formado por Ca y Cl		
Y: gas a 25 °C; T. de fusión −182 °C; no conduce; formado por C y H		
Z: sólido gris brillante; conduce en estado sólido; T. de fusión 1085 °C; formado por un único elemento, Cu		

2 **Deduce la fórmula de X (Ca cede 2 e^-; Cl gana 1 e^-) y calcula las masas de X (unidad fórmula) y de Y (CH_4). Escribe todos los pasos.**

3 **En cuatro líneas, explica por qué el cloruro de sodio no tiene las propiedades del sodio ni del cloro. Usa las palabras «electrones de valencia», «iones» y «red».**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 4 · Átomos que se unen

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Mapa de formación y propiedades de un compuesto. Usad flechas y esquemas; todas las masas con su unidad (u).

Elementos de partida

Símbolo, grupo, electrones de valencia y propiedades.

El compuesto

Nombre, fórmula, masa molecular y cálculo.

Cómo se forma

Diagrama con puntos y flechas (transferencia o compartición) y cargas.

Tipo de unión y estructura

Iónica, covalente o metálica y por qué.

Propiedades observadas o de datos

T. de fusión, solubilidad, conductividad.

Elementos frente a compuesto

Tabla comparativa de propiedades.

Aplicaciones y seguridad

Usos del compuesto y precauciones.

Conclusión y límites

¿Por qué difieren las propiedades? ¿Qué limita el modelo?

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 4 · Átomos que se unen

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Mapa de formación y propiedades de compuestos**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Se indican los elementos de partida con su símbolo, su grupo y sus electrones de valencia.
- [ ] El diagrama de formación muestra con claridad la transferencia o la compartición de electrones y las cargas finales.
- [ ] La fórmula tiene los subíndices correctos y el compuesto es eléctricamente neutro (iónicos).
- [ ] La masa molecular se calcula con el recuento de átomos, las masas atómicas y la unidad u.
- [ ] El tipo de unión está justificado (metal / no metal) y se relaciona con la estructura.
- [ ] Se relacionan al menos tres propiedades (T. de fusión, solubilidad, conductividad) con el tipo de unión.
- [ ] Se compara el compuesto con sus elementos y se explica por qué las propiedades cambian.
- [ ] La identificación de los polvos A, B y C se apoya en resultados de la tabla (LED y vinagre).
- [ ] Se citan las normas de seguridad seguidas (gafas, no probar) y la gestión de residuos.
- [ ] El mapa es claro y ordenado, sin errores de símbolos, cargas ni unidades.

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 · Átomos que se unen

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Mapa de formación y propiedades de compuestos**. 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 la formación de un compuesto con electrones de valencia, identifica el tipo de unión, relaciona con rigor estructura y propiedades y explica por qué difieren de las de sus elementos; reconoce límites del modelo.	Explica la formación y el tipo de unión y relaciona la mayoría de las propiedades con la estructura, con alguna imprecisión.	Describe el tipo de unión y las propiedades, pero no las relaciona de forma causal.	Confunde enlace con mezcla, o atribuye al compuesto las propiedades de sus elementos.	
Datos y resolución	Calcula masas moleculares y deduce fórmulas sin errores, con planteamiento y unidades, interpreta la tabla y la gráfica y comprueba la coherencia de sus resultados.	Cálculos correctos con algún fallo menor de unidades o de redondeo.	Cálculos incompletos o con errores en el recuento de átomos; interpreta la tabla con ayuda.	No sabe calcular una masa molecular ni leer los datos.	
Investigación	Aplica una clave de pruebas controlando variables (masa, volumen, electrodos), registra resultados completos, identifica los tres polvos y justifica la conclusión con evidencias.	Aplica la clave y registra bien, con alguna variable sin controlar.	Identifica algún polvo, pero la justificación es incompleta.	Confunde observación y conclusión o no identifica los polvos.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas (gafas, no probar, residuos) con autonomía y usa fórmulas, cargas y vocabulario (ion, molécula, electrón de valencia, masa molecular) con precisión.	Cumple las normas con algún recordatorio; lenguaje científico correcto con fallos menores.	Necesita recordatorios; lenguaje impreciso (por ejemplo, «molécula» para NaCl).	Incumple normas de seguridad o no usa el lenguaje científico.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el mapa de otro equipo con propuestas concretas y científicas, 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 4 · Átomos que se unen

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé explicar cómo se forma un enlace iónico y uno covalente con los electrones de valencia.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular una masa molecular y relacionar las propiedades de una sustancia con su tipo de unión.	◯	◯	◯	◯
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 · Átomos que se unen

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: dos ejemplos resueltos y ejercicios de un paso con datos ya dados.

Cómo calcular una masa molecular en tres pasos

Paso 1. Cuenta los átomos de cada elemento de la fórmula (el subíndice).

Paso 2. Multiplica cada cantidad por su masa atómica.

Paso 3. Suma todo y escribe la unidad (u).

Ejemplo: CO_2: 1 átomo de C y 2 de O. $1 \cdot 12 + 2 \cdot 16 = 12 + 32 = 44$ u.

Cómo saber el tipo de unión

- **Metal + no metal** (ejemplo, Na y Cl): enlace **iónico**. Sólido que funde a temperatura alta; conduce disuelto o fundido.
- **No metal + no metal** (ejemplo, H y O): enlace **covalente**. Forma moléculas; suele fundir a temperatura baja y no conduce.
- **Un metal solo** (ejemplo, Cu): enlace **metálico**. Conduce en estado sólido.

1 **Calcula la masa molecular de NH_3 y de HCl con las masas de F7.**

2 **Indica el tipo de unión de cada sustancia (iónica, covalente o metálica).**

Sustancia	¿Metal o no metal?	Tipo de unión
NaCl	metal + no metal	
H_2O		
Fe		
MgO		

3 **Completa con estas palabras: ceder, ganar, compartir, iones, 8.**

El sodio tiende a _____ un electrón y el cloro a _____ uno. Así se forman _____ y cada uno queda con _____ electrones en su capa externa. En el agua, el O y el H tienden a _____ electrones.

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 4 · Átomos que se unen

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Cuánto sodio hay en la sal y en el bicarbonato?

La Organización Mundial de la Salud recomienda tomar menos de **5 g de sal al día**. Con las masas atómicas y la fórmula puedes calcular cuánto de esa masa es realmente sodio (Na) y comparar con otro compuesto de uso cotidiano, el bicarbonato ($NaHCO_3$).

Pasos

1. Calcula la masa de la unidad fórmula del NaCl y el porcentaje de sodio: $\%\ \mathrm{Na} = \frac{23}{58{,}5} \cdot 100$. Haz lo mismo con el cloro.
2. Con ese porcentaje, calcula cuántos gramos de sodio hay en 5 g de sal.
3. Calcula la masa de la unidad fórmula del $NaHCO_3$ y su porcentaje de sodio. ¿Qué compuesto tiene mayor porcentaje en masa de sodio? ¿Por qué no es lo mismo «más porcentaje de sodio» que «más sodio en el plato»?
4. Calcula cuántos gramos de sodio hay en 5 g de bicarbonato y compáralos con los de 5 g de sal. Redacta una recomendación para tu familia.

Entrega

Una página con los cálculos con unidades, la comparación entre los dos compuestos y una recomendación razonada.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 4 · Átomos que se unen

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: una sustancia formada por átomos de distintos elementos unidos en proporción fija; los de la capa más externa del átomo; Cl; sumando las masas atómicas de sus átomos.
2. Pruebas modelo: disolverlo en agua (¿se disuelve?); comprobar si la disolución conduce la electricidad (LED); echarle vinagre (¿burbujas?); también valen observar el aspecto o la textura. Respuesta abierta, siempre que no impliquen probar ni oler de cerca.
3. Hipótesis modelo: si el sodio y el cloro se unen, entonces forman una sustancia nueva con propiedades distintas, porque los átomos intercambian o comparten electrones y quedan unidos de otra forma.

Ficha 2

1. Na: grupo 1, 1 e^- de valencia, cede 1. Mg: grupo 2, 2 e^-, cede 2. O: grupo 16, 6 e^-, gana 2 (o comparte 2). Cl: grupo 17, 7 e^-, gana 1 (o comparte 1). C: grupo 14, 4 e^-, comparte 4.
2. Enlace iónico → transferencia de electrones entre un metal y un no metal; covalente → pares de electrones compartidos entre no metales; metálico → cationes en una red rodeados de electrones libres.
3. MgO: el Mg cede sus 2 electrones de valencia y el O los gana (6 + 2 = 8). Resultan Mg^{2+} y O^{2-}, que se atraen. El dibujo debe mostrar 2 puntos que pasan de Mg a O, el catión Mg^{2+} (+2) y el anión O^{2-} (−2); compuesto neutro.

Ficha 3

1. H_2O: 2 H + 1 O = 2·1 + 16 = 18 u. CO_2: 1 C + 2 O = 12 + 32 = 44 u. $NaHCO_3$: 1 Na + 1 H + 1 C + 3 O = 23 + 1 + 12 + 48 = 84 u. $CaCl_2$: 1 Ca + 2 Cl = 40 + 71 = 111 u. Al_2O_3: 2 Al + 3 O = 54 + 48 = 102 u.
2. Sacarosa: 342 : 18 = 19 veces mayor. Átomos: 12 + 22 + 11 = 45. Masas: C 144 u, H 22 u, O 176 u. El O aporta más masa (176 u, un 51,5 %); el H tiene más átomos (22), pero cada uno pesa solo 1 u.
3. Na y Cl: el Na cede 1 y el Cl gana 1 → NaCl. Ca y Cl: Ca cede 2 y cada Cl gana 1 (hacen falta 2 Cl) → $CaCl_2$. Na y O: el O gana 2 (hacen falta 2 Na) → Na_2O. Al y O: Al cede 3 y O gana 2; mínimo común 6 → 2 Al y 3 O → Al_2O_3.

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. Resultados esperables con 2 g en 50 mL: sal (se disuelve del todo; LED encendido; sin burbujas con vinagre), azúcar (se disuelve del todo; LED apagado; sin burbujas), bicarbonato (se disuelve, puede quedar algo turbio; LED encendido; burbujas con vinagre). Polvos secos: LED apagado. Agua destilada: LED apagado. El brillo del LED con sal y con bicarbonato varía según la distancia de los electrodos y no debe usarse para distinguirlos.
3. Control: el agua destilada sola deja el LED apagado; sirve para comprobar que lo que conduce es lo que se disuelve y no el agua ni el montaje. Si el agua destilada enciende tenuemente el LED, los electrodos están sucios o el agua es del grifo.

Ficha 5

1. Clave: LED apagado → azúcar (covalente molecular); LED encendido y sin burbujas → sal (iónica); LED encendido y con burbujas → bicarbonato (iónico: Na^+ y HCO_3^-). Cada polvo da una combinación distinta de resultados.
2. Sal sólida: los iones Na^+ y Cl^- están fijos en la red y no pueden moverse, así que no conduce. Disuelta: el agua separa los iones y estos se mueven libres, de modo que la disolución conduce. Azúcar: sus moléculas son neutras (no hay iones) y al disolverse siguen siendo moléculas, por lo que no conduce en ningún estado.
3. NaCl: iónica, sólido no conduce. Sacarosa: covalente molecular, no conduce. Cu: metálica, sí conduce. MgO: iónica, no conduce en sólido. CH_4: covalente molecular, no conduce. Conclusión: las sustancias iónicas y metálicas funden a temperaturas altas (801 a 2852 °C) porque las atracciones son intensas; las moleculares, a temperaturas bajas (−182 °C el metano) o moderadas (186 °C la sacarosa) porque las fuerzas entre moléculas son débiles.
4. Comparación con las predicciones: respuesta abierta. La disolución en agua no distingue porque los tres polvos se disuelven a 4 g / 100 mL; la conductividad y el vinagre sí.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («añadir la carga de cada ion», «calcular la masa con unidades»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Mapas modelo: NaCl (Na 1 e^-, Cl 7 e^-; transferencia; Na^+ y Cl^-; iónica; 58,5 u; sólido que funde a 801 °C y conduce disuelto) o H_2O (H 1 e^-, O 6 e^-; compartición de 2 pares; covalente molecular; 18 u; líquido, no conduce apenas).

Ficha 7

1. X: iónica (sólido de T. de fusión alta, soluble, la disolución conduce; es $CaCl_2$). Y: covalente molecular (gas, T. de fusión muy baja, no conduce; es CH_4). Z: metálica (conduce en sólido, brillo, un solo elemento metálico).
2. X: Ca^{2+} y Cl^-; el Ca cede 2 e^- y hacen falta 2 Cl → $CaCl_2$; masa de la unidad fórmula: 40 + 2·35,5 = 111 u. Y: CH_4: 12 + 4·1 = 16 u.
3. Explicación modelo: el sodio cede su electrón de valencia y el cloro lo gana; se forman iones Na^+ y Cl^- que se atraen y se ordenan en una red. Esta estructura tiene propiedades nuevas (sólido que funde a 801 °C, conduce disuelto) que no tienen el sodio metálico ni el cloro molecular gaseoso.

Refuerzo (Anexo 8)

1. NH_3: 14 + 3·1 = 17 u. HCl: 1 + 35,5 = 36,5 u.
2. NaCl: metal + no metal → iónica. H_2O: no metal + no metal → covalente (molecular). Fe: metal → metálica. MgO: metal + no metal → iónica.
3. Ceder; ganar; iones; 8; compartir.

Ampliación (Anexo 9)

1. NaCl: 23 + 35,5 = 58,5 u. % Na = 23 : 58,5 · 100 = 39,3 %; % Cl = 35,5 : 58,5 · 100 = 60,7 %.
2. En 5 g de sal: 5 · 0,393 = 1,97 g ≈ 2 g de sodio (coincide con la recomendación de menos de 2 g de sodio al día).
3. $NaHCO_3$: 84 u; % Na = 23 : 84 · 100 = 27,4 %. La sal tiene mayor porcentaje de sodio. Pero el porcentaje no dice cuánto se toma: lo que importa es la masa de sodio, que es porcentaje por cantidad ingerida.
4. 5 g de bicarbonato: 5 · 0,274 = 1,37 g de sodio, frente a 1,97 g de sal. Recomendación abierta: limitar tanto la sal como el bicarbonato y consultar con un profesional sanitario ante cualquier duda.

⚠ Errores frecuentes

- Decir que el cloruro de sodio está formado por «moléculas de NaCl»: es una red de iones; se habla de unidad fórmula.
- Confundir ion con átomo, o escribir la carga como subíndice (Na^1 en lugar de Na^+) o el subíndice como carga.
- Pensar que la sal es una mezcla de sodio y cloro y que conserva sus propiedades.
- Olvidar multiplicar por el subíndice al calcular la masa molecular (por ejemplo, $CaCl_2$ = 40 + 35,5 en lugar de 40 + 71).
- Creer que la sal conduce la electricidad siempre; solo conduce disuelta o fundida porque entonces los iones se mueven.
- Concluir con el brillo del LED que un polvo es sal o bicarbonato; el brillo depende de la distancia entre electrodos.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La clasificación de una sustancia es válida si se apoya en datos concretos (T. de fusión, conductividad, composición) y no solo en el nombre.
- En los cálculos se valora el recuento de átomos, el planteamiento, las unidades (u) y la coherencia del resultado.
- En la práctica se valora el control de variables (misma masa, mismo volumen, electrodos limpios) y que la conclusión se base en la combinación de pruebas.
- Seguridad: gafas puestas, nada de probar los polvos y retirada correcta de residuos (por el desagüe con abundante agua).

05

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

El lenguaje secreto de la química

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo nombramos sustancias para que cualquier laboratorio entienda de qué hablamos?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · B
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE3, CE4, CE6	PRODUCTO FINAL Manual visual de nomenclatura IUPAC	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.2, 3.2, 4.1, 6.1

Contexto, reto y producto

El laboratorio del instituto acaba de estrenar armarios y hay que rehacer el inventario. Los frascos antiguos llevan etiquetas escritas durante décadas por muchas manos: «sal común», «cloruro sódico», «NaCl»… y alguna que preocupa: un frasco de «óxido de hierro» sin más datos, otro rotulado «FeO_3» y un cartel de «CO_2» pegado junto al aviso del monóxido de carbono. Si cada persona nombra las sustancias a su manera, pedir material, guardarlo y avisar de un peligro se convierte en una lotería.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de nomenclatura del laboratorio**. Aprende a leer **símbolos, subíndices y cargas**, a nombrar y formular **sustancias simples** (dihidrógeno, dioxígeno, hierro), **iones monoatómicos** (Na^+, Cl^-, Fe^{3+}, O^{2-}) y **compuestos binarios** (óxidos, sales binarias e hidruros) con las recomendaciones de la **IUPAC**, tanto con prefijos (nombre de composición) como con números romanos (nomenclatura de Stock). Con un taller de tarjetas de iones y el análisis de etiquetas reales y erróneas, comprueba que un nombre bien construido es un lenguaje común que cualquier laboratorio del mundo entiende, y lo recoge en un **manual visual**.

Reto

Unificar y corregir las etiquetas del inventario del laboratorio y crear un manual visual de nomenclatura IUPAC que permita formular y nombrar sustancias simples, iones monoatómicos y compuestos binarios sin ambigüedades.

Producto final

Manual visual de nomenclatura IUPAC.

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.

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)

1.2 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.

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.

4.1 Utilizar recursos variados, tradicionales y digitales, mejorando el aprendizaje autónomo y la interacción con otros miembros de la comunidad educativa, con respeto hacia docentes y estudiantes y analizando críticamente las aportaciones de cada participante.

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
B5	Nomenclatura: participación de un lenguaje científico común y universal formulando y nombrando sustancias simples, iones monoatómicos y compuestos binarios mediante las reglas de nomenclatura de la IUPAC.
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

- Sustancias simples: moléculas con prefijo (dihidrógeno, dioxígeno, trioxígeno, tetrafósforo), gases nobles y metales con el nombre del elemento.
- Iones monoatómicos: carga según el grupo de la tabla periódica, cationes con el nombre del elemento (ion sodio, ion hierro(III)) y aniones con terminación -uro (cloruro, sulfuro) u óxido.
- Compuestos binarios: óxidos, sales binarias (haluros, sulfuros, nitruros) e hidruros; fórmula por balance de cargas y orden de los elementos.
- Nomenclatura de composición con prefijos (mono-, di-, tri-, tetra-, penta-) y de Stock con número romano entre paréntesis para elementos con varias cargas.
- Símbolos, subíndices y cargas: lectura correcta de una fórmula y errores frecuentes (subíndice por carga, olvidar simplificar, prefijo incorrecto).

Objetivos didácticos

- ✓ Nombrar y formular sustancias simples (H_2, O_2, O_3, Cl_2, Fe, He…) con el nombre sistemático IUPAC.
- ✓ Deducir la carga de los iones monoatómicos más habituales de elementos representativos a partir de su grupo en la tabla periódica, y escribir su símbolo y su nombre (las de metales de transición como Fe^{2+}/Fe^{3+} o Cu^{+}/Cu^{2+} se consultan en la tabla de iones).
- ✓ Formular compuestos binarios combinando iones hasta que la carga total sea cero y simplificar los subíndices.
- ✓ Nombrar compuestos binarios con prefijos multiplicativos y con la nomenclatura de Stock, y pasar del nombre a la fórmula.
- ✓ Detectar y corregir errores de etiquetas, y explicar con la historia de la nomenclatura por qué se necesita un lenguaje común.

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 inventario caótico del laboratorio, diagnóstico inicial y primeras hipótesis sobre cómo unificar las etiquetas

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, clasificación de las etiquetas de F1 y predicción sobre CO y CO_2.

Ficha: Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Sustancias simples e iones monoatómicos: la carga a partir de la tabla periódica y la historia de la nomenclatura

Evidencia: Ficha 2: nombres de sustancias simples, iones con carga y nombre, y relaciones ion-nombre.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Compuestos binarios: cruzar cargas, simplificar, prefijos y nomenclatura de Stock

Evidencia: Ficha 3: fórmulas y nombres deducidos con comprobación de cargas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Taller de tarjetas de iones: construir, formular y nombrar doce compuestos con roles rotatorios

Evidencia: Ficha 4: lista de preparación y tabla de doce compuestos con fórmula y los dos nombres.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: corregir etiquetas erróneas, contar errores del taller y contrastar con las predicciones

Evidencia: Ficha 5: etiquetas corregidas, recuento de errores y conclusión.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del manual visual y revisión entre equipos con comentarios en papel o en documento compartido

Evidencia: Ficha 6: lista de revisión cruzada, propuestas de mejora y cambios realizados.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del manual y evidencia individual: nombrar y formular un inventario nuevo

Evidencia: Manual final (Anexo 4) y Ficha 7: fórmulas y nombres de un inventario nuevo y justificación de seguridad.

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	Deducción razonada de fórmulas y nombres de compuestos binarios (cargas, subíndices, simplificación, prefijos, Stock) y corrección argumentada de etiquetas erróneas.	Fichas 3, 5 y 7 / lista de cotejo
3.2	Uso correcto de símbolos, subíndices, cargas, prefijos, números romanos y paréntesis en fórmulas y nombres sistemáticos IUPAC, en el taller y en el manual.	Fichas 2, 4 y 7 y manual (Anexo 4) / lista de cotejo
4.1	Consulta crítica de recursos (dossier, tabla periódica, fuentes digitales fiables) y revisión entre equipos con comentarios fundamentados que mejoran el manual.	Ficha 6 y coevaluación (Anexo 7) / escala de observación
6.1	Explicación, con la cronología de F2, de por qué la nomenclatura es una construcción colectiva y cambiante (Lavoisier, Berzelius, IUPAC) y reconocimiento de personas de ciencia, como Marie Curie o Lise Meitner, en los nombres de elementos.	Fichas 1 y 7 y manual / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica cómo la carga de los iones determina la fórmula, distingue las nomenclaturas de composición y de Stock, y justifica por qué un lenguaje común evita errores y riesgos.	Explica la relación carga-fórmula y las dos nomenclaturas con alguna imprecisión.	Aplica reglas de memoria sin explicar por qué; confunde los dos sistemas en algunos casos.	Confunde ion, átomo y molécula, o no entiende el papel de los subíndices y las cargas.
Datos y resolución	Formula y nombra los compuestos del manual y de la evidencia individual sin errores, comprobando que la carga total es cero y simplificando subíndices.	Fórmulas y nombres correctos con algún fallo menor (un subíndice, una simplificación).	Resuelve solo los casos sencillos; errores en los de carga 2 o 3 o en los prefijos.	No sabe formular ni nombrar un compuesto binario.
Investigación	Aplica un procedimiento sistemático en el taller de tarjetas, registra y clasifica sus errores, y extrae una regla de mejora basada en el recuento.	Registra los resultados y errores con orden y extrae una conclusión razonable.	Registro incompleto; la conclusión no se apoya en el recuento de errores.	No registra ni analiza sus errores.
Seguridad y lenguaje	Usa con precisión símbolos, cargas, subíndices, prefijos y paréntesis romanos, e incluye una nota de seguridad que relaciona un nombre correcto con una situación real (CO frente a CO_2).	Lenguaje correcto con fallos menores; nota de seguridad adecuada pero general.	Errores frecuentes de escritura (mayúsculas, subíndices, paréntesis); nota de seguridad vaga.	Escritura de fórmulas y nombres incorrecta o inexistente.
Revisión y cooperación	Cumple su rol en el taller, revisa el manual de otro equipo con comentarios concretos y los incorpora a su versión.	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: baraja de tarjetas de iones (4 tarjetas de cada ion: Na^{+}, K^{+}, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+}, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^{+}, Cu^{2+}, F^{-}, Cl^{-}, Br^{-}, O^{2-}, S^{2-}, N^{3-} y H^{-}), hojas de registro, rotuladores de colores y tabla periódica con las cargas habituales (F4).
- Dossier (Anexo 2), fichas (Anexo 3) y plantilla del manual (Anexo 4); tijeras de punta redonda para recortar las tarjetas.
- Opcional: ordenador o tableta para maquetar el manual y consultar la tabla periódica de la IUPAC; documento compartido para la revisión entre equipos.

Seguridad y residuos

Actividad de modelización sin sustancias químicas: no se manipula ningún reactivo. Cuidado al recortar tarjetas (tijeras de punta redonda), mesa despejada y papel sobrante al contenedor de reciclaje. Las etiquetas del caso son un ejercicio de nomenclatura: ningún frasco se abre. Se recuerda que el nombre correcto de una sustancia también es una norma de seguridad.

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

Tarjetas de iones con la carga en color, método de cruzar cargas dibujado paso a paso, ejemplos resueltos y tabla F8 como cuadro de comprobación (Anexo 8).

Ampliación

Anexo 9

Serie de óxidos de nitrógeno: deducir el número de oxidación del nitrógeno y nombrar con los dos sistemas (Anexo 9).

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 5 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

Tres frascos del armario del laboratorio dicen «sal común», «cloruro sódico» y «NaCl». ¿Es lo mismo? Y otro frasco pone solo «óxido de hierro»: ¿cuál de los dos que existen? Cuando cada persona nombra las cosas a su manera, pedir material o avisar de un peligro es jugar a las adivinanzas. Vuestro equipo se encargará de poner orden: aprenderéis a leer símbolos y cargas, a formular y nombrar sustancias simples, iones y compuestos binarios con las reglas de la IUPAC y a corregir etiquetas con errores. Al final tendréis un manual visual que cualquier laboratorio entendería.

«¿Cómo nombramos sustancias para que cualquier laboratorio entienda de qué hablamos?»

Vuestro reto

Unificar y corregir las etiquetas del inventario del laboratorio y crear un manual visual de nomenclatura IUPAC que permita formular y nombrar sustancias simples, iones monoatómicos y compuestos binarios sin ambigüedades.

Lo que vais a producir

Manual visual de nomenclatura IUPAC.

Seguridad. Actividad de modelización sin sustancias químicas: no se manipula ningún reactivo.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el inventario caótico, hacemos el diagnóstico y apostamos qué etiquetas son iguales o erróneas.
2. Aprendemos a nombrar sustancias simples e iones y a deducir sus cargas con la tabla periódica.
3. Formulamos y nombramos compuestos binarios: cruzamos cargas, simplificamos y usamos prefijos y Stock.
4. Montamos el taller de tarjetas de iones: construimos doce compuestos y los nombramos.
5. Corregimos etiquetas erróneas y contamos nuestros propios errores.
6. Escribimos el borrador del manual visual y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el manual y nombramos, cada uno, un inventario nuevo.

Al terminar seré capaz de...

- Nombrar y formular sustancias simples (H_2, O_2, O_3, Cl_2, Fe, He…) con el nombre sistemático IUPAC.
- Deducir la carga de los iones monoatómicos más habituales de elementos representativos a partir de su grupo en la tabla periódica, y escribir su símbolo y su nombre (las de metales de transición como Fe^{2+}/Fe^{3+} o Cu^{+}/Cu^{2+} se consultan en la tabla de iones).
- Formular compuestos binarios combinando iones hasta que la carga total sea cero y simplificar los subíndices.
- Nombrar compuestos binarios con prefijos multiplicativos y con la nomenclatura de Stock, y pasar del nombre a la fórmula.
- Detectar y corregir errores de etiquetas, y explicar con la historia de la nomenclatura por qué se necesita un lenguaje común.

¿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 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

Todo lo necesario para formular y nombrar sin buscar fuera: el caso del inventario, la historia de la nomenclatura, una tabla de sustancias simples, una tabla periódica con las cargas de los iones, la lista de iones con su nombre, el método para cruzar cargas, los prefijos con un ejemplo resuelto, un cuadro de compuestos binarios para comprobar, el protocolo del taller de tarjetas y un glosario.

F1 El inventario caótico del laboratorio

ESTUDIO DE CASO

Con la reforma del laboratorio hay que rehacer el inventario. Estas son las etiquetas que se han encontrado en los frascos y carteles (las fotografías se han tomado sin abrir ningún frasco):

- **Frasco 1:** «sal común».
- **Frasco 2:** «cloruro sódico».
- **Frasco 3:** «NaCl».
- **Frasco 4:** «óxido de hierro».
- **Frasco 5:** «óxido férrico».
- **Frasco 6:** «FeO_3».
- **Frasco 7:** «cloruro de calcio — CaCl».
- **Cartel de seguridad:** «Aviso de monóxido de carbono — CO_2».

La profesora explica que «sódico», «férrico» o «ferroso» pertenecen a la **nomenclatura tradicional**, que está en desuso, y que hoy la **IUPAC** recomienda nombres sistemáticos que dicen exactamente qué átomos hay y en qué proporción.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula. Las sustancias y las fórmulas son reales; las etiquetas con errores se han inventado para el ejercicio.

¿Qué frascos se refieren a la misma sustancia? ¿Qué etiquetas son ambiguas y cuáles tienen una fórmula que no corresponde a un compuesto habitual? ¿Por qué un error en el cartel del monóxido de carbono sería grave?

F2 Cómo se construyó el lenguaje de la química

CRONOLOGÍA

1787	Antoine Lavoisier, Louis-Bernard Guyton de Morveau, Claude Louis Berthollet y Antoine Fourcroy publican el «Méthode de nomenclature chimique»: los nombres deben reflejar la composición de las sustancias.
1813	Jöns Jacob Berzelius propone representar los elementos con la inicial de su nombre latino (Na de natrium, Fe de ferrum), origen de los símbolos actuales.
1860	Se celebra en Karlsruhe el primer congreso internacional de química para ponerse de acuerdo en notación y masas atómicas.
1898	Marie y Pierre Curie anuncian el polonio, nombrado en honor de Polonia, país natal de Marie.
1919	Se funda la IUPAC (Unión Internacional de Química Pura y Aplicada), que fija reglas de nomenclatura aceptadas en todo el mundo.
1997	La IUPAC aprueba el nombre meitnerio (Mt, Z = 109) en honor de la física Lise Meitner.
2005	Se publican las recomendaciones de nomenclatura de química inorgánica de la IUPAC (el «Libro Rojo»), que son las que se siguen en esta unidad.
2016	La IUPAC da nombre a los elementos 113, 115, 117 y 118: nihonio (Nh), moscovio (Mc), teneso (Ts) y oganesón (Og).

Fuente: Cronología de elaboración propia a partir de fuentes de la IUPAC y de manuales de historia de la química.

¿Por qué crees que los químicos necesitaron un congreso internacional y una organización como la IUPAC?

F3 Sustancias simples: fórmulas y nombres

DATOS

Fórmula	Nombre sistemático (IUPAC)	Nombre de uso común	Cómo se interpreta
H_2	dihidrógeno	hidrógeno	molécula de 2 átomos
O_2	dioxígeno	oxígeno	molécula de 2 átomos
N_2	dinitrógeno	nitrógeno	molécula de 2 átomos
F_2	diflúor	flúor	molécula de 2 átomos
Cl_2	dicloro	cloro	molécula de 2 átomos
Br_2	dibromo	bromo	molécula de 2 átomos
I_2	diyodo	yodo	molécula de 2 átomos
O_3	trioxígeno	ozono	molécula de 3 átomos
P_4	tetrafósforo	fósforo blanco	molécula de 4 átomos
S_8	octaazufre	azufre	molécula de 8 átomos
He, Ne, Ar	helio, neón, argón	gases nobles	átomos sueltos (monoatómicos)
Na, Fe, Cu, Al	sodio, hierro, cobre, aluminio	metales	se escribe el símbolo; el nombre es el del elemento
C	carbono	grafito, diamante	red de átomos; se escribe el símbolo

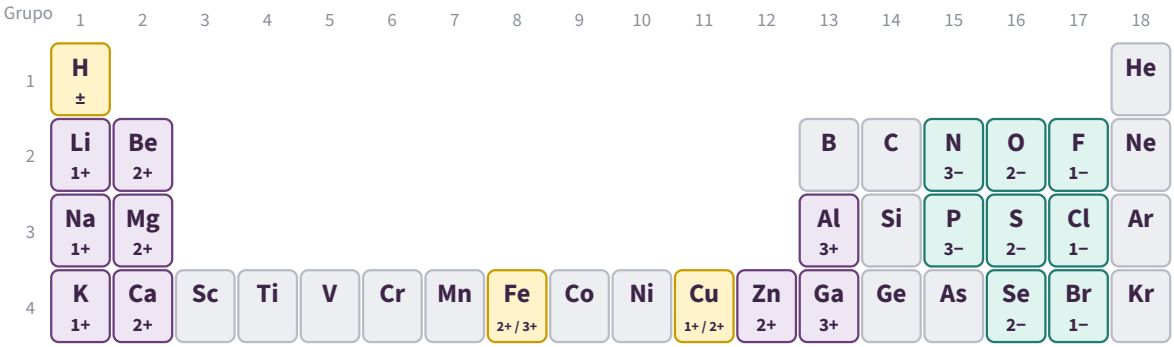
Regla: si la sustancia está formada por moléculas, el **prefijo** indica cuántos átomos tiene (di-, tri-, tetra-, octa-). Los gases nobles y los metales se escriben con el símbolo y se nombran con el nombre del elemento.

Fuente: Elaboración propia a partir de las recomendaciones de la IUPAC de 2005 (nombres sistemáticos); se indican también los nombres de uso común.

¿Qué diferencia hay entre «O» (un átomo de oxígeno), «O_2» y «O_3»? ¿Cómo se leen?

F4 Tabla periódica con las cargas habituales de los iones

ESQUEMA



Número de grupo arriba; período a la izquierda. La carga indicada es la que adquiere el ion más habitual del elemento.

- forma cationes (metales): pierde electrones
- forma aniones (no metales): gana electrones
- varias cargas posibles (Fe, Cu) o ±1 (H)
- no forma iones monoatómicos habituales

Los metales de transición sin carga indicada (Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni) no se usan en este manual.

Fuente: Esquema de elaboración propia con los elementos de los períodos 1 a 4 y las cargas más habituales.

Mira el grupo del bromo. ¿Qué carga tendrá su ion? ¿Y el del calcio? ¿Y el del azufre?

F5 Iones monoatómicos: símbolo, nombre y cómo se forman

DATOS

Ion	Nombre	Se forma cuando el átomo…	Ion	Nombre	Se forma cuando el átomo…
Na^+	ion sodio	pierde 1 e^-	Cl^-	ion cloruro	gana 1 e^-
K^+	ion potasio	pierde 1 e^-	Br^-	ion bromuro	gana 1 e^-
Mg^{2+}	ion magnesio	pierde 2 e^-	F^-	ion fluoruro	gana 1 e^-
Ca^{2+}	ion calcio	pierde 2 e^-	O^{2-}	ion óxido	gana 2 e^-
Zn^{2+}	ion cinc	pierde 2 e^-	S^{2-}	ion sulfuro	gana 2 e^-
Al^{3+}	ion aluminio	pierde 3 e^-	N^{3-}	ion nitruro	gana 3 e^-
Fe^{2+}	ion hierro(II)	pierde 2 e^-	H^-	ion hidruro	gana 1 e^-
Fe^{3+}	ion hierro(III)	pierde 3 e^-	I^-	ion yoduro	gana 1 e^-
Cu^+	ion cobre(I)	pierde 1 e^-			
Cu^{2+}	ion cobre(II)	pierde 2 e^-			

Los **cationes** (carga positiva) llevan el nombre del elemento; si el elemento puede tener varias cargas (Fe, Cu), se indica con **número romano entre paréntesis**, sin espacio: hierro(III). Los **aniones** (carga negativa) cambian la terminación del elemento por **-uro** (cloro → cloruro, azufre → sulfuro); el oxígeno da **óxido**. La carga se escribe como número y signo en superíndice: Ca^{2+}, Cl^- (el 1 no se escribe).

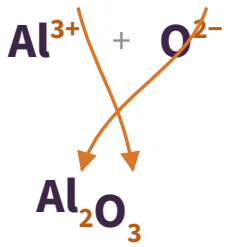
Fuente: Elaboración propia con las recomendaciones de la IUPAC de 2005. Fe^{2+} también puede nombrarse «ion hierro(2+)».

¿Cuántos electrones tiene el ion Mg^{2+} si el átomo de Mg tiene 12? ¿Y el ion S^{2-} si el átomo de S tiene 16?

F6 Método para formular: cruzar cargas y simplificar

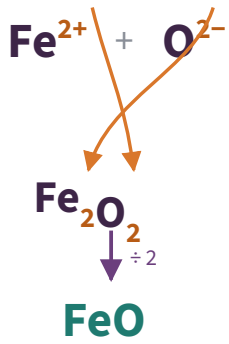
ESQUEMA

Al^{3+} y O^{2-}



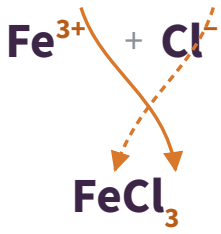
Cruza las cargas: el 3 pasa al O y el 2 pasa al Al.
Comprobación de cargas: $2 \cdot (+3) + 3 \cdot (-2) = 0$
Stock: óxido de aluminio
Composición: trióxido de dialuminio

Fe^{2+} y O^{2-}



Comprobación: $+2 + (-2) = 0$
Stock: óxido de hierro(II)
Composición: monóxido de hierro

Fe^{3+} y Cl^-



(el subíndice 1 no se escribe)
Comprobación de cargas: $+3 + 3 \cdot (-1) = 0$
Stock: cloruro de hierro(III)
Composición: tricloruro de hierro

Fuente: Esquema de elaboración propia.

Aplica el método a Ca^{2+} y Cl^-. ¿Qué fórmula sale? Comprueba que la suma de las cargas es cero.

F7 Prefijos, reglas de nombre y ejemplo resuelto

DATOS

Número de átomos	Prefijo	Ejemplo
1	mono-	CO: monóxido de carbono
2	di-	CO_2: dióxido de carbono
3	tri-	SO_3: trióxido de azufre
4	tetra-	CCl_4: tetracloruro de carbono
5	penta-	P_2O_5: pentaóxido de difósforo
6	hexa-	SF_6: hexafluoruro de azufre
7	hepta-	Cl_2O_7: heptaóxido de dicloro

Reglas. (1) En el **nombre** se dice primero el elemento más electronegativo (con terminación -uro u óxido) y después el otro: «cloruro de sodio». (2) En la **fórmula** se escribe primero el otro elemento; orden en las fórmulas: metales, C, P, N, H, S, I, Br, Cl, O, F. (3) **Composición:** prefijo según el subíndice; **mono-** solo cuando hace falta distinguir (monóxido de carbono, monóxido de hierro) y el prefijo del primer elemento se omite si es 1. (4) **Stock:** sin prefijos, con el número romano de la carga del metal entre paréntesis solo si puede tener varias; en los metales de una única carga no se escribe (cloruro de calcio).

Ejemplo resuelto 1: nombrar Fe_2O_3.

Paso 1. Iones: el O es el anión (O^{2-}, óxido) y el Fe es el catión.

Paso 2. Carga del hierro: 3 O^{2-} suman −6; los 2 Fe deben sumar +6, luego cada Fe es +3: Fe^{3+}.

Paso 3. Stock: óxido de hierro(III). Composición: trióxido de dihierro.

Ejemplo resuelto 2: formular «dicloruro de hierro».

Paso 1. Dicloruro: 2 Cl^- suman −2. **Paso 2.** El hierro debe ser +2 (Fe^{2+}). **Paso 3.** Fórmula: $FeCl_2$ (en Stock: cloruro de hierro(II)).

Fuente: Elaboración propia a partir de las recomendaciones de la IUPAC de 2005.

Cada subíndice cuenta átomos o iones; la carga se escribe en superíndice. ¿Qué pasaría si confundes el 3 de Fe_2O_3 con una carga?

F8 Cuadro de comprobación: compuestos binarios

DATOS

Fórmula	Nombre de composición (prefijos)	Nombre de Stock
Na_2O	óxido de disodio	óxido de sodio
CaO	óxido de calcio	óxido de calcio
Al_2O_3	trióxido de dialuminio	óxido de aluminio
FeO	monóxido de hierro	óxido de hierro(II)
Fe_2O_3	trióxido de dihierro	óxido de hierro(III)
Cu_2O	óxido de dicobre	óxido de cobre(I)
CuO	monóxido de cobre	óxido de cobre(II)
CO	monóxido de carbono	óxido de carbono(II)
CO_2	dióxido de carbono	óxido de carbono(IV)
SO_2	dióxido de azufre	óxido de azufre(IV)
SO_3	trióxido de azufre	óxido de azufre(VI)
P_2O_5	pentaóxido de difósforo	óxido de fósforo(V)
$NaCl$	cloruro de sodio	cloruro de sodio
$CaCl_2$	dicloruro de calcio	cloruro de calcio
$AlCl_3$	tricloruro de aluminio	cloruro de aluminio
$FeCl_2$	dicloruro de hierro	cloruro de hierro(II)
$FeCl_3$	tricloruro de hierro	cloruro de hierro(III)
$CuCl_2$	dicloruro de cobre	cloruro de cobre(II)
Na_2S	sulfuro de disodio	sulfuro de sodio
K_2S	sulfuro de dipotasio	sulfuro de potasio
Mg_3N_2	dinitruro de trimagnesio	nitruro de magnesio
CCl_4	tetracloruro de carbono	—
PCl_3	tricloruro de fósforo	—
CS_2	disulfuro de carbono	—
NaH	hidruro de sodio	hidruro de sodio
CaH_2	dihidruro de calcio	hidruro de calcio
HCl	cloruro de hidrógeno	—

Fórmula	Nombre de composición (prefijos)	Nombre de Stock
H_2S	sulfuro de dihidrógeno	—
H_2O	óxido de dihidrógeno (agua)	—
NH_3	trihidruro de nitrógeno (amoniaco)	—
CH_4	tetrahidruro de carbono (metano)	—

El guion indica que no se usa la nomenclatura de Stock para ese compuesto de no metales. En los compuestos iónicos, la suma de las cargas de todos los iones es cero.

Fuente: Elaboración propia con las recomendaciones de la IUPAC de 2005. En los hidruros de no metales se da solo el nombre de composición (agua, amoniaco y metano son nombres de uso admitidos).

Elige tres compuestos y comprueba con la suma de cargas que su fórmula es correcta.

F9 Protocolo del taller de tarjetas de iones

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 1 baraja de tarjetas de iones (4 tarjetas de cada ion: Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}, Al^{3+}, Zn^{2+}, Fe^{2+}, Fe^{3+}, Cu^+, Cu^{2+}, F^-, Cl^-, Br^-, O^{2-}, S^{2-}, N^{3-} y H^-), hoja de registro (ficha 4), cuadro F8 (se consulta solo al final), rotuladores de colores.

Equipo de protección y riesgos: no se usan sustancias químicas, por lo que no hace falta equipo de protección. Único riesgo: cortes con las tijeras al recortar tarjetas (usar tijeras de punta redonda).

Roles (rotan cada tres compuestos): constructor (reúne las tarjetas), notario (escribe fórmula y nombres), auditor (comprueba cargas y nombres sin mirar F8 hasta el final) y portavoz (explica el resultado).

Procedimiento:

1. Poned sobre la mesa las tarjetas de los iones que vais a usar según la ficha 4 (por ejemplo, Al^{3+} y S^{2-}).
2. El constructor añade tarjetas de cada ion hasta que la suma de cargas sea cero con el **menor número** de tarjetas.
3. El notario escribe la fórmula (primero el catión) con sus subíndices y calcula la suma de cargas.
4. El notario escribe el nombre de Stock y el nombre de composición con prefijos.
5. El auditor revisa y, si hay duda, consulta F8; anotad cada error en la tabla de errores de la ficha 5.
6. Rotad los roles y repetid hasta completar los doce compuestos.

Limpieza y residuos: recoged las tarjetas y contadlas por tipo de ion, guardadlas en su sobre, dejad la mesa despejada y llevad el papel sobrante al contenedor de reciclaje. No se generan residuos químicos.

Resultado esperable: los doce compuestos de la ficha 4 se forman con 1 a 3 tarjetas de cada ion (por ejemplo, 2 Al^{3+} y 3 S^{2-} para Al_2S_3). Lo normal es cometer entre 2 y 5 errores en la primera ronda, sobre todo al simplificar subíndices (Fe^{2+} con O^{2-} da FeO, no Fe_2O_2) y al poner paréntesis romanos.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para una actividad de modelización sin reactivos.

¿Por qué se pide el menor número de tarjetas posible? ¿Qué relación tiene con la simplificación de subíndices?

F10 Vocabulario del lenguaje de la química

GLOSARIO

IUPAC	Unión Internacional de Química Pura y Aplicada: organización que fija las reglas de nomenclatura reconocidas en todo el mundo.
Sustancia simple	Sustancia formada por átomos de un solo elemento (O_2, Fe, He).
Compuesto binario	Compuesto formado por átomos o iones de dos elementos distintos (NaCl, Al_2O_3, CO_2).
Subíndice	Número pequeño, abajo a la derecha de un símbolo, que indica cuántos átomos o iones hay (Al_2O_3).
Ion monoatómico	Átomo con carga eléctrica por haber ganado o perdido electrones (Na^+, Cl^-).
Catión y anión	Ion con carga positiva y ion con carga negativa.
Nomenclatura de composición	Nombre que usa prefijos multiplicativos (mono-, di-, tri-…) para indicar la proporción de átomos.
Nomenclatura de Stock	Nombre que indica la carga del metal con número romano entre paréntesis (hierro(III)) sin prefijos.
Nomenclatura tradicional	Sistema antiguo con terminaciones -oso, -ico (óxido férrico); está en desuso y no se usa en este manual.
Electronegatividad	Tendencia de un átomo a atraer los electrones de un enlace; el elemento más electronegativo se nombra primero y se escribe al final de la fórmula.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 3.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 5 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

FICHA 1 El inventario caótico

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y fíjate en la historia de F2. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

El símbolo del sodio es…

☐ Na ☐ S ☐ So

El ion que se forma cuando un átomo de cloro gana un electrón se escribe…

☐ Cl^- ☐ Cl^+ ☐ Cl^{2-}

En la fórmula H_2O, el subíndice 2 indica…

☐ que hay 2 átomos de hidrógeno ☐ que el agua tiene carga 2 ☐ que hay 2 átomos de oxígeno

Un nombre universal para las sustancias sirve para…

☐ que cualquier laboratorio entienda de qué sustancia se habla ☐ que los nombres suenen más difíciles

☐ ahorrar tinta en las etiquetas

2 **Clasifica las etiquetas de F1: ¿misma sustancia que otra (indica cuál), ambigua, fórmula que no corresponde a un compuesto habitual o error entre nombre y fórmula?**

Etiqueta	Tu clasificación	Por qué
Frascos 1, 2 y 3		
Frasco 4: «óxido de hierro»		
Frasco 5: «óxido férrico»		
Frasco 6: «FeO_3»		
Frasco 7: «CaCl»		
Cartel: «monóxido de carbono — CO_2»		

3 **Predicción: ¿cómo escribirías el nombre de CO y de CO_2 para que no se confundan? ¿Por qué importa distinguirlos en un laboratorio o en una vivienda?**

FICHA 2 Sustancias simples e iones

Sesión 2

Usa las tablas F3 y F5 y la tabla periódica de cargas F4.

1 **Completa la tabla con la fórmula o el nombre sistemático que falta.**

Fórmula	Nombre sistemático
H_2	
	dioxígeno
N_2	
	dicloro
O_3	
	helio
Fe	
	tetrafósforo

2 **Con F4, deduce la carga del ion que forma cada elemento y escribe su símbolo y su nombre.**

Elemento	Grupo	Ion (símbolo y carga)	Nombre del ion
Mg	2		
Al	13		
S	16		
Br	17		
N	15		
K	1		

3 **Relaciona cada ion con su nombre.**

1 Fe^{3+} ●	● a ion cloruro
2 Cu^{+} ●	● b ion cinc
3 O^{2-} ●	● c ion cobre(I)
4 Cl^{-} ●	● d ion hierro(III)
5 Zn^{2+} ●	● e ion óxido

4 **Marca verdadero o falso y corrige las falsas.**

	V	F
Los iones de los metales tienen carga positiva.	☐	☐
El ion sodio se escribe Na^-.	☐	☐
Fe^{2+} y Fe^{3+} son el mismo ion.	☐	☐
Los aniones monoatómicos suelen acabar en -uro (cloruro, sulfuro); el del oxígeno es óxido.	☐	☐

FICHA 3 Formular y nombrar compuestos binarios

Sesión 3

Usa el método de F6, el ejemplo resuelto de F7 y el cuadro F8 solo para comprobar al final.

1 **Combina los iones: escribe la fórmula, comprueba que la suma de cargas es cero y da el nombre de Stock.**

Iones	Suma de cargas	Fórmula	Nombre de Stock
Na^+ y S^{2-}			
Ca^{2+} y Cl^-			
Al^{3+} y S^{2-}			
Fe^{3+} y O^{2-}			
Cu^{2+} y Cl^-			
Mg^{2+} y N^{3-}			

2 **Escribe el nombre de composición (con prefijos) de estos compuestos de no metales.**

Fórmula	Nombre de composición
CO_2	
SO_3	
CCl_4	
PCl_3	
P_2O_5	

3 Pasa del nombre a la fórmula. Comprueba las cargas cuando el compuesto sea iónico.

Nombre	Fórmula	Comprobación
trióxido de dialuminio		
monóxido de carbono		
dicloruro de hierro		
óxido de cobre(I)		
hidruro de sodio		
cloruro de hierro(III)		

FICHA 4 Taller de tarjetas de iones

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Seguid el protocolo F9. Rotad los roles cada tres compuestos y no miréis F8 hasta el final.

1 Lista de preparación (marcad antes de empezar).

- ☐ Tenemos la baraja completa: 4 tarjetas de cada ion
- ☐ Cada persona sabe su rol y sabemos cuándo rotamos
- ☐ Usamos tijeras de punta redonda y la mesa está despejada
- ☐ Recordamos que no se manipula ninguna sustancia química
- ☐ Sabemos dónde se guarda la baraja y el papel sobrante

2 Construid los doce compuestos y completad la tabla.

Iones	Tarjetas (cat. : an.)	Fórmula	Nombre de Stock	Nombre de composición
Na^+ y Cl^-				
Ca^{2+} y Cl^-				
Al^{3+} y Cl^-				
Mg^{2+} y O^{2-}				
Na^+ y O^{2-}				
Al^{3+} y O^{2-}				
Fe^{2+} y Cl^-				
Fe^{3+} y O^{2-}				
Cu^{2+} y O^{2-}				
K^+ y S^{2-}				
Mg^{2+} y N^{3-}				
Ca^{2+} y H^-				

FICHA 5 Corregimos errores y analizamos

Sesión 5

Trabaja con la tabla de la ficha 4 corregida con F8 y con las etiquetas de F1.

1 **Corrige las etiquetas erróneas: explica qué falla y escribe la etiqueta correcta (fórmula y nombre de Stock).**

Etiqueta errónea	Qué falla	Etiqueta correcta
CaCl — cloruro de calcio		
FeO_3 — óxido de hierro(III)		
AlO — óxido de aluminio		
Cu_2O — monóxido de cobre		
CO_2 — monóxido de carbono		
Na_2Cl — cloruro de sodio		

2 **Cuenta los errores que cometió tu equipo en el taller según su tipo.**

Tipo de error	Nº de veces
Cargas mal cruzadas	
Olvidar simplificar subíndices	
Prefijo incorrecto	
Número romano o paréntesis mal puestos	
Símbolo o carga mal escritos	

3 **Conclusión: ¿cuál fue vuestro error más frecuente y qué regla os ayudará a evitarlo? Compara con tu predicción de la ficha 1 sobre CO y CO_2.**

FICHA 6 Escribimos y revisamos el manual

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4. Intercambiadlo con otro equipo (en papel o en un documento compartido) y revisad con comentarios.

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

- [ ] Las reglas de las sustancias simples son correctas y tienen ejemplos
- [ ] Las cargas de los iones coinciden con la tabla periódica
- [ ] El método de cruzar cargas está explicado con un ejemplo correcto
- [ ] Distingue los nombres de composición y de Stock
- [ ] Los subíndices, las cargas y los paréntesis romanos están bien escritos
- [ ] Incluye una tabla de ejemplos sin errores
- [ ] Cita la fuente consultada y la nota de seguridad (CO frente a CO_2)

2 **Escribid dos comentarios concretos para el manual del otro equipo (qué mejorar y cómo).**

3 **¿Qué cambiaríais en vuestro manual tras leer el del otro equipo? Indicad si algún comentario recibido no os parece correcto y por qué.**

FICHA 7 Evidencia individual: un inventario nuevo

Sesión 7

Trabajo individual. Puedes usar F4, F5 y F6, pero no el cuadro F8.

1 **El almacén de una piscina municipal quiere etiquetar sus sustancias. Escribe el nombre de Stock (y el de composición) de estas fórmulas.**

Fórmula	Nombre de Stock o sistemático	Nombre de composición
MgO		
Cl_2		
Fe_2O_3		
K_2S		
CO		
CaH_2		

2 **Escribe la fórmula de cada sustancia y comprueba las cargas.**

Nombre	Fórmula	Comprobación de cargas
óxido de cobre(II)		
trióxido de azufre		
nitruro de magnesio		
cloruro de hierro(II)		
dinitrógeno		
sulfuro de aluminio		

3 **En cuatro líneas, explica por qué la etiqueta «óxido de hierro» no es suficiente y por qué confundir CO y CO_2 en un cartel sería peligroso. Cita un hito de F2 que muestre por qué hace falta un lenguaje común.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 5 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Manual visual de nomenclatura IUPAC. Usad colores, flechas y ejemplos propios; todas las fórmulas con sus cargas y subíndices.

Sustancias simples

Regla y 4 ejemplos con fórmula y nombre.

Iones monoatómicos

Cómo se deduce la carga y 4 ejemplos.

Método para formular compuestos binarios

Esquema de cruzar cargas y simplificar, con un ejemplo.

Nombrar con Stock

Reglas y dos ejemplos.

Nombrar con prefijos

Reglas y dos ejemplos.

Tabla de ocho ejemplos propios

Fórmula, nombre de Stock y nombre de composición.

Errores frecuentes y trucos

Los tres errores más habituales y cómo evitarlos.

Historia, fuentes y seguridad

Un hito de F2, fuente consultada y nota CO frente a CO_2.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 5 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Manual visual de nomenclatura IUPAC**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Las sustancias simples se nombran con prefijos (dioxígeno, dicloro) y los metales y gases nobles con el nombre del elemento.
- [ ] Las cargas de los iones coinciden con las de la tabla periódica (F4) y se escriben con número y signo.
- [ ] Los aniones llevan terminación -uro u óxido y los cationes con varias cargas llevan número romano.
- [ ] El método de cruzar cargas está explicado con un ejemplo y la comprobación de que la carga total es cero.
- [ ] Las fórmulas tienen los símbolos con mayúscula inicial, el catión primero y los subíndices simplificados.
- [ ] Los nombres de composición usan los prefijos correctos y los de Stock los paréntesis romanos sin espacio.
- [ ] La tabla de ejemplos tiene ocho compuestos sin errores (comprobados con F8).
- [ ] Se explican al menos tres errores frecuentes y cómo evitarlos.
- [ ] Incluye un hito histórico de F2 y cita la fuente consultada.
- [ ] Incluye la nota de seguridad (CO frente a CO_2), está ordenado, es claro y se ha revisado con otro equipo.

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 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Manual visual de nomenclatura IUPAC**. 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 cómo la carga de los iones determina la fórmula, distingue las nomenclaturas de composición y de Stock, y justifica por qué un lenguaje común evita errores y riesgos.	Explica la relación carga-fórmula y las dos nomenclaturas con alguna imprecisión.	Aplica reglas de memoria sin explicar por qué; confunde los dos sistemas en algunos casos.	Confunde ion, átomo y molécula, o no entiende el papel de los subíndices y las cargas.	
Datos y resolución	Formula y nombra los compuestos del manual y de la evidencia individual sin errores, comprobando que la carga total es cero y simplificando subíndices.	Fórmulas y nombres correctos con algún fallo menor (un subíndice, una simplificación).	Resuelve solo los casos sencillos; errores en los de carga 2 o 3 o en los prefijos.	No sabe formular ni nombrar un compuesto binario.	
Investigación	Aplica un procedimiento sistemático en el taller de tarjetas, registra y clasifica sus errores, y extrae una regla de mejora basada en el recuento.	Registra los resultados y errores con orden y extrae una conclusión razonable.	Registro incompleto; la conclusión no se apoya en el recuento de errores.	No registra ni analiza sus errores.	
Seguridad y lenguaje	Usa con precisión símbolos, cargas, subíndices, prefijos y paréntesis romanos, e incluye una nota de seguridad que relaciona un nombre correcto con una situación real (CO frente a CO_2).	Lenguaje correcto con fallos menores; nota de seguridad adecuada pero general.	Errores frecuentes de escritura (mayúsculas, subíndices, paréntesis); nota de seguridad vaga.	Escritura de fórmulas y nombres incorrecta o inexistente.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol en el taller, revisa el manual de otro equipo con comentarios concretos y los incorpora a su versión.	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 5 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé deducir la carga de un ion a partir de su grupo y formular un compuesto binario cruzando cargas.	○	○	○	○
Sé nombrar un compuesto binario con prefijos y con la nomenclatura de Stock, y corregir una etiqueta errónea.	○	○	○	○
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 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: método paso a paso con ejemplos resueltos y ejercicios guiados.

Formular en cuatro pasos

Paso 1. Escribe los iones con su carga: Ca^{2+} y Cl^{-}.

Paso 2. Cruza los números de la carga (sin signo) como subíndices: Ca_1Cl_2, y el 1 no se escribe.

Paso 3. Simplifica si los dos subíndices se pueden dividir entre el mismo número ($Fe_2O_2 \rightarrow FeO$).

Paso 4. Comprueba: $+2 + 2 \cdot (-1) = 0$. Fórmula: $CaCl_2$. Nombre: cloruro de calcio (Stock) y dicloruro de calcio (composición).

Nombrar en tres pasos

Paso 1. Nombra primero el anión con terminación -uro (cloruro, sulfuro) o óxido.

Paso 2. Añade «de» y el nombre del metal. Si el metal tiene varias cargas (Fe, Cu), escribe su carga en romano entre paréntesis: óxido de hierro(III).

Paso 3. Para el nombre de composición, pon prefijos según los subíndices: $Fe_2O_3 \rightarrow$ trióxido de dihierro.

1 **Completa la tabla siguiendo los cuatro pasos.**

Iones	Fórmula	Nombre de Stock
Na^{+} y Cl^{-}	NaCl	cloruro de sodio
Mg^{2+} y O^{2-}		
Ca^{2+} y Cl^{-}		
Al^{3+} y O^{2-}		

2 **Completa con las palabras: catión, anión, cargas, subíndices.**

Los iones positivos se llaman _____ y los negativos _____. En una fórmula iónica, la suma de las _____ es cero. Los números pequeños de abajo son los _____.

3 **Une cada fórmula con su nombre de composición.**

1 CO_2 ●	● a trióxido de azufre
2 SO_3 ●	● b tetracloruro de carbono
3 CCl_4 ●	● c dióxido de carbono

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 5 · El lenguaje secreto de la química

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Los óxidos de nitrógeno: una serie, cinco nombres

El nitrógeno forma varios óxidos binarios, algunos relacionados con la contaminación del aire de las ciudades. Con el oxígeno siempre como O^{2-} y la suma de cargas cero, puedes deducir la carga del nitrógeno en cada uno y nombrarlos con los dos sistemas.

Pasos

1. Calcula la carga del nitrógeno en N_2O, NO, N_2O_3, NO_2 y N_2O_5 suponiendo que cada O vale −2 y que la suma total es 0.
2. Escribe el nombre de composición de cada uno con prefijos (monóxido de dinitrógeno, monóxido de nitrógeno…).
3. Escribe el nombre de Stock de cada uno con el número romano del nitrógeno.
4. Explica por qué N_2O_5 es «pentaóxido de dinitrógeno» y no «pentaóxido de nitrógeno», y por qué NO y NO_2 llevan prefijos distintos aunque tengan los mismos elementos.

Entrega

Una tabla con las cinco fórmulas, la carga del nitrógeno, los dos nombres y una frase que explique la regla de los prefijos.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 5 · El lenguaje secreto de la química

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: Na; Cl^-; que hay 2 átomos de hidrógeno; que cualquier laboratorio entienda de qué sustancia se habla.
2. Etiquetas: los frascos 1, 2 y 3 son la misma sustancia (NaCl). Frasco 4: ambigua, porque existen FeO (hierro(II)) y Fe_2O_3 (hierro(III)). Frasco 5: «óxido férrico» es nomenclatura tradicional de Fe_2O_3 (óxido de hierro(III)). Frasco 6: «FeO_3» no corresponde a los óxidos de hierro habituales trabajados en este nivel: exigiría asignar al Fe un estado de oxidación +VI. Frasco 7: «CaCl» es incorrecta; el Ca^{2+} necesita 2 Cl^-, es $CaCl_2$. Cartel: el nombre (monóxido de carbono, CO) y la fórmula (CO_2, dióxido) no coinciden.
3. Predicción: CO → monóxido de carbono; CO_2 → dióxido de carbono; los prefijos distinguen la cantidad de oxígeno. Importa porque el CO es muy tóxico a bajas concentraciones (impide que la sangre transporte oxígeno), mientras que el CO_2 presenta riesgos diferentes y a concentraciones elevadas también puede ser peligroso por desplazamiento del oxígeno; confundirlos puede hacer que no se reconozca un peligro. Respuesta abierta mientras se justifique.

Ficha 2

1. H_2 dihidrógeno; O_2; N_2 dinitrógeno; Cl_2; O_3 trioxígeno (ozono); He; Fe hierro; P_4.
2. Mg (2) → Mg^{2+} ion magnesio; Al (13) → Al^{3+} ion aluminio; S (16) → S^{2-} ion sulfuro; Br (17) → Br^- ion bromuro; N (15) → N^{3-} ion nitruro; K (1) → K^+ ion potasio.
3. Fe^{3+} → ion hierro(III); Cu^+ → ion cobre(I); O^{2-} → ion óxido; Cl^- → ion cloruro; Zn^{2+} → ion cinc.
4. V; F (es Na^+); F (son distintos iones: pierden 2 y 3 electrones); V.

Ficha 3

1. Na^+ y S^{2-}: Na_2S, 2·(+1) + (−2) = 0, sulfuro de sodio. Ca^{2+} y Cl^-: $CaCl_2$, +2 − 2 = 0, cloruro de calcio. Al^{3+} y S^{2-}: Al_2S_3, 2·3 − 3·2 = 0, sulfuro de aluminio. Fe^{3+} y O^{2-}: Fe_2O_3, +6 − 6 = 0, óxido de hierro(III). Cu^{2+} y Cl^-: $CuCl_2$, +2 − 2 = 0, cloruro de cobre(II). Mg^{2+} y N^{3-}: Mg_3N_2, +6 − 6 = 0, nitruro de magnesio.
2. CO_2 dióxido de carbono; SO_3 trióxido de azufre; CCl_4 tetracloruro de carbono; PCl_3 tricloruro de fósforo; P_2O_5 pentaóxido de difósforo.
3. trióxido de dialuminio → Al_2O_3 (2·3 = 6 y 3·2 = 6); monóxido de carbono → CO; dicloruro de hierro → $FeCl_2$ (Fe^{2+}); óxido de cobre(I) → Cu_2O (2·(+1) + (−2) = 0); hidruro de sodio → NaH (Na^+ y H^-); cloruro de hierro(III) → $FeCl_3$ (+3 − 3 = 0).

Ficha 4

1. Checks: deben marcarse todas antes de empezar; se recuerda que no se usa ninguna sustancia.
2. Na^+ y Cl^- (1:1) NaCl, cloruro de sodio, cloruro de sodio. Ca^{2+} y Cl^- (1:2) $CaCl_2$, cloruro de calcio, dicloruro de calcio. Al^{3+} y Cl^- (1:3) $AlCl_3$, cloruro de aluminio, tricloruro de aluminio. Mg^{2+} y O^{2-} (1:1) MgO, óxido de magnesio, óxido de magnesio. Na^+ y O^{2-} (2:1) Na_2O, óxido de sodio, óxido de disodio. Al^{3+} y O^{2-} (2:3) Al_2O_3, óxido de aluminio, trióxido de dialuminio. Fe^{2+} y Cl^- (1:2) $FeCl_2$, cloruro de hierro(II), dicloruro de hierro. Fe^{3+} y O^{2-} (2:3) Fe_2O_3, óxido de hierro(III), trióxido de dihierro. Cu^{2+} y O^{2-} (1:1) CuO, óxido de cobre(II), monóxido de cobre. K^+ y S^{2-} (2:1) K_2S, sulfuro de potasio, sulfuro de dipotasio. Mg^{2+} y N^{3-} (3:2) Mg_3N_2, nitruro de magnesio, dinitruro de trimagnesio. Ca^{2+} y H^- (1:2) CaH_2, hidruro de calcio, dihidruro de calcio.
3. Rango plausible: entre 2 y 5 errores en la primera ronda; los más frecuentes son no simplificar (MgO escrito Mg_2O_2), olvidar el número romano del hierro y los prefijos.

Ficha 5

1. CaCl → $CaCl_2$ (cloruro de calcio): faltaba un cloruro; el calcio es +2. FeO_3 → Fe_2O_3 (óxido de hierro(III)): cargas +6 y −6. AlO → Al_2O_3 (óxido de aluminio): +3 y −2 no se compensan. Cu_2O «monóxido de cobre» → Cu_2O es óxido de cobre(I) (óxido de dicobre); el monóxido de cobre es CuO. CO_2 «monóxido de carbono» → CO_2 es dióxido de carbono (el monóxido es CO). Na_2Cl → NaCl (cloruro de sodio): Na^+ y Cl^- tienen cargas iguales y opuestas.
2. Recuento: respuesta propia; la suma debe coincidir con los errores anotados en el taller.
3. Conclusión modelo: «Nuestro error más frecuente fue no simplificar; antes de escribir la fórmula dividiremos los subíndices entre su divisor común». Con CO y CO_2, los prefijos mono- y di- indican 1 o 2 átomos de oxígeno.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Los comentarios deben ser concretos («falta el paréntesis romano en el óxido de hierro», «Al_2S_3 está mal simplificado»), no genéricos.
2. Cambios propios habituales: añadir un ejemplo, corregir una carga o incluir la nota de seguridad.

Ficha 7

1. MgO: óxido de magnesio (composición: óxido de magnesio). Cl_2: dicloro. Fe_2O_3: óxido de hierro(III), trióxido de dihierro. K_2S: sulfuro de potasio, sulfuro de dipotasio. CO: óxido de carbono(II), monóxido de carbono. CaH_2: hidruro de calcio, dihidruro de calcio.
2. óxido de cobre(II) → CuO (+2 − 2 = 0). Trióxido de azufre → SO_3. Nitruro de magnesio → Mg_3N_2 (+6 − 6 = 0). Cloruro de hierro(II) → $FeCl_2$ (+2 − 2 = 0). Dinitrógeno → N_2. Sulfuro de aluminio → Al_2S_3 (+6 − 6 = 0).
3. Explicación modelo: «óxido de hierro» no dice si es FeO o Fe_2O_3, que son sustancias distintas; hace falta el número romano. Confundir CO y CO_2 en un cartel podría hacer que no se reconociera un gas tóxico. Hito: el congreso de Karlsruhe (1860) o la fundación de la IUPAC (1919) muestran que la comunidad científica necesitó ponerse de acuerdo en un lenguaje común.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Mg^{2+} y O^{2-}: MgO, óxido de magnesio. Ca^{2+} y Cl^-: $CaCl_2$, cloruro de calcio. Al^{3+} y O^{2-}: Al_2O_3, óxido de aluminio.
2. catión; anión; cargas; subíndices.
3. CO_2 → dióxido de carbono; SO_3 → trióxido de azufre; CCl_4 → tetracloruro de carbono.

Ampliación (Anexo 9)

1. Carga del N (O = −2): N_2O: 2x − 2 = 0, x = +1; NO: +2; N_2O_3: 2x − 6 = 0, +3; NO_2: +4; N_2O_5: 2x − 10 = 0, +5.
2. Composición: monóxido de dinitrógeno; monóxido de nitrógeno; trióxido de dinitrógeno; dióxido de nitrógeno; pentaóxido de dinitrógeno. Stock: óxido de nitrógeno(I); (II); (III); (IV); (V).
3. N_2O_5 lleva «di» porque hay 2 átomos de nitrógeno; en NO y NO_2 el prefijo del oxígeno (mono-, di-) cambia porque la proporción es distinta (1:1 y 1:2), aunque los elementos son los mismos.

⚠ Errores frecuentes

- Escribir la carga como subíndice (Cl_1 en vez de Cl^-) o el subíndice como carga (Fe^3O^2).
- Cruzar las cargas pero no simplificar los subíndices (Fe_2O_2 en vez de FeO).
- Escribir minúsculas o mayúsculas mal en los símbolos (CO frente a Co, el cobalto).
- Olvidar el número romano en el hierro y el cobre («óxido de hierro» sin más datos) o escribirlo con espacio («hierro (III)»).
- Usar prefijos en la nomenclatura de Stock (por ejemplo, «dicloruro de hierro(II)»).
- Escribir el nombre en el orden de la fórmula en lugar de nombrar primero el anión (de «sodio cloruro»).

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- Un nombre es válido si es correcto en la nomenclatura de composición o en la de Stock; no se exige un sistema concreto salvo que el enunciado lo pida.
- Los nombres tradicionales (férrico, cúprico) pueden aparecer en el caso, pero no se aceptan como respuesta única.
- En las fórmulas se valora la comprobación de la suma de cargas y la simplificación de subíndices.
- Seguridad: la actividad no usa sustancias; se valora que el alumnado vincule el nombre correcto con la seguridad (CO frente a CO_2).

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

06 Cocinar átomos: las reacciones químicas

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo muestran las leyes químicas que los átomos se reordenan sin desaparecer?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Informe de reacción y leyes de conservación/proporción	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 2.3, 3.1, 3.2, 3.3

Contexto, reto y producto

En un vídeo de cocina muy visto, un chef asegura que «cuando horneas un bizcocho se pierde materia: la masa cruda pesa 400 g y el bizcocho, 360 g, así que la química destruye cosas». En la clase de Física y Química hay división: ¿es cierto que en una reacción química desaparece materia, o esa masa «que falta» está en otro sitio? La idea de que el bizcocho sube porque se forman burbujas de gas se suma a la duda: si se forma gas, ¿de dónde sale?

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de peritos que audita una reacción química**. Aprende a interpretar una reacción a dos niveles, **macroscópico** (lo que se ve y se mide) y **microscópico** (átomos que se reordenan), a escribir y **ajustar ecuaciones químicas**, a aplicar la **ley de conservación de la masa** de Lavoisier y la de las **proporciones definidas** de Proust, y a medir con seguridad. Con una práctica de microescala (bicarbonato y vinagre en una bolsa cerrada y en un vaso abierto, sobre una balanza) comprueba dónde está la masa, reconoce los límites de la medida (el empuje del aire) y redacta un **informe de reacción** con datos, gráfica y conclusión.

Reto

Averiguar con una reacción segura de bicarbonato y vinagre si se conserva la masa y si la masa de gas liberado es proporcional a la de reactivo, y presentarlo en un informe que explique qué ocurre con los átomos.

Producto final

Informe de reacción y leyes de conservación/proporción.

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.

2.3 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.

3.2 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
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.

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.
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

- Modelo macro-micro de una reacción: cambios observables (burbujas, espuma, desaparición de reactivos) frente a reordenación de átomos; reactivos y productos.
- Ecuación química y ajuste por recuento de átomos con coeficientes enteros (sin ecuaciones algebraicas).
- Ley de conservación de la masa (Lavoisier): masa de reactivos igual a masa de productos en sistema cerrado; qué ocurre en un sistema abierto con gases.
- Ley de las proporciones definidas (Proust): las masas de las sustancias que reaccionan guardan una relación constante; reactivo sobrante y reactivo limitante.
- Validez del modelo atómico-molecular: estas leyes se explican porque los átomos se conservan (Dalton). Aplicaciones y relación con el medio ambiente (CO_2 en la combustión y en la cocina).

Objetivos didácticos

- ✓ Explicar una reacción química con el modelo macro-micro: sustancias que cambian y átomos que se reordenan sin crearse ni destruirse.
- ✓ Escribir y ajustar ecuaciones químicas sencillas (formación de agua, amoniaco, cloruro de sodio, combustión del metano) contando átomos.
- ✓ Aplicar la ley de conservación de la masa y la de las proporciones definidas para calcular masas de productos, sobrantes y de gas liberado.
- ✓ Realizar con seguridad una práctica de microescala, registrar masas en tablas, representar una gráfica y deducir una proporción.
- ✓ Valorar los límites de una medida (empuje del aire, CO_2 disuelto) y concluir de forma proporcionada a la evidencia.

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 de la duda del bizcocho, diagnóstico inicial y primeras predicciones sobre la balanza

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico, predicciones sobre m_1, m_2 y m_3 e hipótesis. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Modelo macro-micro: reacción como reordenación de átomos; ecuaciones químicas y ajuste por recuento

Evidencia: Ficha 2: ecuaciones ajustadas, dibujo con átomos y tabla macro-micro. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Leyes de conservación de la masa y de las proporciones definidas con datos históricos y problemas

Evidencia: Ficha 3: problemas de masas, sobrantes y predicción de la masa de CO_2. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica de microescala: bicarbonato y vinagre en bolsa cerrada y en vaso abierto, con medida de masas

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tablas de masas con tres pesadas y tres cantidades de bicarbonato.

Ficha: Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: pérdidas de masa, empuje del aire, gráfica de la pérdida frente a la masa de bicarbonato y contraste con las predicciones

Evidencia: Ficha 5: cálculos, gráfica, proporción obtenida y conclusión. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del informe de reacción y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: lista de revisión cruzada y propuestas de mejora del informe de otro equipo.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del informe y evidencia individual: analizar una reacción nueva y el caso del bizcocho

Evidencia: Informe final (Anexo 4) y Ficha 7: proporciones con hierro y azufre, ajuste de ecuación y explicación del bizcocho.

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, a nivel macroscópico y microscópico, de lo que ocurre en la reacción del bicarbonato con el vinagre y en el bizcocho, incluida la reordenación de átomos.	Fichas 2 y 7 y informe (Anexo 4) / rúbrica
1.2	Ajuste de ecuaciones, cálculo de masas de productos, sobrantes y de CO_2 con planteamiento, unidades y comprobación (conservación y proporción).	Fichas 2, 3, 5 y 7 / lista de cotejo
2.3	Formulación de hipótesis cuantitativas a partir de las leyes de conservación y de proporciones, y diseño de la comparación bolsa cerrada frente a vaso abierto y de las tres cantidades de bicarbonato.	Fichas 1, 3 y 4 / rúbrica
3.1	Interpretación de las tablas de masas, de la gráfica de la pérdida frente a la masa de bicarbonato y de los datos históricos del agua (F6, F7 y F8) para extraer una proporción.	Fichas 3 y 5 / rúbrica
3.2	Uso correcto de fórmulas y nombres, coeficientes y subíndices, y unidades (g, mL, L) y cifras significativas en tablas y cálculos.	Fichas 2, 4 y 5 y informe / lista de cotejo
3.3	Cumplimiento de la lista de seguridad: gafas, cantidades máximas, bolsas flexibles (nunca recipientes rígidos cerrados), limpieza y vertido de residuos.	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 la reacción a nivel macro y micro, justifica la conservación de la masa con el reordenamiento de átomos, explica dónde está la masa «que falta» y reconoce el efecto del empuje del aire.	Explica la conservación y la proporción con átomos, con alguna imprecisión (por ejemplo, no explica la diferencia entre bolsa cerrada y abierta).	Describe lo que ocurre pero no lo relaciona con átomos; piensa que la masa se pierde.	Confunde cambio físico y químico o afirma que los átomos se destruyen.
Datos y resolución	Ajusta ecuaciones sin errores, calcula pérdidas, la masa teórica de CO_2, la proporción y las comprueba con unidades; la gráfica tiene ejes rotulados, puntos y recta de tendencia.	Cálculos y gráfica correctos con algún fallo menor de unidades o de escala.	Cálculos incompletos o gráfica sin rotular; ajusta solo las ecuaciones sencillas.	No ajusta ni calcula masas con una estrategia válida.
Investigación	Plantea una hipótesis comprobable, controla variables (masa de bicarbonato, volumen de vinagre, balanza), compara bolsa cerrada y abierta y valora la dispersión y los límites de las medidas.	Diseño correcto con alguna variable sin controlar o con valoración parcial de los errores.	Resultados sin contraste con la hipótesis; no valora los errores.	No distingue observación, dato y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas con autonomía (gafas, cantidades, bolsas flexibles, residuos) y usa con precisión términos como reactivo, producto, ecuación ajustada y conservación de la masa.	Cumple las normas con algún recordatorio; lenguaje correcto con fallos menores.	Necesita recordatorios; vocabulario impreciso («se gasta», «desaparece»).	Incumple normas de seguridad o no usa lenguaje científico.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas y científicas 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 bolsas de cierre zip de 3 L (de congelación), 3 vasos de 250 mL, 2 vasitos de 50 mL, probeta de 50 mL, cuchara, papel de pesar o pequeñas hojas de papel, bandeja, papel de cocina, rotulador y gafas de protección.
- Reactivos por equipo: 12 g de bicarbonato sódico (hidrogenocarbonato de sodio) y 200 mL de vinagre blanco de 5 a 6 % de acidez. Balanza de resolución 0,1 g o, mejor, 0,01 g (una cada dos equipos), con capacidad de al menos 300 g.
- Dossier (Anexo 2), fichas (Anexo 3) y plantilla del informe (Anexo 4); calculadora y, de forma opcional, hoja de cálculo para la gráfica.

Seguridad y residuos

Microescala con gafas de protección: el vinagre puede irritar los ojos y el bicarbonato, formar polvo. No se usan botellas ni recipientes rígidos cerrados: el gas solo se recoge en bolsas flexibles con un máximo de 2,0 g de bicarbonato; si la bolsa se hincha demasiado, se abre con cuidado. Sin llama ni calor. La mezcla final (acetato de sodio diluido) se vierte por el desagüe con abundante agua; secar derrames para evitar resbalones.

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

Ecuaciones con los átomos dibujados para contar, ejemplo resuelto de conservación y de proporción, tablas con parte de los datos ya dados y protocolo con fotografías o esquemas (Anexo 8).

Ampliación

Anexo 9

Reactivo limitante: predecir y representar la pérdida de masa con cantidades crecientes de vinagre y una cantidad fija de bicarbonato (Anexo 9).

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 6 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

Un chef de internet asegura que al hornear un bizcocho «se pierde materia»: la masa cruda pesa 400 g y el bizcocho, 360 g. ¿Es verdad que la química destruye cosas? O la masa «que falta» está en otro sitio. Vuestro equipo será un grupo de peritos: con bicarbonato, vinagre, una bolsa y una balanza averiguaréis qué pasa con la masa cuando se forma un gas, cuánto gas se libera y por qué, a pesar de lo que parece, los átomos ni aparecen ni desaparecen. Al final redactaréis un informe con datos, gráfica y una conclusión proporcionada a las pruebas.

> *¿Cómo muestran las leyes químicas que los átomos se reordenan sin desaparecer?*

Vuestro reto

Averiguar con una reacción segura de bicarbonato y vinagre si se conserva la masa y si la masa de gas liberado es proporcional a la de reactivo, y presentarlo en un informe que explique qué ocurre con los átomos.

Lo que vais a producir

Informe de reacción y leyes de conservación/proporción.

Seguridad. Microescala con gafas de protección: el vinagre puede irritar los ojos y el bicarbonato, formar polvo.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos la duda del bizcocho, hacemos el diagnóstico y predecimos qué marcará la balanza.
2. Interpretamos una reacción a nivel macro y micro y aprendemos a ajustar ecuaciones contando átomos.
3. Estudiamos las leyes de Lavoisier y de Proust con datos y resolvemos problemas de masas.
4. Hacemos la práctica segura: bolsa cerrada y vaso abierto, con tres cantidades de bicarbonato.
5. Calculamos pérdidas, dibujamos la gráfica y buscamos la proporción y las fuentes de error.
6. Escribimos el informe de reacción y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el informe y analizamos individualmente una reacción nueva.

Al terminar seré capaz de...

- Explicar una reacción química con el modelo macro-micro: sustancias que cambian y átomos que se reordenan sin crearse ni destruirse.
- Escribir y ajustar ecuaciones químicas sencillas (formación de agua, amoniaco, cloruro de sodio, combustión del metano) contando átomos.
- Aplicar la ley de conservación de la masa y la de las proporciones definidas para calcular masas de productos, sobrantes y de gas liberado.
- Realizar con seguridad una práctica de microescala, registrar masas en tablas, representar una gráfica y deducir una proporción.
- Valorar los límites de una medida (empuje del aire, CO_2 disuelto) y concluir de forma proporcionada a la evidencia.

¿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 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

Todo lo necesario para auditar la reacción: el caso del bizcocho, la historia de las leyes de la química, un modelo de partículas, las ecuaciones ajustadas con recuento de átomos, el montaje de las pesadas, los datos de un equipo de prueba con su gráfica, datos de proporciones con ejemplos resueltos, el protocolo y un glosario.

F1 ¿Se destruye la materia al hornear un bizcocho?

ESTUDIO DE CASO

Un chef de internet pesa la masa cruda de un bizcocho (400 g), lo hornea y vuelve a pesarlo: 360 g. Concluye: «La química destruye cosas: se pierden 40 g de materia».

La receta lleva harina, huevos, azúcar, aceite, leche y un poco de **bicarbonato o levadura química**. Al hornear ocurren varias cosas:

- El agua de la masa se calienta y se **evapora**.
- El bicarbonato **reacciona** con los ácidos de la masa (por ejemplo, el del yogur o el zumo de limón) y se forma **dióxido de carbono**, un gas que hincha la masa y se escapa por los poros.
- El azúcar y las proteínas se transforman por el calor (se forma la costra dorada).

La clase propone estudiarlo con una reacción más sencilla y segura, **bicarbonato con vinagre**, para comprobar qué pasa con la masa cuando se forma un gas y se mide en un sistema cerrado y en uno abierto.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de un fenómeno real: la pérdida de masa de una masa al hornear.

Antes de experimentar: ¿cuáles de las pérdidas de masa del bizcocho podrían ser agua y cuáles CO_2? ¿Por qué no se puede afirmar que la materia se destruye?

F2 Cómo se descubrieron las leyes de las reacciones

CRONOLOGÍA

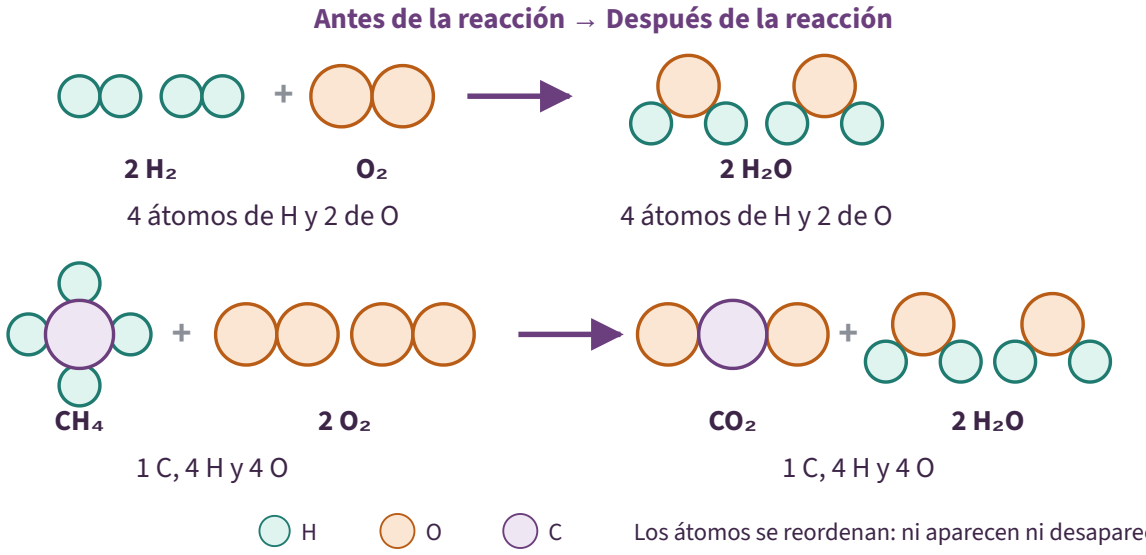
Hacia 1774	Antoine Lavoisier calienta metales en recipientes cerrados y comprueba que la masa total no cambia: la masa se conserva.
1788-1789	Marie-Anne Paulze, esposa y colaboradora de Lavoisier, traduce textos científicos del inglés y dibuja los grabados del «Traité élémentaire de chimie» (1789), donde Lavoisier expone la conservación de la masa.
1799-1806	Joseph Louis Proust defiende en una polémica con Claude Louis Berthollet que un compuesto contiene siempre la misma proporción de masas de sus elementos (ley de las proporciones definidas).
1808	John Dalton publica su teoría atómica: los átomos explican las dos leyes, porque en las reacciones solo se reordenan.

Fuente: Cronología de elaboración propia a partir de manuales de historia de la química. Las fechas son aproximadas cuando se indica «hacia».

¿Por qué hizo falta medir masas con cuidado y en recipientes cerrados para llegar a estas leyes?

F3 Modelo de partículas: los átomos se reordenan

ESQUEMA



Fuente: Esquema de elaboración propia. Cada círculo representa un átomo.

Cuenta los átomos de cada tipo a la izquierda y a la derecha de cada flecha. ¿Qué observas?

F4 Ecuaciones ajustadas y recuento de átomos

DATOS

En palabras	Ecuación química ajustada	Átomos antes	Átomos después
dihidrógeno + dioxígeno → agua	$2\,H_2 + O_2 \rightarrow 2\,H_2O$	4 H, 2 O	4 H, 2 O
dinitrógeno + dihidrógeno → amoniaco	$N_2 + 3\,H_2 \rightarrow 2\,NH_3$	2 N, 6 H	2 N, 6 H
metano + dioxígeno → dióxido de carbono + agua	$CH_4 + 2\,O_2 \rightarrow CO_2 + 2\,H_2O$	1 C, 4 H, 4 O	1 C, 4 H, 4 O
sodio + dicloro → cloruro de sodio	$2\,Na + Cl_2 \rightarrow 2\,NaCl$	2 Na, 2 Cl	2 Na, 2 Cl
bicarbonato de sodio + ácido acético → acetato de sodio + agua + dióxido de carbono	$NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$	1 Na, 5 H, 3 C, 5 O	1 Na, 5 H, 3 C, 5 O

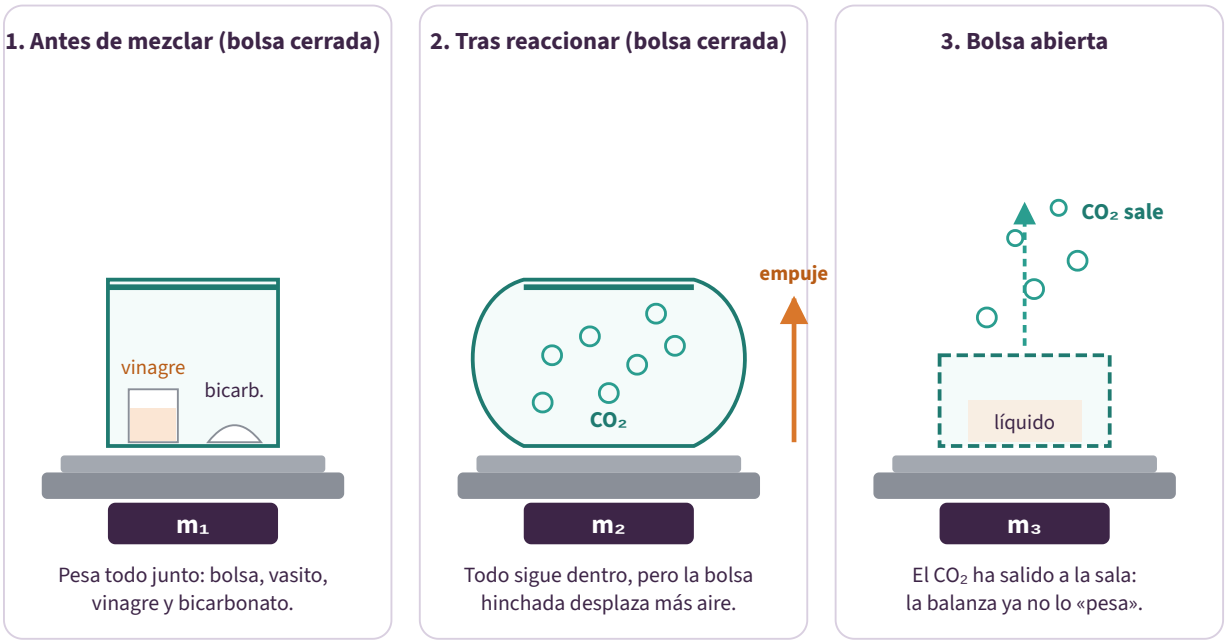
Reactivos son las sustancias que se transforman (a la izquierda de la flecha) y **productos** las que se forman (a la derecha). Para **ajustar** se cambian los **coeficientes** (números delante de la fórmula) hasta que haya los mismos átomos de cada elemento a ambos lados; nunca se cambian los subíndices, porque eso cambiaría la sustancia. La última reacción es la de la práctica: el bicarbonato (con vinagre, que contiene ácido acético) produce el gas CO_2.

Fuente: Elaboración propia. Masas atómicas (IUPAC, redondeadas, en u): H = 1; C = 12; N = 14; O = 16; Na = 23; S = 32; Cl = 35,5; Fe = 56.

Para ajustar $CH_4 + O_2 \rightarrow CO_2 + H_2O$, empieza por el C, sigue con el H y deja el O para el final.

F5 Montaje de la práctica: las tres pesadas de la bolsa

ESQUEMA



Empuje del aire. Un objeto en el aire es empujado hacia arriba con una fuerza igual al peso del aire que desplaza. Una bolsa que se hincha con 0,57 L de CO_2 desplaza 0,57 L de aire, que tienen una masa de unos 1,2 g por litro: la balanza «pesa» unos 0,69 g menos aunque el CO_2 siga dentro. Cuando la bolsa se abre, el CO_2 sale y la pérdida refleja el gas liberado.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

¿Qué diferencia esperas entre $m_1 - m_2$ y $m_1 - m_3$? ¿Por qué?

F6 Datos de un equipo de prueba

DATOS

Parte A: bolsa con 2,0 g de bicarbonato y 30 mL de vinagre	Masa (g)	Diferencia con m_1 (g)
m_1: bolsa cerrada antes de mezclar	63,42	—
m_2: bolsa cerrada después de reaccionar	62,80	−0,62
m_3: bolsa abierta, tras dejar salir el gas	62,43	−0,99

Parte B: vaso abierto con 50 mL de vinagre y cantidades distintas de bicarbonato.

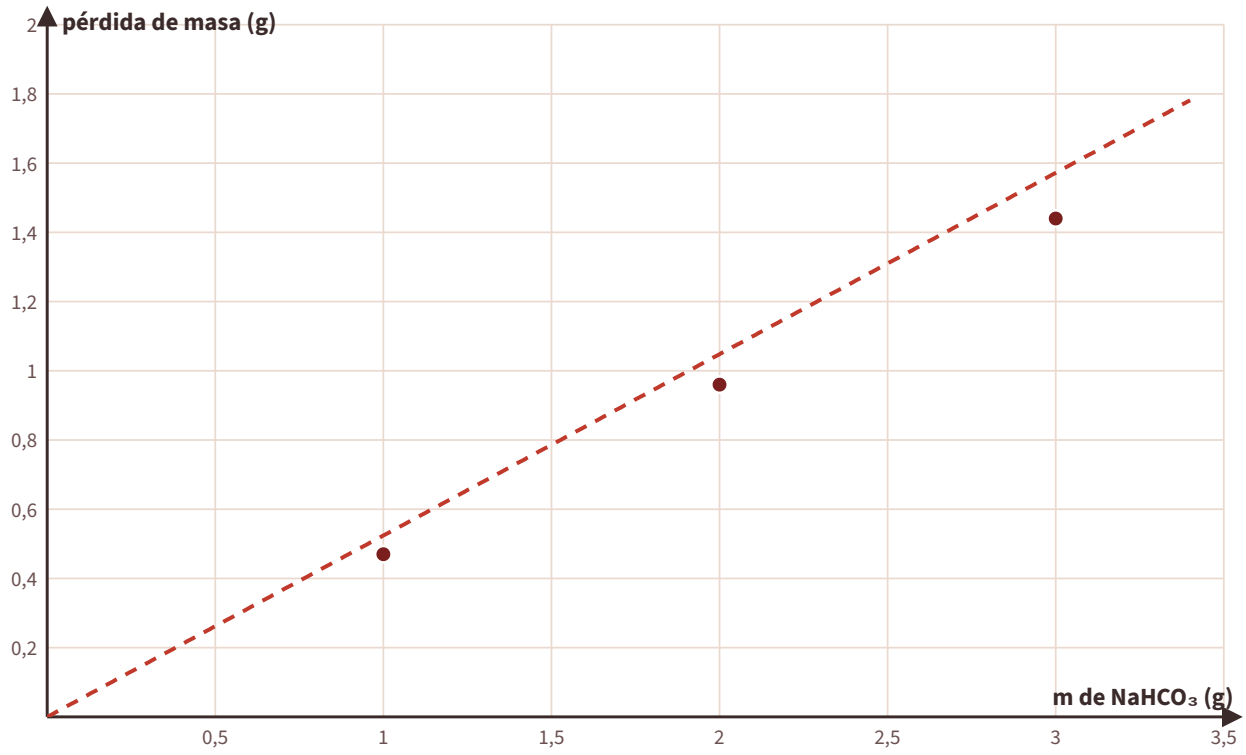
- 1,0 g de bicarbonato: masa antes 152,30 g; masa después 151,83 g; pérdida 0,47 g.
- 2,0 g de bicarbonato: masa antes 153,31 g; masa después 152,35 g; pérdida 0,96 g.
- 3,0 g de bicarbonato: masa antes 154,30 g; masa después 152,86 g; pérdida 1,44 g.

Fuente: Datos ilustrativos, coherentes con una práctica escolar con balanza de 0,01 g, bicarbonato y vinagre blanco de 5 %. La masa teórica de CO_2 se calcula con la proporción 44 : 84.

En la parte A, la diferencia $m_1 - m_3$ (0,99 g) se acerca a la masa teórica de CO_2 de 2,0 g de bicarbonato (1,05 g). ¿Por qué $m_1 - m_2$ es menor?

F7 Pérdida de masa frente a la masa de bicarbonato (vaso abierto)

GRÁFICO



Los puntos (datos de la parte B de F6) quedan algo por debajo de la recta teórica porque parte del CO_2 queda disuelto en el líquido y no escapa a la atmósfera.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con datos ilustrativos de un equipo de prueba (puntos) y la proporción teórica 44 : 84 (recta discontinua).

Calcula la pérdida por gramo de bicarbonato en cada punto. ¿Es constante? ¿Qué ley ilustra?

F8 Proporciones en la formación del agua y ejemplos resueltos

DATOS

Experiencia	Masa de H (g)	Masa de O (g)	Agua formada (g)	Sobrante
1	1	8	9	ninguno
2	2	16	18	ninguno
3	0,5	4	4,5	ninguno
4	1	10	9	2 g de O
5	3	16	18	1 g de H

Ejemplo resuelto 1: ¿cuánta agua se forma con 3 g de H y 24 g de O?

Paso 1. La proporción es 8 g de O por cada 1 g de H. Con 3 g de H hacen falta 3 · 8 = 24 g de O.

Paso 2. Hay justo 24 g de O: reaccionan todos. Masa de agua: 3 + 24 = 27 g.

Ejemplo resuelto 2: ¿y con 5 g de H y 24 g de O?

Paso 1. Con 24 g de O solo reaccionan 24 : 8 = 3 g de H (el oxígeno es el reactivo que se acaba, el **limitante**).

Paso 2. Agua: 3 + 24 = 27 g. Sobran 5 − 3 = 2 g de H.

Conservación de la masa: 5 g de H + 24 g de O = 29 g antes; 27 g de agua + 2 g de H sobrante = 29 g después.

Fuente: Datos ideales calculados para el aula a partir de la proporción de masas O : H = 8 : 1 en el agua (16 u de oxígeno por 2 u de hidrógeno).

En la experiencia 4, ¿qué reactivo es el limitante? ¿Cuánta agua se formaría si se duplicaran las masas de H y de O de la experiencia 1?

F9 Protocolo: ¿se conserva la masa? ¿cuánto CO_2 se libera?

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 2 bolsas zip de 3 L, 3 vasos de 250 mL, 2 vasitos de 50 mL, probeta de 50 mL, 12 g de bicarbonato (en total: 2,0 g para la parte A y 1,0 + 2,0 + 3,0 g para la B), 200 mL de vinagre blanco de 5-6 %, cuchara, papel, bandeja, papel de cocina, gafas de protección, balanza de 0,1 g o 0,01 g (compartida).

Equipo de protección y riesgos: gafas puestas todo el tiempo. Riesgos: salpicaduras de vinagre en los ojos, polvo de bicarbonato, espuma que desborda y suelo mojado. **No se usan botellas ni recipientes rígidos cerrados**: la bolsa es flexible, solo se usan 2,0 g de bicarbonato y, si se hincha demasiado, se abre. No hay llama ni calor.

Variables: parte A, tipo de pesada (bolsa cerrada o abierta) y m_1, m_2, m_3; parte B, independiente: masa de bicarbonato (1,0; 2,0; 3,0 g), dependiente: pérdida de masa; controladas: 50 mL de vinagre, tipo de vaso, misma balanza, temperatura de la sala.

Roles: responsable de seguridad, pesador, secretario y portavoz (rotan en A y B).

Procedimiento, parte A (bolsa):

1. Con la probeta, vierte 30 mL de vinagre en un vasito de 50 mL.
2. Pesa 2,0 g de bicarbonato y échalos en el fondo de la bolsa. Pon el vasito de pie dentro de la bolsa, junto al bicarbonato.
3. Cierra la bolsa con poco aire dentro (sin inflarla) y colócala sobre una bandeja en la balanza. Anota **m_1**.
4. Sin abrir, vuelca el vasito sujetándolo por fuera y agita despacio. Espera 2 o 3 minutos hasta que cese el burbujeo y anota **m_2** con la bolsa hinchada y cerrada.
5. Abre un poco la bolsa, deja salir el gas 1 minuto y anota **m_3** con la bolsa abierta sobre la balanza.

Procedimiento, parte B (vaso abierto):

1. En un vaso de 250 mL pon 50 mL de vinagre. Pesa 1,0 g de bicarbonato en un papel. Coloca vaso y papel con el bicarbonato en la balanza y anota la masa **antes**.
2. Echa el bicarbonato en 4 o 5 porciones, esperando a que baje la espuma. Vuelve a poner el papel vacío junto al vaso en la balanza, espera a que no haya burbujas (2 minutos) y anota la masa **después**.
3. Repite con 2,0 g y con 3,0 g (vaso limpio y 50 mL de vinagre nuevo). La pérdida es la masa antes menos la masa después.

Limpieza y residuos: la mezcla final (acetato de sodio diluido) se vierte por el desagüe con abundante agua; las bolsas se secan y se reutilizan o se tiran al contenedor de plásticos; el papel, a la papelera; limpiad la mesa y los derrames.

Resultado esperable (balanza de 0,01 g): parte A: $m_1 - m_2$ entre 0,4 y 0,8 g (por el empuje del aire) y $m_1 - m_3$ entre 0,8 y 1,1 g (cerca de la masa teórica de CO_2, 1,05 g). Parte B: pérdida entre 0,40 y 0,52 g por cada gramo de bicarbonato (por ejemplo, 0,4-0,5 g; 0,8-1,05 g; 1,2-1,57 g). Con balanza de 0,1 g los valores variarán unas décimas.

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

¿Por qué se añade el bicarbonato poco a poco en la parte B? ¿Por qué la parte A no usa más de 2,0 g?

F10 Vocabulario del informe de reacción

GLOSARIO

Reacción química	Proceso en el que unas sustancias (reactivos) se transforman en otras (productos) con propiedades distintas.
Reactivo y producto	Reactivos: sustancias que reaccionan. Productos: sustancias que se forman.
Ecuación química	Representación de la reacción con fórmulas: reactivos → productos.
Coeficiente	Número delante de una fórmula que indica cuántas unidades hay; sirve para ajustar la ecuación.
Ley de conservación de la masa	En una reacción en sistema cerrado, la masa total de los reactivos es igual a la de los productos (Lavoisier).
Ley de las proporciones definidas	Las sustancias reaccionan siempre en una proporción de masas fija (Proust).
Reactivo limitante	Reactivo que se agota primero y determina cuánto producto se forma.
Sistema cerrado y abierto	Cerrado: no entra ni sale materia; abierto: puede escapar o entrar materia, por ejemplo un gas.
Empuje del aire	Fuerza hacia arriba que el aire ejerce sobre un objeto; un gas que hincha una bolsa reduce la lectura de la balanza.
Macroscópico y microscópico	Lo que se observa y se mide (burbujas, masa) y lo que ocurre con los átomos y las moléculas.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 3.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 6 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

FICHA 1 La duda del bizcocho

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

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

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

En una reacción química…

☐ unas sustancias se transforman en otras con propiedades distintas ☐ las sustancias solo cambian de estado

☐ los átomos desaparecen

¿Cuál de estos procesos es un cambio químico?

☐ quemar papel ☐ fundir hielo ☐ disolver sal en agua

Al hornear un bizcocho su masa baja. Lo más probable es que…

☐ hayan salido gases y vapor de agua ☐ se haya destruido materia ☐ los átomos se hayan convertido en energía

La unidad de masa en el Sistema Internacional es…

☐ el kilogramo ☐ el litro ☐ el newton

2 **Predicción: mezclamos 2,0 g de bicarbonato con vinagre. Compara la lectura de la balanza con la inicial m_1 y explica por qué.**

Situación	Lectura frente a m_1 (aumenta, igual o disminuye)	Por qué lo creo
Bolsa cerrada tras reaccionar (m_2)		
Bolsa abierta tras dejar salir el gas (m_3)		

3 **Según F1, ¿dónde crees que está la masa «que falta» del bizcocho? Escribe una hipótesis («si…, entonces…, porque…») que se pueda comprobar con una bolsa y un vaso.**

FICHA 2 Átomos que se reordenan

Sesión 2

Usa F3, F4 y el glosario F10. Recuerda: se cambian los coeficientes, nunca los subíndices.

1 **Ajusta estas ecuaciones contando átomos (escribe los coeficientes).**

___ H_2 + ___ O_2 → ___ H_2O

___ N_2 + ___ H_2 → ___ NH_3

___ CH_4 + ___ O_2 → ___ CO_2 + ___ H_2O

___ Na + ___ Cl_2 → ___ NaCl

2 Dibuja con círculos de colores (como en F3) la reacción $2\ Na + Cl_2 \rightarrow 2\ NaCl$ y cuenta los átomos de cada lado.

3 Completa la tabla macro-micro para la reacción del bicarbonato con el vinagre.

Lo que vemos y medimos (macroscópico)	Lo que ocurre con los átomos (microscópico)
Aparecen burbujas y espuma al mezclar	
La mezcla deja de burbujear	
La masa de un vaso abierto baja	

FICHA 3 Leyes de la masa y proporciones

Sesión 3

Usa F8 y las masas atómicas de F4. Escribe los pasos y las unidades.

1 Se queman 16 g de metano con 64 g de oxígeno y se obtienen 44 g de dióxido de carbono. ¿Cuánta agua se forma? Justifícalo con la ley de conservación de la masa.

2 En el agua, 8 g de O se combinan con 1 g de H. Completa la tabla (agua formada y sobrante).

Masa de H (g)	Masa de O (g)	Agua formada (g)	Sobrante
3	24		
5	24		
1	10		
2	8		

3 En la reacción $NaHCO_3 + CH_3COOH \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$, las masas moleculares son 84 u ($NaHCO_3$) y 44 u (CO_2). Calcula la masa de CO_2 que se desprende de 2,0 g y de 3,0 g de bicarbonato (hay vinagre de sobra).

FICHA 4 En el laboratorio: bolsa y vaso

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F9. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de abrir los reactivos).**

- ☐ Todos llevamos las gafas puestas
- ☐ Usamos una bolsa flexible y como máximo 2,0 g de bicarbonato
- ☐ No cerramos ninguna botella ni recipiente rígido
- ☐ Tenemos bandeja y papel de cocina para posibles derrames
- ☐ Sabemos dónde se vierte la mezcla final y qué se hace con las bolsas

2 **Parte A: pesadas con la bolsa (2,0 g de bicarbonato y 30 mL de vinagre).**

Pesada	Masa (g)	Diferencia con m_1 (g)
m_1: cerrada, antes de mezclar		—
m_2: cerrada, tras reaccionar		
m_3: abierta, tras dejar salir el gas		

3 **Parte B: vaso abierto con 50 mL de vinagre.**

m de $NaHCO_3$ (g)	Masa antes (g)	Masa después (g)	Pérdida (g)
1,0			
2,0			
3,0			

FICHA 5 Analizamos las masas

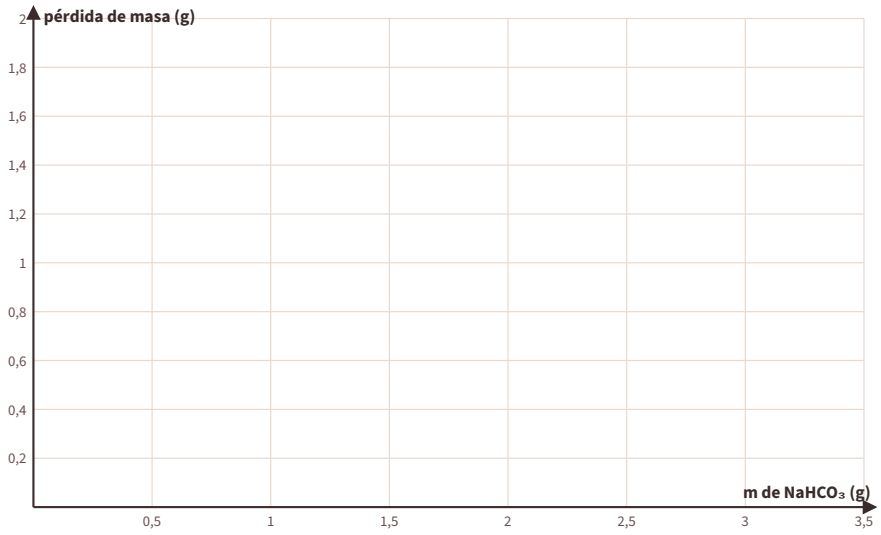
Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y compáralos con los del equipo de prueba (F6 y F7).

1 **Completa los cálculos de la parte A y responde: ¿se conserva la masa? Explícalo con tus resultados.**

Magnitud	Cálculo	Resultado (g)
Pérdida aparente en bolsa cerrada ($m_1 - m_2$)		
Pérdida en bolsa abierta ($m_1 - m_3$)		
Masa teórica de CO_2 de 2,0 g de $NaHCO_3$		
Empuje del aire (0,57 L · 1,2 g/L)		

2 Representa la pérdida de masa frente a la masa de bicarbonato (tus datos de la parte B). Rotula los ejes y traza la mejor recta que pase por el origen.



3 Calcula la pérdida por gramo de bicarbonato en cada medida y compárala con la teórica (0,52 g/g).

m de $NaHCO_3$ (g)	Pérdida (g)	Pérdida / m (g/g)
1,0		
2,0		
3,0		

4 Conclusión: ¿se cumple la ley de las proporciones definidas? ¿Qué fuentes de error explican las diferencias (CO_2 disuelto, empuje, balanza)? Compara con tus predicciones de la ficha 1.

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.**

- ☐ Plantea una pregunta e hipótesis comprobable
- ☐ La ecuación está bien escrita y ajustada, con el recuento de átomos
- ☐ Las tablas tienen unidades, diferencias y cálculos
- ☐ La gráfica tiene los ejes rotulados y una recta de tendencia
- ☐ Explica dónde está la masa en la bolsa cerrada y en la abierta
- ☐ Valora fuentes de error (empuje del aire, CO_2 disuelto)
- ☐ Incluye normas de seguridad y gestión de residuos

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?**

FICHA 7 Evidencia individual: una reacción nueva

Sesión 7

Trabajo individual. Puedes usar la tabla de masas atómicas de F4.

1 **El hierro y el azufre reaccionan para formar sulfuro de hierro (FeS). Se sabe que 7 g de Fe reaccionan con 4 g de S y dan 11 g de FeS. Completa las experiencias.**

Experiencia	Fe (g)	S (g)	FeS formado (g)	Sobrante
A	7	4	11	ninguno
B	14	8		
C	14	10		
D	10	4		

2 **Ajusta la ecuación y comprueba los átomos: ___ Al + ___ O_2 → ___ Al_2O_3**

_____ Al + _____ O_2 → _____ Al_2O_3

Átomos de Al: _____ = _____ ; átomos de O: _____ = _____

3 **Un bizcocho de 400 g de masa cruda pesa 360 g después de hornearlo. Explica en cinco líneas dónde está la masa que falta y por qué no se ha destruido materia. Usa las palabras «átomos», «reordenan» y «sistema abierto».**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 6 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Informe de reacción. Escribid con frases completas; todas las masas con su unidad (g) y una cifra decimal coherente con la balanza.

Pregunta e hipótesis

¿Qué queremos averiguar? Si…, entonces…

Material, seguridad y residuos

Gafas, cantidades máximas y vertido.

Ecuación química y modelo de partículas

Ecuación ajustada y dibujo con átomos.

Tablas de datos

Partes A y B con diferencias y cálculos.

Gráfica de la pérdida de masa frente a la masa de bicarbonato

Ejes rotulados, puntos y recta.

Conservación de la masa

¿Dónde está la masa? Gas y empuje.

Proporciones definidas

Pérdida por gramo y comparación con 0,52.

Conclusión y límites

Respuesta a la pregunta, errores y mejoras.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 6 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Informe de reacción y leyes de conservación/proporción**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La pregunta y la hipótesis comprobable están escritas al principio, con una predicción de las pesadas.
- [ ] La ecuación química está escrita con fórmulas correctas y bien ajustada, con recuento de átomos.
- [ ] El modelo de partículas muestra la reordenación de átomos con el mismo número de átomos a ambos lados.
- [ ] Las tablas incluyen m_1, m_2 y m_3 y las tres cantidades de bicarbonato, con unidades y diferencias calculadas.
- [ ] La gráfica tiene los ejes rotulados con magnitud y unidad, puntos y una recta que pasa por el origen.
- [ ] Se compara la pérdida de masa con la masa teórica de CO_2 y se explica la diferencia (empuje, CO_2 disuelto).
- [ ] Se explica con la ley de conservación de la masa dónde está la masa en el sistema cerrado y en el abierto.
- [ ] Se calcula la proporción pérdida/masa y se compara con 0,52 g/g.
- [ ] Se indican las normas de seguridad seguidas (gafas, bolsa flexible, cantidades) y la gestión de residuos.
- [ ] La conclusión responde a la pregunta, se apoya en los datos y reconoce los límites del experimento.

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 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe de reacción y leyes de conservación/proporción**. 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 la reacción a nivel macro y micro, justifica la conservación de la masa con el reordenamiento de átomos, explica dónde está la masa «que falta» y reconoce el efecto del empuje del aire.	Explica la conservación y la proporción con átomos, con alguna imprecisión (por ejemplo, no explica la diferencia entre bolsa cerrada y abierta).	Describe lo que ocurre pero no lo relaciona con átomos; piensa que la masa se pierde.	Confunde cambio físico y químico o afirma que los átomos se destruyen.	
Datos y resolución	Ajusta ecuaciones sin errores, calcula pérdidas, la masa teórica de CO_2, la proporción y las comprueba con unidades; la gráfica tiene ejes rotulados, puntos y recta de tendencia.	Cálculos y gráfica correctos con algún fallo menor de unidades o de escala.	Cálculos incompletos o gráfica sin rotular; ajusta solo las ecuaciones sencillas.	No ajusta ni calcula masas con una estrategia válida.	
Investigación	Plantea una hipótesis comprobable, controla variables (masa de bicarbonato, volumen de vinagre, balanza), compara bolsa cerrada y abierta y valora la dispersión y los límites de las medidas.	Diseño correcto con alguna variable sin controlar o con valoración parcial de los errores.	Resultados sin contraste con la hipótesis; no valora los errores.	No distingue observación, dato y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple las normas con autonomía (gafas, cantidades, bolsas flexibles, residuos) y usa con precisión términos como reactivo, producto, ecuación ajustada y conservación de la masa.	Cumple las normas con algún recordatorio; lenguaje correcto con fallos menores.	Necesita recordatorios; vocabulario impreciso («se gasta», «desaparece»).	Incumple normas de seguridad o no usa lenguaje científico.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas y científicas 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 6 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé ajustar una ecuación química contando átomos y explicar por qué se conserva la masa.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular cuánto producto se forma o cuánto sobra con la proporción de masas de dos reactivos.	◯	◯	◯	◯
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 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: dos ejemplos resueltos y ejercicios guiados con datos ya dados.

Ajustar contando átomos (ejemplo resuelto)

Ecuación sin ajustar: $H_2 + O_2 \rightarrow H_2O$.

Paso 1. Cuenta: a la izquierda 2 H y 2 O; a la derecha 2 H y 1 O. Falta un O.

Paso 2. Pon un 2 delante del H_2O: 2 H_2O. Ahora hay 4 H y 2 O a la derecha.

Paso 3. Pon un 2 delante del H_2 para igualar los H: 2 H_2 + $O_2 \rightarrow$ 2 H_2O. Comprueba: 4 H y 2 O a cada lado.

Conservación de la masa (ejemplo resuelto)

En una reacción se mezclan 10 g de A con 6 g de B y se forman 12 g de C y un producto D.

Masa antes: 10 + 6 = 16 g. **Masa después:** 12 + D = 16, luego D = 16 − 12 = 4 g.

1 **Cuenta los átomos y di si la ecuación está ajustada: $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$.**

Elemento	Antes	Después
C		
H		
O		

2 **Completa: se mezclan 20 g de A con 12 g de B y se forman 25 g de C y un producto D. La masa de D es ___ g.**

Masa antes: 20 + 12 = _____ g.

Masa de D = _____ − 25 = _____ g.

3 **En el agua, 8 g de O se combinan con 1 g de H. ¿Cuánta agua se forma con 2 g de H y 16 g de O? ¿Y con 4 g de H y 32 g de O?**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 6 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Reactivo limitante: ¿y si falta vinagre?

En la práctica el vinagre sobraba. Cambia la variable: usa siempre **3,0 g de bicarbonato** y cantidades crecientes de vinagre (10, 20, 30, 40 y 50 mL de vinagre de 5 %, es decir, 0,05 g de ácido acético por mL). Cada gramo de ácido acético (60 u) libera 44/60 g de CO_2 mientras quede bicarbonato (84 u) para reaccionar.

Pasos

1. Calcula cuántos gramos de ácido acético hay en cada volumen de vinagre y cuántos gramos de CO_2 liberaría cada uno si el bicarbonato sobrara (masa de ácido · 44/60).
2. Calcula el máximo de CO_2 que puede dar 3,0 g de bicarbonato (3,0 · 44/84) y completa la tabla de pérdida de masa esperada para los cinco volúmenes.
3. Dibuja la gráfica de pérdida de masa frente al volumen de vinagre. ¿Qué forma tiene y a partir de qué volumen deja de crecer? Indica cuál es el reactivo limitante antes y después de ese punto.
4. Si tu centro lo permite, comprueba un punto con la parte B del protocolo (por ejemplo, 20 mL) y compara con la predicción.

Entrega

Una tabla con volúmenes y pérdidas esperadas, la gráfica y una explicación de qué reactivo es limitante en cada tramo.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 6 · Cocinar átomos: las reacciones químicas

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: unas sustancias se transforman en otras con propiedades distintas; quemar papel; hayan salido gases y vapor de agua; el kilogramo.
2. Predicción modelo: bolsa cerrada, la lectura debería ser prácticamente igual (se conserva la masa; la diferencia real es una ligera disminución por el empuje); bolsa abierta, disminuye porque el gas escapa. Se aceptan otras predicciones justificadas; los datos las contrastarán.
3. Hipótesis modelo: si el bizcocho pierde masa al hornear, entonces la masa que falta es vapor de agua y gas (CO_2) que se escapan; si lo pesáramos en un recipiente cerrado, la masa se conservaría.

Ficha 2

1. $2\ H_2 + O_2 \rightarrow 2\ H_2O$; $N_2 + 3\ H_2 \rightarrow 2\ NH_3$; $CH_4 + 2\ O_2 \rightarrow CO_2 + 2\ H_2O$; $2\ Na + Cl_2 \rightarrow 2\ NaCl$.
2. Dibujo: dos átomos de Na y una molécula de Cl_2 (dos círculos unidos) a la izquierda; dos unidades NaCl (un Na y un Cl) a la derecha; 2 Na y 2 Cl a cada lado.
3. Macro-micro: burbujas y espuma → se forma un gas (CO_2) con átomos de C y O que antes estaban en el bicarbonato y en el ácido; deja de burbujear → uno de los reactivos (el bicarbonato) se ha agotado; la masa del vaso abierto baja → el CO_2 escapa y sus átomos ya no están sobre la balanza.

Ficha 3

1. Masa antes: 16 + 64 = 80 g. Masa después: 44 g de CO_2 + agua. Agua = 80 − 44 = 36 g (conservación de la masa).
2. 3 g H y 24 g O: 27 g de agua, sin sobrante. 5 g H y 24 g O: 27 g de agua, sobran 2 g de H. 1 g H y 10 g O: 9 g de agua, sobran 2 g de O. 2 g H y 8 g O: con 8 g de O reaccionan 1 g de H, 9 g de agua y sobra 1 g de H.
3. Proporción 44/84 = 0,524. 2,0 g de $NaHCO_3$: 2,0 · 44/84 = 1,05 g de CO_2. 3,0 g: 3,0 · 44/84 = 1,57 g de CO_2.

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, rango plausible (balanza 0,01 g): $m_1 - m_2$ entre 0,4 y 0,8 g; $m_1 - m_3$ entre 0,8 y 1,1 g. Con balanza de 0,1 g, valores redondeados a la décima. Si $m_1 - m_2$ sale muy cercano a 0, comprobar que la bolsa se hinchó; si es mayor que $m_1 - m_3$, hubo una fuga de gas o líquido.
3. Parte B, rango plausible: pérdidas de 0,4-0,5 g (1,0 g), 0,8-1,05 g (2,0 g) y 1,2-1,57 g (3,0 g); la pérdida por gramo suele quedar entre 0,40 y 0,52 g.

Ficha 5

1. Con los datos de F6: $m_1 - m_2 = 63{,}42 - 62{,}80 = 0{,}62$ g; $m_1 - m_3 = 63{,}42 - 62{,}43 = 0{,}99$ g; masa teórica de $CO_2 = 2{,}0 \cdot 44/84 = 1{,}05$ g; empuje = 0,57 L · 1,2 g/L = 0,69 g (volumen de $CO_2 = 0{,}0238$ mol · 24 L/mol ≈ 0,57 L a unos 20 °C). La masa se conserva: en la bolsa cerrada no ha salido nada, y la disminución aparente (0,62 g) se explica por el empuje (0,69 g); en la abierta la pérdida (0,99 g) es el CO_2 que ha escapado (1,05 g menos un poco disuelto).
2. Gráfica esperable: tres puntos casi alineados con una recta por el origen y pendiente cercana a 0,48 (con la teórica 0,524 como límite superior); no hay que unir los puntos con segmentos.
3. Datos de F6/F7: 0,47/1,0 = 0,47; 0,96/2,0 = 0,48; 1,44/3,0 = 0,48 g/g. Es casi constante: se cumple la ley de las proporciones definidas. La diferencia con 0,524 (un 8-10 %) se debe sobre todo a CO_2 disuelto y a la resolución de la balanza; el empuje apenas influye en el vaso abierto.
4. Conclusión modelo: la masa total se conserva; en un sistema abierto la balanza solo registra lo que queda, y la pérdida de masa es proporcional a la masa de bicarbonato porque cada unidad de bicarbonato libera la misma cantidad de CO_2.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («añadir la ecuación ajustada», «rotular los ejes de la gráfica con unidades»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Cambios propios habituales: explicar el empuje del aire, añadir el recuento de átomos y comparar con la masa teórica de CO_2.

Ficha 7

1. Proporción Fe : S = 7 : 4. B: 14 g de Fe y 8 g de S → 22 g de FeS, sin sobrante. C: 14 g de Fe necesitan 8 g de S; hay 10 g, luego 22 g de FeS y sobran 2 g de S. D: 4 g de S necesitan 7 g de Fe; hay 10 g, luego 11 g de FeS y sobran 3 g de Fe.
2. $4\ Al + 3\ O_2 \rightarrow 2\ Al_2O_3$. Átomos de Al: 4 = 4 (2 · 2); átomos de O: 6 = 6 (3 · 2).
3. Explicación modelo: el bizcocho es un sistema abierto; los 40 g que faltan son sobre todo vapor de agua y CO_2 que escapan al aire. La materia no se destruye, porque los átomos se reordenan y siguen existiendo en esos gases; en un recipiente cerrado la masa total sería de 400 g.

Refuerzo (Anexo 8)

1. C: 1 antes y 1 después; H: 4 antes y 4 después; O: 4 antes y 4 después. Sí, está ajustada.
2. Masa antes: 20 + 12 = 32 g. Masa de D = 32 − 25 = 7 g.
3. 2 g de H y 16 g de O: 18 g de agua. 4 g de H y 32 g de O: 36 g de agua (la proporción se mantiene: se duplican las masas).

Ampliación (Anexo 9)

1. Ácido acético: 10 mL → 0,5 g; 20 mL → 1,0 g; 30 mL → 1,5 g; 40 mL → 2,0 g; 50 mL → 2,5 g. CO_2 si el bicarbonato sobrara: 0,37; 0,73; 1,10; 1,47; 1,83 g (masa · 44/60).
2. Máximo con 3,0 g de bicarbonato: 3,0 · 44/84 = 1,57 g. Pérdida esperada: 0,37; 0,73; 1,10; 1,47 y 1,57 g (50 mL: el bicarbonato limita).
3. Gráfica: recta creciente (pendiente 0,0367 g/mL) hasta unos 43 mL (3,0 g de bicarbonato necesitan 2,14 g de ácido) y después horizontal en 1,57 g. Antes del punto, el limitante es el vinagre; después, el bicarbonato.

⚠ Errores frecuentes

- Cambiar los subíndices para ajustar (H_2O_2 en vez de H_2O) en lugar de usar coeficientes.
- Afirmar que la masa «desaparece» cuando la balanza baja en un sistema abierto, sin considerar el gas que escapa.
- Pensar que la bolsa hinchada «pesa más» porque contiene gas, o que el gas no tiene masa.
- Olvidar el CO_2 disuelto y el empuje del aire al comparar con el valor teórico.
- Unir los puntos de la gráfica con segmentos en lugar de trazar una recta de tendencia que pase por el origen.
- Confundir reactivo sobrante con producto, o no identificar el reactivo limitante.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se apoya en los datos propios y reconoce que en un sistema abierto la masa registrada baja por el gas que escapa.
- En los cálculos se valora el planteamiento, el uso de la proporción de masas, las unidades (g, L, g/L) y la comprobación (masa antes = masa después).
- Se acepta cualquier valor dentro de los rangos de la ficha 4; los datos de F6 y F7 son ilustrativos y no deben copiarse.
- Seguridad: gafas, bolsas flexibles, máximo de 2,0 g de bicarbonato en la bolsa, vertido por el desagüe con agua y ningún recipiente rígido cerrado.

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

07 ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo podemos acelerar o ralentizar una reacción y cómo lo explica un modelo de partículas?

CURSO 3.º ESO	**SESIONES** 7 sesiones	**BLOQUES DE SABERES** A · E
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE5	**PRODUCTO FINAL** Informe experimental sobre factores de reacción	**CRITERIOS DE EVALUACIÓN** 1.1, 2.2, 2.3, 3.1, 3.3, 5.1

Contexto, reto y producto

Nuria prepara la mochila para una excursión por la sierra con el club de montaña del instituto. Lleva un tubo de pastillas efervescentes de vitamina C para el desayuno en el refugio. Cuando echa una en el agua del arroyo, a unos 8 °C, la pastilla tarda una eternidad en desaparecer; en el termo con agua templada del refugio, en cambio, se deshace en menos de un minuto. Su compañero Iván asegura que lo importante es machacarla; su amiga Carmen, que basta con remover. Nadie ha medido nada: todas las ideas suenan razonables y ninguna se ha puesto a prueba.

Esta situación convierte al alumnado en un **equipo de cinética química**. Aprende a **predecir de forma cualitativa** si una reacción irá más deprisa o más despacio al cambiar la **temperatura**, la **concentración** o la **superficie de contacto**, a diseñar una prueba justa con una sola variable independiente, a medir tiempos con seguridad y a **explicar los resultados con el modelo de partículas**: para que haya reacción, las partículas tienen que chocar, y cuantos más choques eficaces por segundo, más rápida es la reacción. Con pastillas efervescentes en agua (a no más de 50 °C) y, si el tiempo lo permite, bicarbonato con vinagre diluido, el equipo recoge datos, calcula la rapidez relativa de cada prueba, la representa en una gráfica y presenta un **informe experimental** que otro equipo pueda repetir.

Reto

Averiguar, con experimentos seguros y repetibles, cómo influyen la temperatura, la superficie de contacto y la concentración en la rapidez de una reacción, explicarlo con el modelo de partículas y recogerlo en un informe experimental con tablas, gráfica, conclusión y límites.

Producto final

Informe experimental sobre factores de reacción.

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.

3.1 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.

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
E4	Factores que afectan a las reacciones químicas: predicción cualitativa de la evolución de las reacciones, entendiendo su importancia en la resolución de problemas actuales por parte de la ciencia.
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.
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

- Rapidez de reacción: se mide por el tiempo que tarda en desaparecer un reactivo o en dejar de producirse gas; menos tiempo significa reacción más rápida.
- Temperatura: al aumentar, las partículas se mueven más deprisa, chocan más veces y con más energía, y la reacción se acelera; predicción cualitativa y lectura de gráficas tiempo-temperatura.
- Concentración: más partículas de reactivo por unidad de volumen implica más choques por segundo; con los datos de F7, el tiempo se duplica al diluir a la mitad.
- Superficie de contacto: dividir un sólido aumenta la superficie expuesta (cubo de 4 cm: 96 cm^2; 64 cubos de 1 cm: 384 cm^2) y acelera la reacción; no cambia la cantidad de sustancia.
- Diseño con variables: una sola variable independiente, repeticiones, media y dato anómalo; cálculo de la rapidez relativa como cociente de tiempos.
- Aplicaciones: conservación de alimentos en la nevera, olla exprés, polvo de harina en un silo, catalizador del coche y enzimas como factores que aceleran o frenan reacciones.

Objetivos didácticos

- Predecir de forma cualitativa si una reacción será más rápida o más lenta al variar la temperatura, la concentración o la superficie de contacto, y justificarlo con el modelo de partículas.
- Diseñar una prueba justa para cada factor, identificando la variable independiente, la dependiente (tiempo de reacción) y las controladas.
- Medir temperaturas y tiempos con el instrumento adecuado, anotar los datos con su unidad, calcular medias y detectar un dato anómalo.
- Calcular la rapidez relativa de una reacción (cociente entre tiempos) y representar el tiempo de reacción frente a la temperatura.
- Redactar un informe experimental con conclusión proporcionada a los datos, límites del experimento y normas de seguridad y de gestión de residuos.

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 pastilla de Nuria, diagnóstico inicial y primeras predicciones sobre temperatura, superficie y concentración

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

2

SESIÓN 2

Modelo de partículas y choques eficaces; cómo explica cada factor la rapidez de reacción

Evidencia: Ficha 2: huecos del modelo, relación factor-explicación y predicción de situaciones cotidianas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Cálculo de superficie y de rapidez relativa; diseño de una prueba justa para cada factor

Evidencia: Ficha 3: cálculos de superficie y rapidez relativa y tabla de diseño con variables. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica con pastillas efervescentes: temperatura (10 a 50 °C) y superficie de contacto (entera, en trozos y en polvo)

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tablas de tiempos con repeticiones. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: medias, dato anómalo, rapidez relativa, gráfica tiempo-temperatura y análisis de la concentración con datos

Evidencia: Ficha 5: tabla de contraste con las predicciones, gráfica y análisis de F7. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del informe experimental y revisión cruzada entre equipos

Evidencia: Ficha 6: revisión del informe de otro equipo y conclusión reformulada con el modelo de partículas.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del informe y evidencia individual: investigación de la manzana que se oscurece

Evidencia: Informe final (Anexo 4) y Ficha 7: interpretación de datos y diseño individual. **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 el modelo de partículas y los choques eficaces, de por qué la temperatura, la concentración y la superficie de contacto cambian la rapidez de una reacción, y aplicación a situaciones cotidianas (F9).	Fichas 2 y 6 e informe (Anexo 4) / rúbrica
2.2	Diseño de una prueba justa para cada factor con una sola variable independiente, variables controladas, repeticiones y criterio claro para detener el cronómetro.	Fichas 3 y 7 e informe / lista de cotejo
2.3	Hipótesis «si…, entonces…, porque…» coherentes con el modelo de partículas y contraste final con los resultados: predicciones aceptadas o rechazadas.	Fichas 1 y 5 / rúbrica
3.1	Interpretación de tablas y gráficas: medias, dato anómalo de F5, rapidez relativa, gráfica tiempo-temperatura y análisis de la tabla de concentración F7.	Ficha 5 e informe / rúbrica
3.3	Cumplimiento de la lista de seguridad (gafas, temperatura máxima del agua, vasos abiertos), orden del puesto, gestión de residuos y limpieza.	Ficha 4 / observación sistemática
5.1	Reparto y cumplimiento de roles (cronometrista, responsable de temperatura, secretario y responsable de seguridad) y revisión constructiva del informe 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 con el modelo de partículas por qué cada factor acelera o frena la reacción (choques más numerosos y más energéticos), distingue rapidez de cantidad de producto y reconoce los límites del modelo.	Explica correctamente el efecto de los tres factores con el modelo, con alguna imprecisión en el lenguaje.	Predice bien el sentido del cambio, pero la explicación con partículas es incompleta o solo descriptiva.	Confunde rapidez con cantidad de producto o explica los factores sin relación con las partículas.
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, medias y dato anómalo tratado; rapidez relativa bien calculada y gráfica tiempo-temperatura con ejes rotulados, escala adecuada y tendencia suave.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades, de escala o de redondeo.	Faltan repeticiones o cálculos, o la gráfica está incompleta; la rapidez relativa se calcula al revés.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.
Investigación	Pregunta, hipótesis, variable independiente, dependiente y controladas bien definidas; una sola variable cambiada en cada prueba y conclusión proporcionada a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia más de una variable a la vez o el criterio de parada del cronómetro es impreciso.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple con autonomía todas las normas (gafas, agua a 50 °C como máximo, vasos abiertos, residuos), redacta un procedimiento repetible y usa vocabulario preciso (reactivo, choque eficaz, rapidez).	Cumple las normas con algún recordatorio; procedimiento seguible con algún paso poco detallado.	Necesita recordatorios frecuentes; procedimiento incompleto.	Incumple normas de seguridad o no hay procedimiento.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas basadas en los datos 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 (4 personas): 14 pastillas efervescentes de vitamina C de 1 g (una por prueba y alguna de reserva), 4 vasos de plástico transparente de 250 mL, probeta de 100 mL, termómetro digital (resolución 0,1 °C), cronómetro (o móvil), cucharilla, bolsa de plástico con cierre y paño o papel de cocina.
- Para el docente: jarra con agua caliente del grifo o de hervidor templado a un máximo de 50 °C, jarra con agua fría del grifo y hielo opcional; agua del grifo como disolvente (nunca agua hirviendo en la mesa del alumnado).
- Parte opcional de concentración (por equipo o demostración docente): 1,5 g de bicarbonato sódico (balanza de 0,1 g), vinagre de vino (5 % de acidez), 3 vasos de 250 mL y probeta de 50 mL.
- Fichas del Anexo 3 y plantilla del informe experimental (Anexo 4); hoja de cálculo opcional para la gráfica.

Seguridad y residuos

Microescala con gafas de protección para todo el equipo: la pastilla en polvo y las salpicaduras de efervescencia pueden irritar los ojos. El agua del alumnado no supera los 50 °C y la prepara el docente (nada de agua hirviendo en las mesas). Las pastillas y el bicarbonato no se prueban ni se ingieren en el laboratorio; quien sea alérgico a algún componente (edulcorantes, vitamina C) no las manipula y asume otro rol. Sin llama ni recipientes cerrados: la efervescencia ocurre siempre en vasos abiertos sobre una bandeja. Limpieza: las disoluciones, que son inocuas, se vierten por el desagüe con abundante agua; los envoltorios van al contenedor de plásticos.

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 parte de los datos ya completada, ejemplo resuelto de rapidez relativa en 2 pasos, receta de la hipótesis «si…, entonces…, porque…» y viñetas de partículas ya dibujadas para completar.

Ampliación

Anexo 9

Calcular cuántas veces se acelera la reacción por cada 10 °C y predecir el tiempo a 30 °C; discutir por qué la regla de «el doble cada 10 °C» no se cumple aquí al 100 %.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 7 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

Nuria echa una pastilla efervescente en el agua helada del arroyo y tarda una eternidad en deshacerse; en el termo templado del refugio desaparece en menos de un minuto. Iván dice que hay que machacarla, Carmen que basta con remover. ¿Quién tiene razón? Sois un equipo de cinética química: primero predeciréis, después diseñaréis pruebas justas con agua a distintas temperaturas y con la pastilla entera, en trozos o en polvo, mediréis con el cronómetro y explicaréis cada resultado con el modelo de partículas. Al final entregaréis un informe que otro equipo pueda repetir.

> *¿Cómo podemos acelerar o ralentizar una reacción y cómo lo explica un modelo de partículas?*

Vuestro reto

Averiguar, con experimentos seguros y repetibles, cómo influyen la temperatura, la superficie de contacto y la concentración en la rapidez de una reacción, explicarlo con el modelo de partículas y recogerlo en un informe experimental con tablas, gráfica, conclusión y límites.

Lo que vais a producir

Informe experimental sobre factores de reacción.

Seguridad. Microescala con gafas de protección para todo el equipo: la pastilla en polvo y las salpicaduras de efervescencia pueden irritar los ojos.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso de la pastilla de Nuria, hacemos el diagnóstico y apostamos por el efecto de cada factor.
2. Aprendemos el modelo de partículas: choques eficaces, temperatura, concentración y superficie.
3. Calculamos superficies y rapidez relativa y diseñamos una prueba justa para cada factor.
4. Hacemos la práctica con pastillas efervescentes con seguridad: temperatura y superficie de contacto.
5. Calculamos medias, buscamos el dato anómalo, dibujamos la gráfica y comparamos con las predicciones.
6. Escribimos el informe experimental y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos el informe y resolvemos, cada uno, un caso nuevo: la manzana que se oscurece.

Al terminar seré capaz de...

- Predecir de forma cualitativa si una reacción será más rápida o más lenta al variar la temperatura, la concentración o la superficie de contacto, y justificarlo con el modelo de partículas.
- Diseñar una prueba justa para cada factor, identificando la variable independiente, la dependiente (tiempo de reacción) y las controladas.
- Medir temperaturas y tiempos con el instrumento adecuado, anotar los datos con su unidad, calcular medias y detectar un dato anómalo.
- Calcular la rapidez relativa de una reacción (cociente entre tiempos) y representar el tiempo de reacción frente a la temperatura.
- Redactar un informe experimental con conclusión proporcionada a los datos, límites del experimento y normas de seguridad y de gestión de residuos.

¿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 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

Todo lo necesario para investigar sin búsquedas improvisadas: el caso de la pastilla, el modelo de partículas y de superficie de contacto, el protocolo de laboratorio, los datos de un equipo de prueba con sus gráficas, los datos del vinagre diluido, un ejemplo resuelto, situaciones de la vida real y un glosario.

F1 La pastilla de Nuria en el refugio

ESTUDIO DE CASO

Nuria desayuna en el refugio de montaña. Mete una pastilla efervescente de vitamina C en un vaso de agua del arroyo (unos 8 °C) y mira cómo burbujea despacio: tarda casi tres minutos en desaparecer. Su termo guarda agua templada y allí la pastilla se deshace en menos de un minuto.

Mientras esperan, el grupo opina:

- **Nuria:** «El agua caliente lo hace todo más rápido».
- **Iván:** «Lo importante es machacar la pastilla antes de echarla. Los trozos pequeños se deshacen antes».
- **Carmen:** «Yo creo que basta con remover mucho, aunque el agua esté fría».
- **Daniel:** «Y si el agua fuera más salada, seguro que va más rápido».

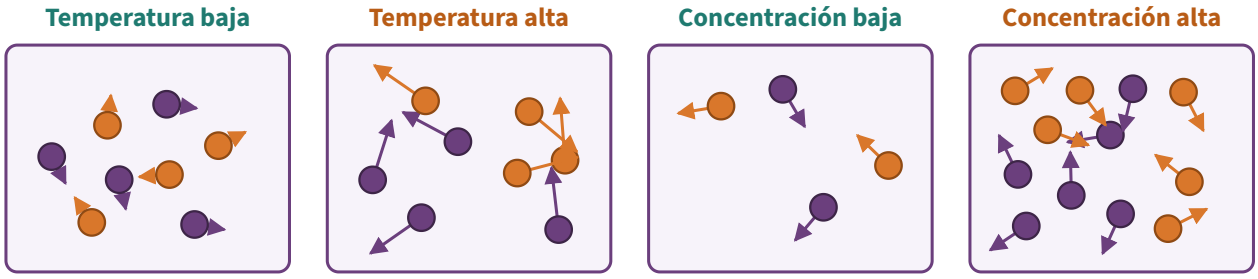
Lo que ves en el vaso es una **reacción química**: el ácido de la pastilla y el bicarbonato que contiene reaccionan en el agua y producen un gas, el dióxido de carbono (CO_2), que forma las burbujas. Cuando ya no salen burbujas y no queda sólido, la reacción ha terminado. Cuanto menos tiempo pasa, más **rápida** ha sido la reacción.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula a partir de un fenómeno real: la rapidez con que se disuelven las pastillas efervescentes.

¿Qué opinión de Nuria, Iván, Carmen o Daniel se puede comprobar con los factores de esta situación? ¿Cuál se refiere a algo que no hemos planteado como factor?

F2 Modelo de partículas: temperatura y concentración

ESQUEMA



● **Partículas A** (por ejemplo, ácido) ● **Partículas B** (por ejemplo, bicarbonato). La flecha indica la rapidez de cada partícula. Para reaccionar, A y B tienen que chocar con la orientación y la energía suficientes: son los choques eficaces.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Las posiciones y las flechas de velocidad son ilustrativas.

En los cuatro recuadros hay el mismo volumen. ¿En cuál esperas más choques por segundo? ¿Y más choques con energía suficiente?

F3 Superficie de contacto: el mismo sólido en 1, 8 o 64 trozos

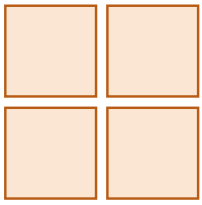
ESQUEMA

1 trozo



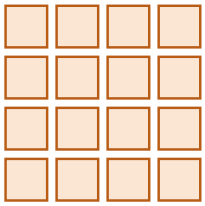
Cubo de 4 cm de lado
6 caras de 16 cm² = 96 cm²

8 trozos



8 cubos de 2 cm de lado
8 · 6 · 4 cm² = 192 cm²

64 trozos



64 cubos de 1 cm de lado
64 · 6 · 1 cm² = 384 cm²

Siempre 64 cm³ de sustancia; la superficie se duplica al reducir el lado a la mitad.

Solo las partículas de la superficie pueden chocar con las del líquido; las del interior esperan su turno.

Vista frontal esquemática: cada cuadrado representa un cubo.

Ejemplo resuelto. Un cubo de 4 cm de lado tiene 6 caras de 4 cm · 4 cm = 16 cm², es decir, $S = 6 \cdot 16\ \text{cm}^2 = 96\ \text{cm}^2$. Si lo cortamos en 8 cubos de 2 cm de lado, cada uno tiene $S = 6 \cdot 4\ \text{cm}^2 = 24\ \text{cm}^2$ y entre todos $8 \cdot 24 = 192\ \text{cm}^2$: el doble. El volumen total no ha cambiado ($64\ \text{cm}^3$).

Fuente: Esquema de elaboración propia. Los cálculos de superficie se han comprobado: S = n · 6 · lado².

Cuando una pastilla se machaca, ¿cambia la cantidad de pastilla? ¿Y la superficie que toca el agua?

F4 Protocolo de laboratorio: ¿qué factores aceleran la pastilla efervescente? PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): 14 pastillas efervescentes de vitamina C (1 g); 4 vasos de plástico de 250 mL; probeta de 100 mL; termómetro digital; cronómetro; cucharilla; bolsa de plástico con cierre; papel de cocina. Agua a 4 temperaturas (la prepara el docente: fría del grifo, templada y caliente a un máximo de 50 °C).

Equipo de protección y riesgos: gafas de protección para todo el equipo durante toda la práctica. Riesgos: salpicaduras de efervescencia en los ojos, quemaduras leves si el agua se pasa de 50 °C (el docente la controla), resbalones por derrames e irritación al respirar el polvo de la pastilla triturada. Precauciones: vasos abiertos sobre una bandeja, no probar ni beber nada, bolsa cerrada al machacar y secar los derrames en el acto.

Roles: cronometrista, responsable de temperatura (lee el termómetro), secretario (anota) y responsable de seguridad (gafas, derrames, recogida). Rotan en cada prueba.

Variables: independiente: la temperatura del agua (parte A) o el estado de la pastilla (parte B). Dependiente: el tiempo hasta que desaparece el sólido y dejan de salir burbujas. Controladas: volumen de agua (100 mL), tipo de pastilla, vaso y no remover.

Procedimiento:

1. **Parte A (temperatura).** Con la probeta, medid 100 mL de agua fría en un vaso. Con ayuda del docente, mezclad agua fría y templada hasta obtener las cuatro temperaturas objetivo (10 °C, 20 °C, 35 °C y 50 °C, con un margen de ±2 °C) y anotad la temperatura **real** que marca el termómetro.
2. Preparad el cronómetro. Soltad **una pastilla entera** sobre el agua de golpe, sin remover, y poned en marcha el cronómetro en el instante en que toca el agua.
3. Parad el cronómetro cuando ya no quede sólido visible **y** no suban burbujas. Anotad el tiempo con la precisión de 1 s.
4. Repetid cada temperatura **dos veces**. Si los dos tiempos difieren más de un 15 %, haced una tercera medida y revisad por qué ha podido fallar.
5. **Parte B (superficie de contacto, agua a 20 °C).** Repetid con: pastilla **partida en 4 trozos** a mano y pastilla **en polvo** (dentro de la bolsa cerrada, aplastadla con el dorso de la cucharilla sobre la mesa). Dos repeticiones por cada estado; la pastilla entera a 20 °C ya la tenéis de la parte A.
6. **Parte C (concentración, opcional o demostración docente).** En un vaso de 250 mL poned 40 mL de vinagre sin diluir (vinagre de vino, 5 % de acidez); en otro, 20 mL de vinagre y 20 mL de agua; en el tercero, 10 mL de vinagre y 30 mL de agua. Añadid a cada vaso 0,5 g de bicarbonato sódico de golpe, sin remover. Medid el tiempo hasta que no suban burbujas. Agua y vinagre a 20 °C.

Limpieza y residuos: verted las disoluciones por el desagüe con abundante agua (son inocuas), secad la bandeja, lavad los vasos y tirad los envoltorios al contenedor de plásticos. Dejad el puesto despejado y lavaos las manos.

Resultado esperable (depende de la marca; calibrar antes): con la pastilla entera, a 10 °C entre 140 y 190 s; a 20 °C entre 80 y 105 s; a 35 °C entre 42 y 60 s; a 50 °C entre 26 y 38 s. A 20 °C, en 4 trozos entre 50 y 72 s y en polvo entre 12 y 25 s. Lo importante es la tendencia: cuanto más caliente el agua o más dividida la pastilla, menos tiempo.

Fuente: Protocolo de elaboración propia para material escolar de bajo riesgo. Las normas del centro prevalecen sobre este documento; se recomienda una prueba previa del docente con la marca de pastillas elegida.

¿Por qué es importante no remover y soltar la pastilla de golpe en todas las pruebas? ¿Qué ocurriría si cada equipo usara una marca distinta de pastillas?

F5 Datos de un equipo de prueba (100 mL de agua, pastilla de 1 g, sin remover)

DATOS

Condición	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	Tiempo medio (s)	Rapidez relativa (respecto a 20 °C, entera)
10 °C, entera	162	156	-	159	0,58
20 °C, entera	90	94	-	92	1
35 °C, entera	51	49	-	50	1,84
50 °C, entera	33	31	-	32	2,88
20 °C, en 4 trozos	58	81	60	?	?
20 °C, en polvo	17	19	-	18	5,1

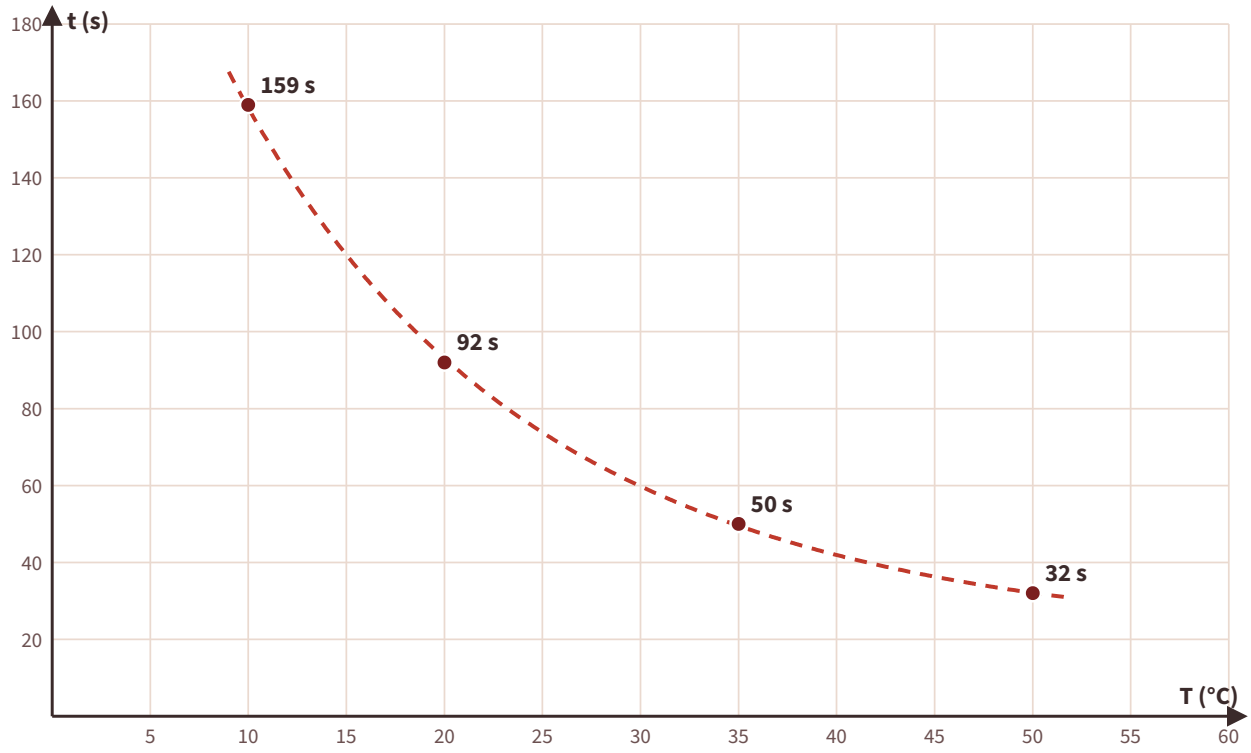
Cómo se calcula: tiempo medio $\bar{t} = \dfrac{t_1 + t_2}{2}$ (o con tres medidas, dividiendo entre 3) y **rapidez relativa** $= \dfrac{t_{\text{referencia}}}{t_{\text{prueba}}}$. Si una prueba tarda la mitad que la de referencia, su rapidez relativa es 2: la reacción es el doble de rápida.

Fuente: Datos ilustrativos, creados para el aula con valores plausibles para una pastilla efervescente de 1 g. No son medidas reales de una marca concreta.

En la fila de los 4 trozos hay un dato que no encaja. ¿Cuál es y qué pudo ocurrir? Calcula el tiempo medio y la rapidez relativa sin él.

F6 Gráfica del tiempo de reacción frente a la temperatura (datos de F5)

GRÁFICO



A más temperatura, menos tiempo: la curva baja cada vez más despacio. Respecto a la superficie (F5, a 20 °C): entera, 92 s; en 4 trozos, 59 s; en polvo, 18 s: triturar la pastilla reduce el tiempo a la quinta parte.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con los datos de F5 (ilustrativos), pastilla entera. Los puntos son medias; la curva discontinua es la tendencia.

Con la gráfica, estima el tiempo a 30 °C. ¿Qué has supuesto al hacerlo? ¿Y a 60 °C?

F7 Concentración: bicarbonato con vinagre diluido (parte C)

DATOS

Mezcla (40 mL en total)	Concentración relativa de vinagre	Tiempo hasta el último burbujeo (s)	Rapidez relativa (respecto al vinagre puro)
40 mL de vinagre	100 %	42	1
20 mL de vinagre + 20 mL de agua	50 %	81	0,52
10 mL de vinagre + 30 mL de agua	25 %	163	0,26

La reacción: $CH_3COOH + NaHCO_3 \rightarrow CH_3COONa + H_2O + CO_2$ (ácido acético + bicarbonato sódico → acetato de sodio + agua + dióxido de carbono). En las tres pruebas hay **más ácido del que hace falta**: 0,5 g de bicarbonato son unos 6 mmol y el vinagre de 10 mL aporta unos 8 mmol de ácido. Por eso en todas se desprende **la misma cantidad de gas** (unos 0,26 g de CO_2): lo que cambia es la rapidez, no la cantidad.

Fuente: Datos ilustrativos creados para el aula. Condiciones: 0,5 g de bicarbonato sódico y 40 mL de líquido a 20 °C, en vaso abierto. El vinagre de vino comercial tiene unos 5 g de ácido acético por cada 100 mL.

Al diluir el vinagre a la mitad, ¿qué ocurre con el tiempo? ¿Qué relación hay entre la concentración y la rapidez?

F8 Modelo resuelto: de la predicción a la conclusión

ESTUDIO DE CASO

Pregunta investigable: ¿cambia el tiempo que tarda una pastilla efervescente en deshacerse si la parto en trozos?

Hipótesis: si parto la pastilla en trozos, entonces tardará menos en deshacerse, **porque** hay más superficie en contacto con el agua y las partículas del agua chocan con más partículas del sólido por segundo.

Variable independiente: estado de la pastilla (entera o en 4 trozos). **Dependiente:** tiempo hasta que desaparece el sólido (s). **Controladas:** 100 mL de agua, 20 °C, misma marca, sin remover.

Datos (media de dos medidas): entera, 150 s; en 4 trozos, 100 s.

Cálculo de la rapidez relativa:

1. Elijo la referencia: la pastilla entera ($t = 150$ s).
2. Divido el tiempo de referencia entre el de la prueba: $\frac{150\ \text{s}}{100\ \text{s}} = 1{,}5$.
3. Conclusión: en trozos la reacción es **1,5 veces más rápida**. Se confirma la hipótesis.

Límite: con solo dos medidas por prueba, la diferencia podría deberse al azar; habría que repetir más veces.

Fuente: Ejemplo de elaboración propia con datos ilustrativos.

¿Por qué dividimos el tiempo de referencia entre el de la prueba y no al revés? ¿Qué saldría si lo hicieras al revés?

F9 Factores que aceleran o frenan reacciones en la vida real

DATOS

Situación	Factor	Qué ocurre con las partículas	Resultado
Los alimentos se conservan en la nevera (unos 4 °C)	Temperatura baja	Se mueven más despacio, chocan menos y con menos energía, también las que hacen que se estropee el alimento	Las reacciones de descomposición se frenan
La olla exprés cuece las legumbres antes	Temperatura alta	La presión interior permite que el agua supere los 100 °C (unos 120 °C): las partículas chocan con más energía	Se acelera la cocción
El polvo de harina o de serrín en suspensión puede arder con violencia en un silo	Superficie de contacto	El polvo expone casi todas sus partículas al oxígeno del aire	La combustión es tan rápida que puede haber explosión; por eso se ventilan y se limpian los silos
El envasado al vacío o con poco oxígeno alarga la vida de los alimentos	Concentración	Hay menos partículas de oxígeno por volumen, así que hay menos choques con el alimento	La oxidación es más lenta
El catalizador del coche transforma gases tóxicos (CO y NOx) en CO_2, N_2 y vapor de agua	Catalizador	Ofrece una superficie donde las partículas reaccionan con más facilidad y no se gasta	Reacciones muy rápidas con el motor caliente
La lactasa permite digerir la lactosa	Catalizador biológico (enzima)	Se une a la lactosa y la rompe con mucha más rapidez que sin ella	Digestión rápida a 37 °C

Un **catalizador** acelera una reacción sin consumirse. Es un cuarto factor que solo vemos como ejemplo: en esta situación trabajamos con temperatura, concentración y superficie de contacto.

Fuente: Elaboración propia a partir de situaciones cotidianas conocidas. La temperatura de la olla exprés (unos 120 °C a presión de funcionamiento) es un valor orientativo.

Elige dos filas y explica con el modelo de partículas por qué el factor cambia la rapidez.

F10 Vocabulario de la cinética química

GLOSARIO

Reacción química	Proceso en el que unas sustancias (reactivos) se transforman en otras (productos).
Rapidez de reacción	Lo deprisa que se consumen los reactivos o se forman los productos; aquí, la medimos con el tiempo que tarda en terminar.
Choque eficaz	Choque entre partículas con la orientación y la energía suficientes para que se produzca la reacción.
Temperatura	Mide lo agitadas que están las partículas: más temperatura, partículas más rápidas.
Concentración	Cantidad de sustancia por unidad de volumen de disolución.
Superficie de contacto	Parte de un sólido que está en contacto con el líquido o gas con el que reacciona.
Rapidez relativa	Cociente entre el tiempo de la prueba de referencia y el tiempo de la prueba; 2 significa el doble de rápida.
Catalizador	Sustancia que acelera una reacción sin consumirse.
Dato anómalo	Medida que se aleja mucho de las demás por un error; se revisa y, si hay motivo, se descarta.
Variable controlada	Factor que se mantiene igual para que la prueba sea justa.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 3.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 7 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

FICHA 1 El caso de la pastilla de Nuria

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

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

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

Al echar una pastilla efervescente en agua, la señal de que hay una reacción química es…

☐ que la pastilla se hace pequeña ☐ que se desprenden burbujas de un gas ☐ que el agua se queda quieta

La reacción A termina en 20 s y la B en 60 s. La más rápida es…

☐ la A ☐ la B ☐ las dos igual

Para que dos partículas reaccionen es necesario que…

☐ choquen entre sí ☐ estén muy separadas ☐ no se muevan

En una prueba justa, cada vez se cambia…

☐ todo lo que se pueda ☐ una sola variable ☐ el instrumento de medida

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

Si…	Tiempo de reacción (aumenta, disminuye o no cambia)	Por qué lo creo
aumento la temperatura del agua		
parto o machaco la pastilla		
diluyo el vinagre con agua		

3 **Según F1, ¿qué opiniones se pueden comprobar con los factores de esta situación? ¿Cuál no encaja con ninguno de ellos y por qué?**

FICHA 2 Choques, temperatura y concentración

Sesión 2

Usa el esquema F2, el glosario F10 y los ejemplos de F9.

1 **Completa la explicación con ayuda de F2.**

Al subir la temperatura, las partículas se mueven más _____ y los choques son más _____ y más _____ .

Al aumentar la concentración hay más partículas por _____ de disolución, así que hay más _____ por segundo.

Un choque _____ es el que tiene la energía y la orientación suficientes para que haya reacción.

2 **Relaciona cada factor con su explicación.**

1 Temperatura alta ●	● a Más partículas del reactivo expuestas a los choques
2 Concentración alta ●	● b Partículas más rápidas con choques más energéticos
3 Superficie de contacto grande ●	● c Más partículas por volumen y más choques por segundo
4 Catalizador ●	● d Acelera la reacción sin gastarse

3 **Predice con F9 si la reacción será más rápida (+) o más lenta (-) y explica con una frase por qué.**

Situación	+ o -	Explicación con partículas
La leche en la nevera frente a la mesa de la cocina		
Cocer lentejas en la olla exprés frente a la olla normal		
Echar la harina en polvo frente a un trozo de pan en una llama (solo en la teoría: no se hace en el aula)		
Envasar el café al vacío		

FICHA 3 Superficie, rapidez relativa y diseño

Sesión 3

Usa los ejemplos resueltos de F3 y F8 y el protocolo F4.

1 **Calcula la superficie con la fórmula $S = n \cdot 6 \cdot \text{lado}^2$ (n es el número de cubos). Un cubo de azúcar de 3 cm de lado se divide en 27 cubitos de 1 cm de lado.**

Caso	Número de cubos	Superficie de cada cubo (cm²)	Superficie total (cm²)
1 cubo de 3 cm	1		
27 cubos de 1 cm	27		

2 **Con el método de F8, resuelve: una pastilla tarda 110 s a 20 °C y 55 s a 40 °C. Calcula la rapidez relativa de la prueba a 40 °C respecto a la de 20 °C y explica el resultado con partículas.**

3 **Completa el diseño de las pruebas de la práctica (F4).**

Pregunta	Variable independiente y valores	Variable dependiente y unidad	Variables controladas	Instrumento
¿Influye la temperatura del agua?				
¿Influye el estado de la pastilla?				
(Opcional) ¿Influye la concentración del vinagre?				

FICHA 4 En el laboratorio: pastillas efervescentes

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F4 paso a paso. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista. Cada persona lleva puestas las gafas durante toda la práctica.

1 **Lista de seguridad (marcad antes de echar la primera pastilla).**

- ☐ Todas las personas llevan gafas de protección
- ☐ El agua del alumnado no supera los 50 °C
- ☐ Los vasos están abiertos y sobre la bandeja
- ☐ Nadie prueba ni bebe el contenido de los vasos
- ☐ Hay papel para secar derrames y sabemos qué hacer con las disoluciones
- ☐ Cada persona conoce su rol

2 **Parte A: temperatura. Anota la temperatura real y los tiempos (pastilla entera, 100 mL de agua, sin remover).**

Temperatura objetivo (°C)	Temperatura real (°C)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s, si hace falta)	Tiempo medio (s)
10					
20					
35					
50					

3 **Parte B: superficie de contacto (agua a 20 °C).**

Estado de la pastilla	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s, si hace falta)	Tiempo medio (s)
Entera (de la parte A)				
En 4 trozos				
En polvo				

4 **Observaciones: ¿qué has visto en cada vaso (burbujas, rapidez, restos de sólido) y qué ha podido fallar?**

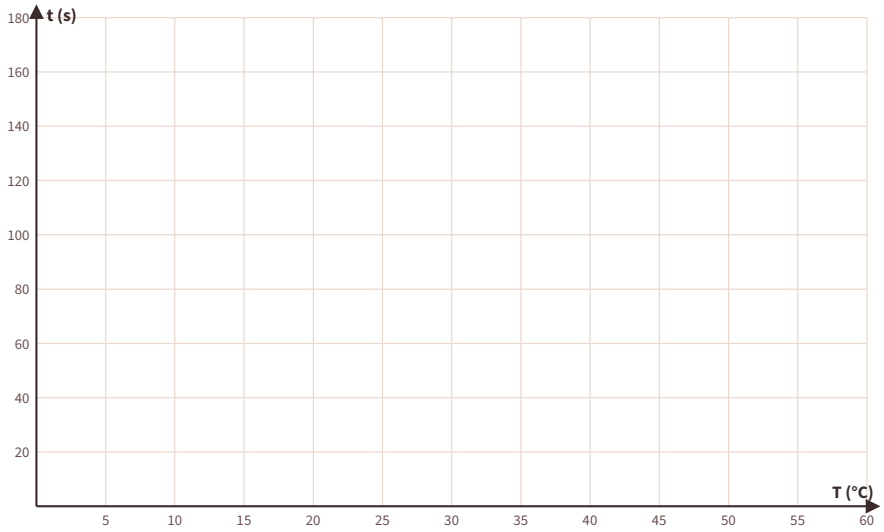
FICHA 5 Tratamos los datos y comparamos

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F5, F6 y F7).

1 **En F5, la fila de los 4 trozos tiene un dato anómalo. Identifícalo, explica qué pudo pasar y calcula el tiempo medio y la rapidez relativa sin él.**

2 **Representa en la gráfica tus tiempos medios frente a la temperatura y traza una curva de tendencia suave (no unas los puntos con rectas). Rotula los ejes con magnitud y unidad.**



3 **Con F7, completa y responde.**

Concentración de vinagre	Tiempo (s)	Rapidez relativa (42 s / tiempo)
100 %	42	
50 %	81	
25 %	163	

4 **Compara tus resultados con tus predicciones de la ficha 1. ¿Qué hipótesis se confirman y cuáles se rechazan?**

Factor	Mi predicción	Lo que dicen los datos (rapidez relativa)	¿Hipótesis confirmada?
Temperatura			
Superficie de contacto			
Concentración			

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.**

- [ ] Pregunta e hipótesis «si…, entonces…, porque…» claras
- [ ] Variable independiente, dependiente y controladas bien indicadas
- [ ] Material, cantidades y normas de seguridad
- [ ] Procedimiento con pasos numerados y criterio para parar el cronómetro
- [ ] Tabla con repeticiones, medias y unidades
- [ ] Gráfica con ejes rotulados y tendencia
- [ ] Conclusión explicada con el modelo de partículas
- [ ] Límites del experimento y gestión de residuos

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

3 **Reformula vuestra conclusión usando el modelo de partículas. Completa: «Cuando ___ , la reacción es más ___ porque las partículas ___ ». Escribe una frase para la temperatura y otra para la superficie de contacto.**

FICHA 7 Evidencia individual: la manzana que se oscurece

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido a un caso nuevo. Datos ilustrativos.

1 **Una manzana cortada se oscurece porque una sustancia reacciona con el oxígeno del aire. Un colegio midió el tiempo hasta que la cuña tiene un color marrón claro. Datos: cuña a 22 °C, 15 min; cuña en la nevera (4 °C), 60 min; la misma manzana triturada en puré a 22 °C, 4 min. Calcula la rapidez relativa de cada prueba respecto a la cuña a 22 °C y explica con partículas los dos resultados.**

Prueba	Tiempo (min)	Rapidez relativa (15 min / tiempo)
Cuña a 22 °C	15	
Cuña a 4 °C	60	
Puré a 22 °C	4	

2 **Diseña una investigación para saber si el zumo de limón frena el oscurecimiento. Completa el diseño.**

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

3 **Explica con el modelo de partículas por qué las cuñas se oscurecen más despacio en la nevera y por qué una olla exprés cuece más deprisa.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 7 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Informe experimental del equipo. Escribid con frases completas; todas las medidas con su unidad.

Pregunta investigable

¿Qué factor queremos estudiar?

Hipótesis

Si…, entonces…, porque (partículas)…

Variables

Independiente, dependiente (con unidad) y controladas.

Material y seguridad

Material, cantidades, riesgos y su precaución.

Procedimiento

Pasos numerados y criterio para parar el cronómetro.

Tabla de datos

Repeticiones, medias, rapidez relativa y unidades.

Gráfica tiempo-temperatura

Ejes con magnitud y unidad; puntos y tendencia.

Análisis con partículas

Explicad cada resultado con choques eficaces.

Conclusión y límites

Respuesta a la pregunta, errores posibles y mejoras.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 7 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Informe experimental sobre factores de reacción**, 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, la dependiente (tiempo en s) y las controladas.
- [ ] Cada prueba cambia una sola variable; la temperatura máxima del agua es 50 °C.
- [ ] El procedimiento incluye material y cantidades, riesgos, pasos numerados y el criterio para detener el cronómetro.
- [ ] La tabla tiene repeticiones, medias, rapidez relativa y unidades.
- [ ] La gráfica tiene ejes rotulados con magnitud y unidad, escala adecuada y tendencia suave.
- [ ] Se ha señalado y explicado algún dato anómalo (o se indica que no lo hay).
- [ ] La explicación usa el modelo de partículas y los choques eficaces para cada factor.
- [ ] Se indican los residuos y su gestión (vertido con agua abundante, plásticos al contenedor).
- [ ] La conclusión responde a la pregunta, se basa en los datos y reconoce límites (pocas repeticiones, marca de pastilla, tiempo de reacción humano).

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 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe experimental sobre factores de reacción**. 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 por qué cada factor acelera o frena la reacción (choques más numerosos y más energéticos), distingue rapidez de cantidad de producto y reconoce los límites del modelo.	Explica correctamente el efecto de los tres factores con el modelo, con alguna imprecisión en el lenguaje.	Predice bien el sentido del cambio, pero la explicación con partículas es incompleta o solo descriptiva.	Confunde rapidez con cantidad de producto o explica los factores sin relación con las partículas.	
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, medias y dato anómalo tratado; rapidez relativa bien calculada y gráfica tiempo-temperatura con ejes rotulados, escala adecuada y tendencia suave.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades, de escala o de redondeo.	Faltan repeticiones o cálculos, o la gráfica está incompleta; la rapidez relativa se calcula al revés.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráfica.	
Investigación	Pregunta, hipótesis, variable independiente, dependiente y controladas bien definidas; una sola variable cambiada en cada prueba y conclusión proporcionada a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia más de una variable a la vez o el criterio de parada del cronómetro es impreciso.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple con autonomía todas las normas (gafas, agua a 50 °C como máximo, vasos abiertos, residuos), redacta un procedimiento repetible y usa vocabulario preciso (reactivo, choque eficaz, rapidez).	Cumple las normas con algún recordatorio; procedimiento seguible con algún paso poco detallado.	Necesita recordatorios frecuentes; procedimiento incompleto.	Incumple normas de seguridad o no hay procedimiento.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas basadas en los datos 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 7 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé predecir si una reacción irá más rápida o más lenta al cambiar la temperatura, la concentración o la superficie, y explicarlo con choques de partículas.	◯	◯	◯	◯
Sé calcular la rapidez relativa de una prueba y detectar un dato anómalo en una tabla de tiempos.	◯	◯	◯	◯
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 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: una receta de predicción, un ejemplo resuelto y datos ya medidos.

Receta para predecir y explicar

Si [aumento / disminuyo] [factor], **entonces** el tiempo de reacción [disminuirá / aumentará], **porque** las partículas [chocan más veces o con más energía].

Ejemplo: *si parto la pastilla en trozos, entonces tardará menos en deshacerse, porque hay más superficie en contacto con el agua y las partículas chocan más veces.*

Rapidez relativa en dos pasos

1. **Divide** el tiempo de la prueba de referencia entre el de la prueba: por ejemplo, 90 s : 45 s = 2.
2. **Interpreta:** 2 significa que la reacción es el doble de rápida. Si el resultado fuera 0,5, sería la mitad de rápida.

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

Si uso agua más caliente, entonces el tiempo de reacción _____, porque las partículas _____.

Si uso la pastilla en polvo, entonces el tiempo de reacción _____, porque hay más _____ de contacto.

2 **Calcula la rapidez relativa de estas pruebas respecto a la pastilla entera a 20 °C (referencia: 90 s).**

Prueba	Tiempo (s)	Cálculo	Rapidez relativa
Agua a 40 °C	45		
Pastilla en polvo	18		
Agua a 10 °C	180		

3 **Marca V (verdadero) o F (falso) y corrige las falsas.**

	V	F
Si el tiempo de reacción disminuye, la reacción es más rápida.	☐	☐
Machacar una pastilla aumenta la cantidad de pastilla.	☐	☐
Al diluir un reactivo hay menos partículas por volumen y menos choques por segundo.	☐	☐

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 7 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Cuánto se acelera la reacción por cada 10 °C?

En muchas reacciones, la rapidez se duplica o triplica por cada 10 °C que sube la temperatura. Con los datos de F5, vais a comprobar cuánto se acelera la pastilla efervescente y a predecir un resultado que no habéis medido.

Pasos

1. Calcula la rapidez relativa entre 10 °C y 20 °C: t(10 °C) : t(20 °C). ¿Cuántas veces se acelera en esos 10 °C?
2. Haz lo mismo entre 20 °C y 50 °C, que son 30 °C: calcula el cociente t(20 °C) : t(50 °C) y reparte el efecto en tres tramos de 10 °C, con la raíz cúbica (con la calculadora o la tecla x^y).
3. Predice el tiempo a 30 °C usando la gráfica F6. Después mídelo en el laboratorio con dos repeticiones y comprueba si cae en tu intervalo.
4. Explica por qué el factor de aceleración por cada 10 °C no es 2 o 3: en una pastilla efervescente influye también el tiempo que tarda en disolverse y que el CO_2 salga del líquido.

Entrega

Una página con los cocientes calculados, la predicción razonada, el dato medido y una conclusión sobre los límites de la regla del doble.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 7 · ¿Qué hace que una reacción vaya más rápido?

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: se desprenden burbujas de un gas; la A (20 s < 60 s); choquen entre sí; una sola variable.
2. Predicciones: respuesta abierta justificada. Lo esperable es temperatura alta: disminuye el tiempo (partículas más rápidas); pastilla en trozos: disminuye (más superficie); vinagre diluido: aumenta (menos partículas por volumen). Se aceptan todas las predicciones razonadas; los datos las contrastarán.
3. Comprobables: Nuria (temperatura), Iván (superficie) y, con matices, Carmen (remover es una variable controlada que no se estudia aquí). La de Daniel (sal) no corresponde a ninguno de los factores trabajados y requeriría otro diseño (concentración de sal en el agua).

Ficha 2

1. Huecos: rápidos; frecuentes (o numerosos); energéticos (o fuertes). Volumen; choques. Eficaz.
2. Relaciona: temperatura alta → partículas más rápidas con choques más energéticos; concentración alta → más partículas por volumen y más choques por segundo; superficie grande → más partículas del reactivo expuestas a los choques; catalizador → acelera la reacción sin gastarse.
3. Leche: - en nevera (temperatura baja, más lenta la descomposición). Olla exprés: + (más temperatura). Harina en polvo frente a un trozo de pan: + (mucha más superficie). Café al vacío: - (menos oxígeno por volumen, menos choques con el café).

Ficha 3

1. Cubo de 3 cm: $S = 6 \cdot 3^2 = 54$ cm^2; n = 1; total 54 cm^2. 27 cubos de 1 cm: cada uno $6 \cdot 1^2 = 6$ cm^2; total $27 \cdot 6 = 162$ cm^2. La superficie se triplica (162 : 54 = 3).
2. Rapidez relativa = 110 s : 55 s = 2. La reacción a 40 °C es el doble de rápida porque las partículas se mueven más deprisa y los choques son más numerosos y más energéticos.
3. Diseño: temperatura (10, 20, 35 y 50 °C; t en s; controladas: 100 mL de agua, pastilla entera de la misma marca, sin remover; termómetro y cronómetro). Estado (entera, 4 trozos y polvo; t en s; controladas: 20 °C, 100 mL de agua, sin remover). Concentración (100, 50 y 25 % de vinagre; t en s; controladas: 0,5 g de bicarbonato, 40 mL en total y 20 °C; balanza, probeta y cronómetro).

Ficha 4

1. Lista de seguridad: todas marcadas antes de empezar; el responsable de seguridad puede firmar la hoja. Comprobar que el agua caliente la ha preparado el docente y que no supera los 50 °C.
2. Rango esperable (entera, depende de la marca): 10 °C, 140-190 s; 20 °C, 80-105 s; 35 °C, 42-60 s; 50 °C, 26-38 s. Tendencia: a más temperatura, menos tiempo. Superficie a 20 °C: 4 trozos, 50-72 s; polvo, 12-25 s.
3. Observaciones: respuesta abierta; fallos típicos: no soltar la pastilla de golpe, remover, no leer la temperatura real, parar el cronómetro cuando todavía queda sólido o burbujas.

Ficha 5

1. El dato anómalo es 81 s (los otros son 58 s y 60 s): probablemente la pastilla quedó pegada a la pared del vaso o se removió el agua. Sin él: media = (58 + 60) : 2 = 59 s; rapidez relativa = 92 : 59 = 1,56 (con el dato anómalo, la media sería 66,3 s, engañosa).
2. Gráfica: curva decreciente que pasa por (10, 159), (20, 92), (35, 50) y (50, 32); no se unen los puntos con segmentos. Hay que trazar una tendencia suave que baja cada vez más despacio.
3. F7: 42 : 42 = 1; 42 : 81 = 0,52; 42 : 163 = 0,26. Al diluir a la mitad el tiempo se duplica y la rapidez se reduce a la mitad: la rapidez es proporcional a la concentración (en estas condiciones). Hay menos partículas por volumen y menos choques por segundo.
4. Contraste: temperatura, superficie y concentración confirman las hipótesis habituales (más temperatura y más superficie, más rapidez; más concentración, más rapidez). Con datos propios, lo valido es lo que muestren, aunque difiera de la predicción.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar cuándo se para el cronómetro», «dar la temperatura real medida»), no genéricas.
2. Conclusión modelo: «Cuando sube la temperatura, la reacción es más rápida porque las partículas se mueven más deprisa, chocan más veces y con más energía». «Cuando la pastilla está en polvo, la reacción es más rápida porque hay más superficie expuesta y las partículas chocan con más frecuencia».

Ficha 7

1. Rapidez relativa: cuña a 22 °C = 1; cuña a 4 °C = 15 : 60 = 0,25 (cuatro veces más lenta, porque a menor temperatura las partículas chocan menos y con menos energía); puré a 22 °C = 15 : 4 = 3,75 (casi cuatro veces más rápida, porque al triturar aumenta la superficie expuesta al oxígeno).
2. Diseño modelo: ¿frena el zumo de limón el oscurecimiento de la manzana? Hipótesis: si pongo zumo de limón, entonces tardará más en oscurecerse, porque el limón dificulta la reacción con el oxígeno. VI: sin zumo, con 5 mL, con 10 mL. VD: tiempo hasta el color marrón claro (min). Controladas: misma manzana, mismo tamaño de cuña, misma temperatura. Seguridad: no comer las muestras del laboratorio, limpiar los cuchillos de plástico y secar derrames.
3. Nevera: menos temperatura, partículas más lentas, menos choques eficaces, reacciones más lentas. Olla exprés: más presión, el agua supera los 100 °C, partículas más rápidas, cocción más rápida.

Refuerzo (Anexo 8)

1. Hipótesis: si uso agua más caliente, el tiempo disminuye porque las partículas se mueven más deprisa y chocan más; si uso polvo, el tiempo disminuye porque hay más superficie de contacto.
2. Rapidez relativa: 40 °C = 90 : 45 = 2; polvo = 90 : 18 = 5; 10 °C = 90 : 180 = 0,5.
3. Verdadero; falso (no cambia la cantidad, solo la superficie); verdadero.

Ampliación (Anexo 9)

1. 10 a 20 °C: 159 : 92 = 1,73. 20 a 50 °C: 92 : 32 = 2,875 en 30 °C; por cada 10 °C: raíz cúbica de 2,875 = 1,42 veces. Entre 10 y 50 °C: 159 : 32 = 4,97; por cada 10 °C, 1,49. Promedio: 1,4 a 1,7 veces.
2. Predicción a 30 °C con una exponencial entre 20 °C y 35 °C: 92 · (50 : 92)^(10 : 15) = 61 s (la curva de tendencia da unos 60 s); intervalo razonable de 55 a 68 s. Medida: debe caer cerca (±10 s, con la dispersión de la marca).
3. Explicación: la pastilla no es una sola reacción; también hay disolución y desprendimiento del gas, procesos que dependen menos de la temperatura, por lo que el factor global es menor que 2 o 3.

⚠ Errores frecuentes

- Calcular la rapidez relativa al revés (tiempo de la prueba entre el de referencia) y obtener un número menor que 1 cuando la reacción es más rápida.
- Confundir rapidez con cantidad: un reactivo más concentrado o más troceado no produce más gas si la cantidad de reactivo es la misma; solo lo produce antes.
- Cambiar dos variables a la vez (por ejemplo, la temperatura y el estado de la pastilla).
- Remover o soltar la pastilla de forma distinta en cada prueba, o usar la temperatura objetivo en lugar de la real.
- Parar el cronómetro cuando no hay burbujas, pero todavía queda sólido (o al revés), sin un criterio único dentro del equipo.
- Unir los puntos de la gráfica con rectas o creer que el tiempo baja en línea recta con la temperatura.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de los datos propios, aunque no coincida con la predicción inicial.
- El diseño debe tener una sola variable independiente, controladas explícitas, repeticiones y criterio de parada del cronómetro.
- Se valora que la explicación use choques de partículas y distinga rapidez (cuánto tarda) de cantidad de producto.
- Seguridad: gafas siempre; agua del alumnado a 50 °C como máximo y preparada por el docente; sin ingerir nada; vasos abiertos. Calibrar las pastillas antes y ajustar los rangos esperables a la marca.

08

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Moverse con leyes

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo podemos predecir un movimiento y relacionarlo con las fuerzas que lo producen?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3	PRODUCTO FINAL Informe combinado de cinemática y leyes de Newton	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 2.3, 3.1, 3.2

Contexto, reto y producto

El ayuntamiento ha pintado un paso de cebra nuevo delante del instituto y ha rebajado el límite de velocidad de la calle de 50 a 30 km/h. En el patio, las opiniones se cruzan: «20 km/h menos no se nota», «si ves a un niño, frenas y ya está» o «el coche para porque el motor deja de empujar». Cada frase suena razonable y nadie la ha comprobado con datos.

Esta situación convierte al alumnado en **asesoría científica del ayuntamiento**. Describe movimientos con la **posición**, la **velocidad media** y las **gráficas posición-tiempo**, predice dónde estará un móvil en un instante futuro y lo contrasta con un experimento (un coche de juguete a velocidad casi constante y un carrito tirado por una masa colgante). Relaciona después el movimiento con las **fuerzas** mediante las **leyes de Newton** (inercia, F = m · a y acción-reacción) y las aplica a la **seguridad vial**: distancia de reacción, distancia de frenado, cinturón de seguridad y velocidad en entornos escolares. El producto es un **informe combinado** de cinemática y leyes de Newton con datos propios, cálculos comentados y una recomendación argumentada.

Reto

Predecir y medir movimientos sencillos, relacionarlos con las fuerzas mediante las leyes de Newton y recoger todo en un informe con gráficas, cálculos comentados y una recomendación de seguridad vial para la calle del instituto.

Producto final

Informe combinado de cinemática y leyes de Newton.

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.

2.3 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.

3.2 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.
D3	Aplicación de las leyes de Newton: observación de situaciones cotidianas o de laboratorio que permiten entender cómo se comportan los sistemas materiales ante la acción de las fuerzas y predecir los efectos de estas en situaciones cotidianas y de seguridad vial.
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

- Movimiento sencillo: sistema de referencia, trayectoria, posición, desplazamiento y velocidad media; movimiento rectilíneo uniforme (MRU) y movimiento con aceleración constante (de forma cualitativa y con $a = 2d/t^2$ desde el reposo).
- Gráficas posición-tiempo: reposo (horizontal), MRU (recta, cuya pendiente es la velocidad) y movimiento acelerado (curva); lectura de la pendiente y predicción de valores futuros.
- Velocidad media: $v = \Delta x/\Delta t$ en m/s y en km/h; conversión (÷ 3,6 o × 3,6) y cálculo de tiempos y distancias con unidades.
- Leyes de Newton: inercia (cinturón de seguridad), $F = m \cdot a$ con un solo paso de cálculo (a veces con el peso $P = m \cdot g$) y acción-reacción con fuerzas aplicadas en cuerpos distintos.
- Seguridad vial: distancia de reacción ($v \cdot t$), distancia de frenado, distancia de parada, efecto del firme mojado y de la velocidad (datos ilustrativos declarados).

Objetivos didácticos

- Describir un movimiento con un sistema de referencia, la posición, el desplazamiento y la trayectoria, y convertir velocidades entre km/h y m/s.
- Calcular la velocidad media y la aceleración con unidades del SI e interpretar gráficas posición-tiempo (reposo, velocidad constante y movimiento acelerado).
- Formular una hipótesis comprobable sobre la posición futura de un móvil y contrastarla con datos experimentales.
- Aplicar las leyes de Newton (inercia, $F = m \cdot a$ y acción-reacción) para explicar situaciones cotidianas y de seguridad vial.
- Planificar, registrar y revisar un experimento con repeticiones y dato anómalo, y comunicar una conclusión proporcionada a los datos con sus límites.

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 paso de cebra, diagnóstico inicial y primeras predicciones sobre distancias y velocidad

Evidencia: Ficha 1: test de diagnóstico y predicción de la distancia de parada. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 1

2

SESIÓN 2

Sistema de referencia, posición, velocidad media, unidades y gráficas posición-tiempo

Evidencia: Ficha 2: relación gráfica-movimiento, conversiones y problema de velocidad media.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Fuerza, peso y leyes de Newton; diseño del experimento y predicción

Evidencia: Ficha 3: cálculos de P y F, clasificación de situaciones y tabla de diseño. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Práctica: MRU con un coche de juguete y carrito tirado por una masa colgante

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tablas de tiempos con repeticiones. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: medias, dato anómalo, gráfica x-t, velocidad, aceleración y relación con la fuerza

Evidencia: Ficha 5: cálculos con datos del equipo de prueba, gráficas y contraste con las predicciones.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del informe combinado y revisión cruzada; recomendación de seguridad vial

Evidencia: Ficha 6: revisión del informe de otro equipo y recomendación para el ayuntamiento.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del informe y evidencia individual: nuevo caso de movimiento y de seguridad vial

Evidencia: Informe final (Anexo 4) y Ficha 7: interpretación de gráfica, distancia de parada y leyes de Newton.

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 situaciones cotidianas (frenazo, cinturón, empujón con patines, carrito con masa colgante) con la ley de Newton adecuada y con lenguaje científico.	Fichas 3 y 7 e informe (Anexo 4) / rúbrica
1.2	Resolución razonada, con unidades, de problemas de velocidad media, conversión km/h a m/s, aceleración $a = 2d/t^2$, peso $P = m \cdot g$ y fuerza $F = m \cdot a$.	Fichas 2, 3, 5 y 7 / lista de cotejo
2.3	Hipótesis comprobable sobre la posición futura del coche de juguete y sobre cómo cambia la aceleración con la fuerza, con diseño de las pruebas y contraste posterior.	Fichas 1, 3 y 5 / rúbrica
3.1	Interpretación y relación de tablas y gráficas: x-t del coche de juguete, a-F del carrito, tabla de distancias de parada y gráfica de un ciclista (Ficha 7).	Fichas 5 y 7 e informe / rúbrica
3.2	Uso correcto de magnitudes, símbolos y unidades del SI (m, s, m/s, m/s^2, N, kg), conversiones y resultados con unidad y cifras razonables.	Fichas 2 a 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	Describe movimientos con gráficas x-t y velocidad, aplica con acierto las tres leyes de Newton a casos de seguridad vial (inercia del pasajero, F = m · a, acción-reacción) y reconoce los límites del modelo (rozamiento, tiempo de reacción).	Interpreta bien las gráficas y aplica correctamente las leyes de Newton, con alguna imprecisión en la explicación.	Calcula velocidades y fuerzas, pero explica las leyes de forma parcial o confunde peso y masa.	Confunde velocidad y aceleración, o cree que se necesita fuerza para mantener un movimiento uniforme.
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, medias y dato anómalo tratado; gráficas x-t y a-F bien construidas; cálculos de v, a, P y F con unidades, conversiones correctas y resultados comprobados.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades, de escala o de redondeo.	Faltan repeticiones, unidades o la gráfica está incompleta; errores en las conversiones.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráficas.
Investigación	Hipótesis sobre la posición futura y la relación a-F claras, variables bien identificadas, una sola variable cambiada y conclusión proporcionada que contrasta predicción y datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables a la vez o no contrasta la predicción con los datos.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Cumple con autonomía las normas de la práctica (caja con esponja, tope, mesa estable), distingue datos ilustrativos de reales y redacta una recomendación vial precisa con vocabulario científico correcto.	Cumple las normas con algún recordatorio; recomendación clara con algún término impreciso.	Necesita recordatorios; recomendación poco fundamentada.	Incumple normas de seguridad o la comunicación es inadecuada.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas apoyadas en los datos 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 (4 personas): coche de juguete de pilas o de fricción de velocidad casi constante, cinta métrica de 3 m, cinta de pintor para marcar posiciones cada 0,50 m y cronómetro (o móvil).
- Para la parte B: carrito de laboratorio o coche de juguete de ruedas lisas cargado hasta unos 500 g, hilo, polea (o varilla lisa en el borde de la mesa), 6 masas de 10 g, un tope de madera y una caja con esponja para recoger las masas.
- Balanza de cocina (1 g) compartida; fichas del Anexo 3 y plantilla del informe combinado (Anexo 4); hoja de cálculo o calculadora científica.
- Alternativa sin material: vídeo del coche de juguete grabado con el móvil, fotograma a fotograma, y análisis de los datos de F6 y F7.

Seguridad y residuos

Actividad de bajo riesgo con objetos ligeros y recorridos cortos sobre zona despejada y mesa estable. Las masas colgantes caen siempre sobre una caja con esponja, lejos de los pies, y el carrito se frena con un tope: nada de dejarlo caer al suelo. Cuerdas sin tensar entre grupos. No se usan personas, bicicletas ni vehículos reales como móviles experimentales; la seguridad vial se trabaja con datos y cálculos. No se generan residuos; al final se recoge el material contado y se retiran las cintas del suelo.

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 parte de los datos ya completada, ejemplo resuelto de $v = \Delta x/\Delta t$ y de $F = m \cdot a$, tabla de conversión km/h a m/s y esquemas de fuerzas ya dibujados para completar.

Ampliación

Anexo 9

Calcular la distancia de frenado con $d = v^2/(2a)$ para distintos firmes, estimar el rozamiento del carrito con los datos de la práctica y analizar el efecto de un móvil distraído (tiempo de reacción de 2 s).

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 8 · Moverse con leyes

ALUMNADO

El ayuntamiento ha bajado el límite de velocidad delante del instituto de 50 a 30 km/h. En el patio se oye de todo: «veinte kilómetros por hora no se notan», «si ves a un niño, frenas al instante» o «el coche se para porque el motor deja de empujar». Sois la asesoría científica del ayuntamiento: mediréis posiciones y tiempos de un coche de juguete, dibujaréis gráficas, comprobaréis cómo la fuerza cambia la aceleración y aplicaréis las leyes de Newton al cinturón y a la distancia de parada. Vuestro informe decidirá si el límite de 30 km/h tiene base científica.

> *¿Cómo podemos predecir un movimiento y relacionarlo con las fuerzas que lo producen?*

Vuestro reto

Predecir y medir movimientos sencillos, relacionarlos con las fuerzas mediante las leyes de Newton y recoger todo en un informe con gráficas, cálculos comentados y una recomendación de seguridad vial para la calle del instituto.

Lo que vais a producir

Informe combinado de cinemática y leyes de Newton.

Seguridad. Actividad de bajo riesgo con objetos ligeros y recorridos cortos sobre zona despejada y mesa estable.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el caso del paso de cebra, hacemos el diagnóstico y estimamos la distancia de parada.
2. Aprendemos a describir movimientos: posición, velocidad media, unidades y gráficas x-t.
3. Estudiamos peso, fuerza y las leyes de Newton y diseñamos el experimento.
4. Medimos con un coche de juguete y con un carrito tirado por una masa colgante, con seguridad.
5. Calculamos medias, velocidad y aceleración, dibujamos las gráficas y buscamos datos raros.
6. Escribimos el informe combinado, lo revisa otro equipo y redactamos la recomendación vial.
7. Presentamos el informe y resolvemos, cada uno, un caso nuevo de movimiento y seguridad vial.

Al terminar seré capaz de...

- Describir un movimiento con un sistema de referencia, la posición, el desplazamiento y la trayectoria, y convertir velocidades entre km/h y m/s.
- Calcular la velocidad media y la aceleración con unidades del SI e interpretar gráficas posición-tiempo (reposo, velocidad constante y movimiento acelerado).
- Formular una hipótesis comprobable sobre la posición futura de un móvil y contrastarla con datos experimentales.
- Aplicar las leyes de Newton (inercia, $F = m \cdot a$ y acción-reacción) para explicar situaciones cotidianas y de seguridad vial.
- Planificar, registrar y revisar un experimento con repeticiones y dato anómalo, y comunicar una conclusión proporcionada a los datos con sus límites.

¿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 · Moverse con leyes

ALUMNADO

Todo lo necesario para razonar sin búsquedas improvisadas: el caso del paso de cebra, esquemas de sistema de referencia y gráficas x-t, el cuadro de fórmulas con ejemplos resueltos, el montaje experimental, el protocolo, los datos de un equipo de prueba con su gráfica, una tabla de distancias de parada y un esquema de las leyes de Newton.

F1 El paso de cebra delante del instituto

ESTUDIO DE CASO

A las 8:15, mil estudiantes cruzan la calle del instituto. El ayuntamiento acaba de pintar un paso de cebra nuevo y de limitar la velocidad a **30 km/h**. Desde 2021, el Reglamento General de Circulación fija con carácter general 20 km/h en las calles de plataforma única, 30 km/h en las de un carril por sentido y 50 km/h en las de dos o más carriles por sentido. Esta calle tenía antes el límite de 50 km/h.

En el patio, el grupo opina:

- **Álex:** «De 50 a 30 km/h no es para tanto: son solo 20 km/h menos».
- **Sara:** «Si ves a alguien en el paso, frenas y te paras al instante».
- **Hugo:** «El cinturón solo sirve para no salir despedido por el parabrisas».
- **Lucía:** «El coche se para porque deja de empujarlo el motor: sin fuerza no hay movimiento».

Todas suenan razonables, pero ninguna se ha comprobado. Vuestra tarea es poner a prueba estas ideas con medidas, cálculos y las leyes de Newton.

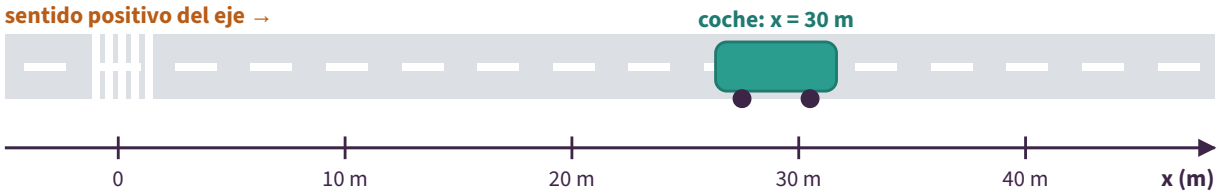
Fuente: Caso ficticio creado para el aula. La normativa citada (Real Decreto 970/2020, en vigor desde noviembre de 2021) conviene verificarla en la web de la DGT por si ha cambiado.

¿Qué opiniones se pueden contrastar con datos de distancias y tiempos? ¿Cuál se apoya en una idea sobre la fuerza que vais a revisar?

F2 Describir un movimiento: sistema de referencia y gráficas posición-tiempo

ESQUEMA

Sistema de referencia: posición x respecto al paso de cebra (origen)



Trayectoria: línea que recorre. Desplazamiento: $\Delta x = x_{final} - x_{inicial}$.

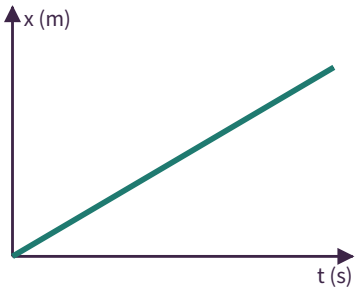
Si el coche avanza hacia el paso de cebra, x disminuye: la velocidad es negativa.

A. Parado



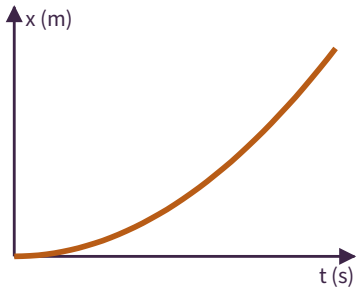
Línea horizontal:
la posición no cambia
(v = 0)

B. Velocidad constante



Recta inclinada:
recorre lo mismo en cada segundo
(MRU); más pendiente = más v

C. Acelera



Curva que se va inclinando:
cada vez recorre más en cada
segundo (v aumenta)

Fuente: Esquema de elaboración propia.

¿En cuál de las tres gráficas el móvil recorre más metros en cada segundo cuanto más tiempo pasa? ¿Cuál tiene velocidad cero?

F3 Cuadro de magnitudes, fórmulas y ejemplos resueltos

TEXTO

Magnitudes y unidades del SI. Posición x (m); tiempo t (s); velocidad v (m/s); aceleración a (m/s²); masa m (kg); fuerza F (newton, N); peso P (N).

Fórmulas:

- Velocidad media: $v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t}$ y posición en un MRU: $x = x_0 + v \cdot t$.
- Aceleración: $a = \dfrac{\Delta v}{\Delta t}$. Si parte del reposo y recorre una distancia d en un tiempo t: $a = \dfrac{2d}{t^2}$.
- Segunda ley de Newton: $F = m \cdot a$ (1 N = 1 kg · m/s²). Peso: $P = m \cdot g$.
- Distancia de reacción: $d_{\text{reacción}} = v \cdot t_{\text{reacción}}$ (con $t_{\text{reacción}}$ de aprox. 1 s).
- Conversión: de km/h a m/s se **divide entre 3,6**; de m/s a km/h se **multiplica por 3,6**.

Ejemplo 1 (velocidad y conversión). Un coche va a 50 km/h. En m/s: $50 : 3{,}6 = 13{,}9\ \text{m/s}$. Tarda en recorrer 100 m: $t = \dfrac{\Delta x}{v} = \dfrac{100\ \text{m}}{13{,}9\ \text{m/s}} = 7{,}2\ \text{s}$.

Ejemplo 2 (aceleración). Un carrito parte del reposo y recorre 0,80 m en 2,31 s: $a = \dfrac{2 \cdot 0{,}80\ \text{m}}{(2{,}31\ \text{s})^2} = 0{,}30\ \text{m/s}^2$.

Ejemplo 3 (fuerza). Un coche frena con $a = 7\ \text{m/s}^2$. Sobre un pasajero de 60 kg actúa una fuerza (la del cinturón) de $F = 60\ \text{kg} \cdot 7\ \text{m/s}^2 = 420\ \text{N}$. Su peso es $P = 60 \cdot 9{,}8 = 588\ \text{N}$: no se debe confundir la masa (kg) con el peso (N).

Fuente: Elaboración propia. Valor de g = 9,8 m/s². La segunda ley se enuncia aquí para la fuerza neta sobre un cuerpo.

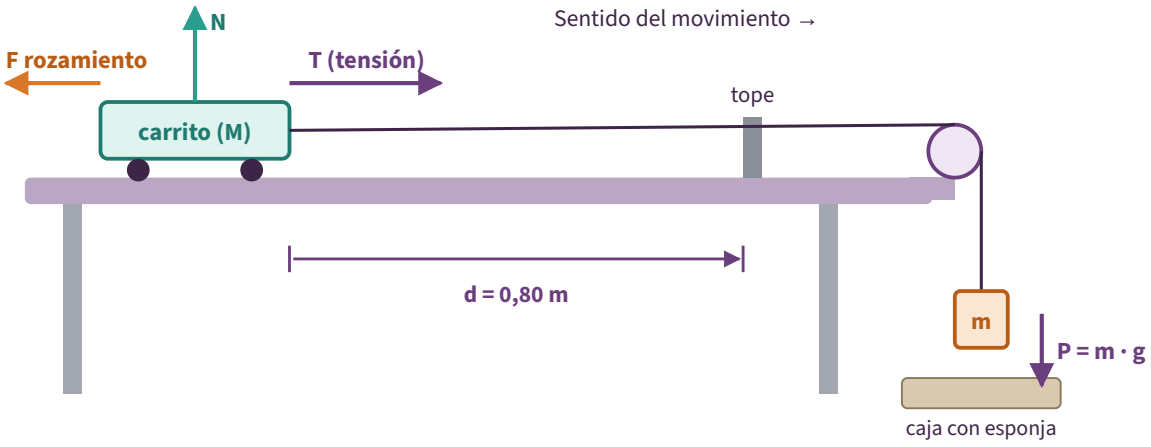
Resuelve mentalmente: ¿cuántos m/s son 36 km/h? ¿Y 20 m/s en km/h?

F4 Montaje de la práctica B y fuerzas sobre el carrito

ESQUEMA

Montaje de la parte B: el peso de la masa colgante tira del carrito

N: fuerza normal de la mesa. T: tensión de la cuerda. El peso del carrito (hacia abajo) se compensa con N.
El carrito parte del reposo y se mide el tiempo que tarda en recorrer 0,80 m hasta el tope.



Fuente: Esquema de elaboración propia. Las flechas indican el tipo de fuerza, no su tamaño real.

¿Qué fuerza hace que el carrito acelere? ¿Qué fuerza se opone al movimiento?

F5 Protocolo de laboratorio: MRU y fuerza-aceleración

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): coche de juguete de pilas; cinta métrica de 3 m; cinta de pintor; cronómetro; carrito (unos 500 g), hilo de 1 m, polea o varilla lisa, 6 masas de 10 g, tope y caja con esponja.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgos: caída de las masas sobre los pies o el suelo, golpes con el carrito y tropiezos con cuerdas o cintas. Precauciones: caja con esponja bajo la masa, tope en el borde de la mesa, mesa pegada a la pared, cintas planas y recorridos despejados.

Roles: cronometrista, soltador (suelta y recoge), secretario (anota) y responsable de seguridad. Rotan en cada prueba.

Variables: parte A: independiente, la posición x (marcas cada 0,50 m); dependiente, el tiempo; controlada, la velocidad del coche (mismas pilas, mismo suelo). Parte B: independiente, la masa colgante m (20, 40 y 60 g); dependiente, el tiempo en recorrer 0,80 m y de ahí la aceleración; controladas, la masa del carrito, la distancia y la superficie.

Procedimiento:

1. **Parte A (MRU).** Pegad cinta de pintor en el suelo con marcas cada 0,50 m desde 0 hasta 2,50 m. Poned en marcha el coche junto a la marca 0 y dadle unos 20 cm de ventaja para que lleve ya su velocidad estable.
2. El cronometrista dispara el cronómetro al pasar el coche por la marca 0 y anota el tiempo al pasar por cada marca (0,50; 1,00; 1,50; 2,00 y 2,50 m) con la función de vueltas o con una persona por cada marca. Repetid la serie dos veces.
3. **Parte B (fuerza y aceleración).** Montad el carrito, la cuerda y la polea como en F4. Cuelgad una masa de 20 g (hilo atado al carrito y a la masa) y comprobad que la cuerda queda horizontal entre el carrito y la polea.
4. Dejad el carrito en reposo a 0,80 m del tope. Soltadlo sin empujar y medid el tiempo hasta que choca con el tope. Repetid **3 veces**.
5. Repetid con 40 g y con 60 g colgados, sin cambiar la masa del carrito ni la distancia. Si el carrito no arranca con 20 g, avisad: hay que reducir el rozamiento.

Limpieza y residuos: retirad la cinta de pintor, recoged las masas y el carrito contados, secad la mesa y dejad el puesto despejado. No se generan residuos.

Resultado esperable (depende del juguete y del carrito): parte A, velocidad entre 0,25 y 0,35 m/s con el juguete del ejemplo. Parte B, 20 g: unos 2,0 a 2,7 s; 40 g: 1,4 a 1,8 s; 60 g: 1,2 a 1,5 s. La aceleración crece al aumentar la masa colgante.

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

¿Por qué soltamos el carrito sin empujar y siempre desde la misma marca? ¿Qué pasaría si cambiásemos también la masa del carrito?

F6 Datos de un equipo de prueba: coche de juguete (parte A)

DATOS

Posición x (m)	t_1 (s)	t_2 (s)	Tiempo medio (s)	v = x / t (m/s)
0,50	1,7	1,6	1,65	0,30
1,00	3,3	3,5	3,40	0,29
1,50	5,1	5,0	5,05	0,30
2,00	6,6	6,8	6,70	0,30
2,50	8,4	8,3	8,35	0,30

Velocidad media del tramo completo: $v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{2{,}50 - 0{,}50}{8{,}35 - 1{,}65}\ \mathrm{m/s} = 0{,}30\ \mathrm{m/s}$ (algo más de 1 km/h).

Fuente: Datos ilustrativos creados para el aula con valores plausibles de un coche de juguete a velocidad casi constante. No son medidas reales.

¿Es constante la velocidad del coche entre marcas? ¿Qué predicción harías para x en t = 10 s?

F7 Datos de un equipo de prueba: carrito con masa colgante (parte B)

DATOS

Masa colgante m (g)	Fuerza F = m · g (N)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	Tiempo medio (s)	a = 2d / t^2 (m/s^2)
20	0,196	2,35	2,28	2,30	2,31	0,30
40	0,392	1,60	1,55	1,98	?	?
60	0,588	1,30	1,27	1,27	1,28	0,98

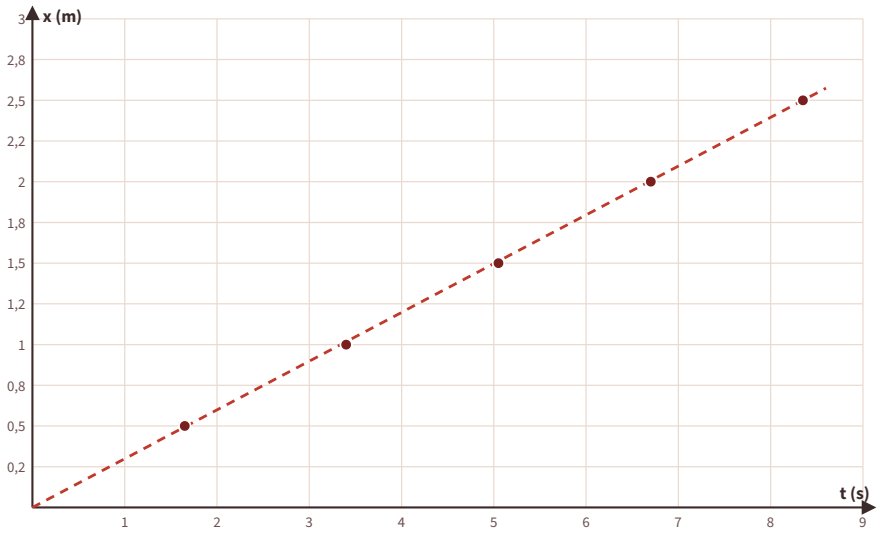
Cómo se calcula: $F = m \cdot g$ (con la masa en kg: 20 g = 0,020 kg), tiempo medio como media de las tres medidas y aceleración $a = \dfrac{2d}{t^2}$ con $d = 0{,}80\ \mathrm{m}$. En esta práctica tira del carrito el peso de la masa colgante; la masa total que se mueve es $M + m$.

Fuente: Datos ilustrativos creados para el aula con un modelo con rozamiento de 0,04 N y pequeñas variaciones. Carrito de 0,50 kg y distancia de 0,80 m, partiendo del reposo. No son medidas reales.

En la fila de 40 g hay un dato que no encaja. ¿Cuál es y qué pudo ocurrir? Calcula el tiempo medio y la aceleración sin él.

F8 Gráfica posición-tiempo del coche de juguete (datos de F6)

GRÁFICO



Los puntos se alinean sobre una recta que pasa por el origen: es un **MRU**. La **pendiente** de la recta es la velocidad: unos $0{,}30\ \mathrm{m/s}$. Con la ecuación $x = 0{,}30 \cdot t$ se predice que en $t = 10\ \mathrm{s}$ el coche estará en $x = 3{,}0\ \mathrm{m}$.

Fuente: Gráfica de elaboración propia con los datos de F6 (ilustrativos). Los puntos son las medias de las dos series; la recta es la tendencia.

Lee en la gráfica en qué instante pasa por x = 1,75 m. ¿Qué cambiaría en la gráfica si el coche fuera al doble de velocidad?

F9 Distancia de parada de un coche según la velocidad y el firme

DATOS

Velocidad (km/h)	v (m/s)	Distancia de reacción (m)	Frenado en seco (m)	Parada en seco (m)	Frenado en mojado (m)	Parada en mojado (m)
30	8,3	8,3	5,0	13,3	8,7	17,0
50	13,9	13,9	13,8	27,7	24,1	38,0
90	25,0	25,0	44,6	69,6	78,1	103,1
120	33,3	33,3	79,4	112,7	138,9	172,2

Distancia de parada = distancia de reacción + distancia de frenado. Durante el tiempo de reacción el coche sigue a velocidad constante (MRU); después frena con aceleración negativa. Al pasar de 30 a 50 km/h la velocidad se multiplica por 1,7, pero la distancia de frenado se multiplica por 2,8.

Peatón a 25 m. A 30 km/h el coche se detiene en 13,3 m (antes de llegar). A 50 km/h necesita 27,7 m: no le da tiempo y todavía lleva unos 22 km/h cuando llega al peatón.

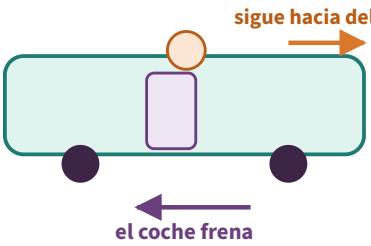
Fuente: Modelo simplificado y datos ilustrativos, no oficiales: tiempo de reacción de 1 s; deceleración de 7 m/s² en asfalto seco y de 4 m/s² en mojado; d de frenado = v²/(2a). Las distancias reales de las tablas de la DGT varían con el vehículo, los neumáticos y el firme; conviene contrastarlas con la fuente oficial.

Con la tabla, ¿qué distancia necesita un coche a 90 km/h en mojado? ¿Y qué parte es solo reacción?

F10 Las tres leyes de Newton y su relación con la seguridad vial

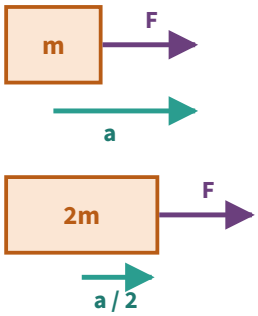
ESQUEMA

1.ª ley: inercia



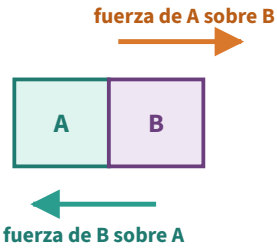
Sin fuerza neta, un cuerpo sigue en reposo o con velocidad constante. El cinturón aporta la fuerza que frena al pasajero.

2.ª ley: F = m · a



Con la misma fuerza, el doble de masa: la mitad de aceleración.

3.ª ley: acción y reacción



Misma intensidad y sentidos contrarios, pero aplicadas en cuerpos distintos: por eso no se anulan.

Primera ley: un cuerpo sin fuerza neta mantiene su reposo o su velocidad constante; **no hace falta fuerza para seguir moviéndose**. **Segunda ley:** $F = m \cdot a$. **Tercera ley:** si A empuja a B, B empuja a A con una fuerza igual y de sentido contrario. En un frenazo, el pasajero tiende a seguir a su velocidad (inercia) y el cinturón le aplica la fuerza necesaria para frenarlo con el coche.

Fuente: Esquema de elaboración propia.

Usa F10 para corregir la idea de Lucía: «el coche se para porque deja de empujarlo el motor». ¿Qué fuerzas actúan en realidad?

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 8 · Moverse con leyes

ALUMNADO

FICHA 1 El caso del paso de cebra

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa F2. Primero responde 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/s^2

Un coche recorre 120 km en 2 h. Su velocidad media es…

☐ 60 km/h ☐ 240 km/h ☐ 122 km/h

En una gráfica posición-tiempo, una recta inclinada significa…

☐ que está parado ☐ velocidad constante ☐ que frena

Un cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza neta…

☐ se para enseguida ☐ sigue en reposo o con velocidad constante ☐ acelera cada vez más

2 **Antes de calcular, estima: ¿qué distancia necesita un coche para pararse del todo (reacción + frenado) a cada velocidad? Justifica tu estimación.**

Velocidad	Mi estimación de la distancia de parada (m)	Por qué lo creo
30 km/h		
50 km/h		
90 km/h		

3 **Según F1, ¿qué opiniones se pueden contrastar con medidas? Explica qué idea de Lucía hay que revisar.**

FICHA 2 Describir el movimiento

Sesión 2

Usa los esquemas de F2 y el cuadro de fórmulas y los ejemplos de F3.

1 **Relaciona cada gráfica x-t de F2 con su descripción.**

1 A. Línea horizontal ●	● a La velocidad aumenta con el tiempo
2 B. Recta inclinada ●	● b El móvil está parado
3 C. Curva que se va inclinando ●	● c Velocidad constante: recorre lo mismo en cada segundo

2 **Completa la tabla: convierte la velocidad a m/s (usa F3) y calcula la distancia que recorre el coche durante 1 s de reacción ($d = v \cdot t$).**

Velocidad (km/h)	Velocidad (m/s)	Distancia en 1 s de reacción (m)
30		
50		
90		
120		

3 **Un autobús escolar recorre 2,4 km en 6 minutos a velocidad constante. Calcula su velocidad media en m/s y en km/h. Escribe los pasos con unidades.**

FICHA 3 Fuerzas y leyes de Newton

Sesión 3

Usa F3, F4 y F10.

1 **Calcula con F3: el peso $P = m \cdot g$ y la fuerza $F = m \cdot a$ en un frenazo de $a = 7\ \mathrm{m/s^2}$ para cada persona o vehículo.**

Cuerpo	Masa (kg)	Peso P (N)	Fuerza F en el frenazo (N)
Pasajera	50		
Pasajero	80		
Coche	1200		

2 **Relaciona cada situación con la ley de Newton que la explica.**

1. El pasajero sin cinturón se va hacia delante cuando el coche frena ●
2. Con la misma fuerza, un carrito con el doble de masa acelera la mitad ●
3. Al empujar a una persona sobre patines, tú retrocedes ●

● **a** Tercera ley: acción y reacción

● **b** Primera ley: inercia

● **c** Segunda ley: F = m · a

3 Diseña la práctica B (F4 y F5): pregunta y predicción para la masa colgante.

Apartado	Mi diseño
Pregunta investigable	
Hipótesis (si…, entonces…, porque…)	
Variable independiente y valores	
Variable dependiente y unidad	
Variables controladas	
Instrumentos y resolución	

FICHA 4 En el laboratorio: movimiento y fuerza

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

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

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

- ☐ La mesa está estable y pegada a la pared
- ☐ Hay caja con esponja bajo la masa colgante
- ☐ El tope está colocado y el carrito no puede caer al suelo
- ☐ No hay cuerdas ni cintas con las que tropezar
- ☐ Cada persona conoce su rol
- ☐ Sabemos cómo se recoge y se cuenta el material

2 **Parte A: coche de juguete. Anota los tiempos y calcula la velocidad en cada marca.**

x (m)	t_1 (s)	t_2 (s)	Tiempo medio (s)	v = x / t (m/s)
0,50				
1,00				
1,50				
2,00				
2,50				

3 **Parte B: carrito (d = 0,80 m, desde el reposo).**

Masa colgante m (g)	F = m · g (N)	t_1 (s)	t_2 (s)	t_3 (s)	Tiempo medio (s)
20					
40					
60					

4 **Observaciones: ¿qué ha podido fallar (arranque, cuerda, cronometraje)?**

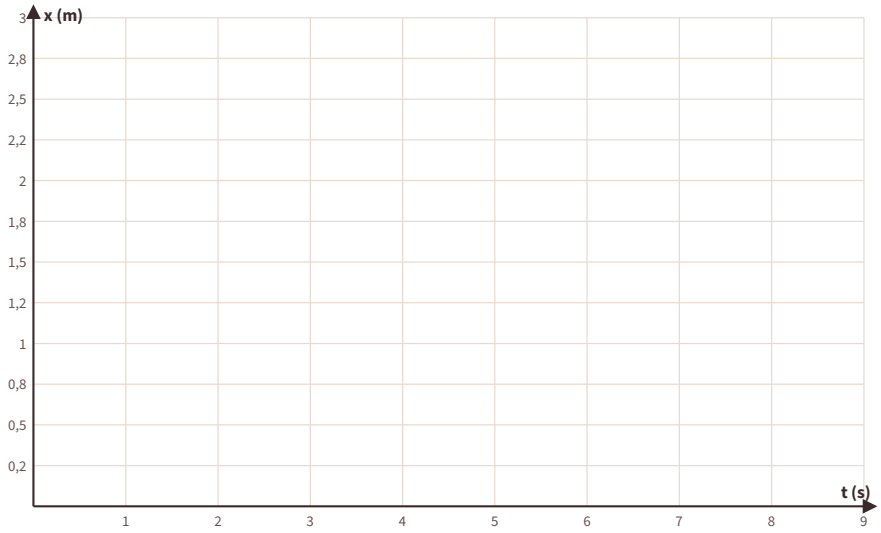
FICHA 5 Tratamos los datos y comparamos

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F6, F7 y F8).

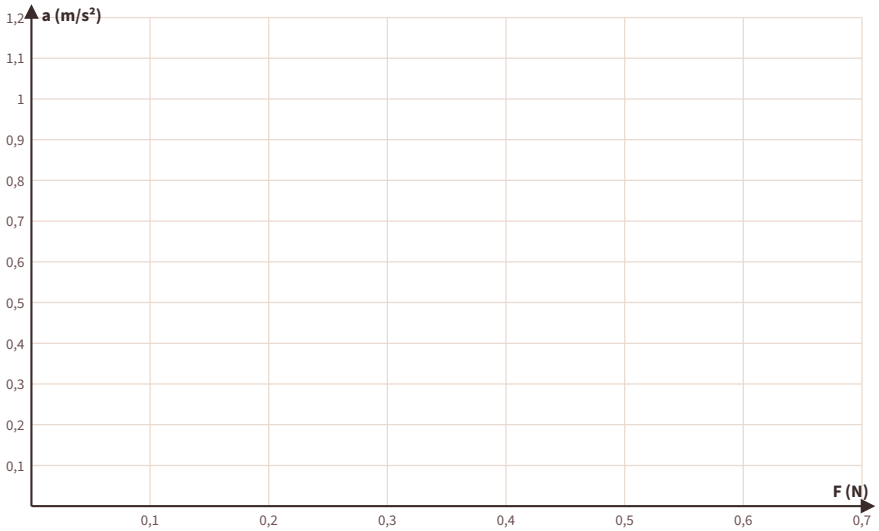
1 **En F7, la fila de 40 g tiene un dato anómalo. Identifícalo, explica qué pudo pasar y calcula el tiempo medio y la aceleración $a = 2d/t^2$ sin él (con d = 0,80 m).**

2 **Representa tus datos de la parte A: posición frente a tiempo. Traza la recta de tendencia, calcula su pendiente y escribe la ecuación $x = v \cdot t$. Predice la posición para t = 10 s.**



3 **Con tus datos de la parte B, completa la tabla y representa la aceleración frente a la fuerza. Interpreta.**

Masa colgante (g)	F = m · g (N)	Tiempo medio (s)	a = 2d / t² (m/s²)
20			
40			
60			



4 **Compara con tu predicción de la ficha 3: ¿cómo cambia a al aumentar F? Si la aceleración no es exactamente F/(M + m), explica por qué (pista: rozamiento).**

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.**

- ☐ Pregunta e hipótesis «si…, entonces…, porque…» claras
- ☐ Variables y unidades del SI bien indicadas
- ☐ Tablas con repeticiones, medias y dato anómalo explicado
- ☐ Gráfica x-t con ejes rotulados, tendencia y velocidad calculada
- ☐ Gráfica o tabla de a frente a F con interpretación
- ☐ Cálculos comentados con unidades
- ☐ Las leyes de Newton están bien aplicadas
- ☐ Límites del experimento (rozamiento, cronometraje) y seguridad

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

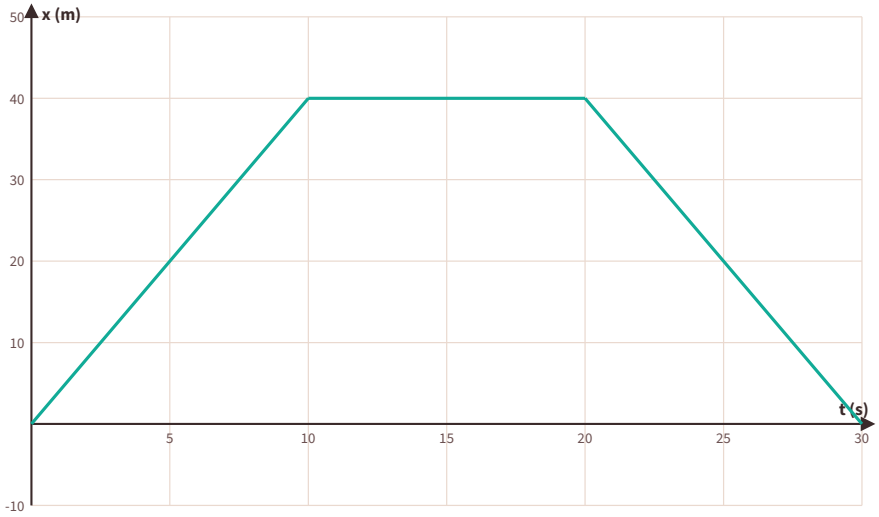
3 Redacta la recomendación para el ayuntamiento (5-6 líneas) sobre el límite de 30 km/h delante del instituto. Usa al menos dos datos de F9 y una ley de Newton.

FICHA 7 Evidencia individual: un caso nuevo

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica lo aprendido. Datos ilustrativos.

1 La gráfica muestra el recorrido de una ciclista por un carril bici recto. Calcula su velocidad en cada fase y describe cada tramo.



Tramo	Descripción del movimiento	Cálculo de la velocidad (m/s)
0 a 10 s		
10 a 20 s		
20 a 30 s		

2 **Un coche circula a 50 km/h y un niño sale a la calzada a 25 m. Con F9, decide si el coche se detiene a tiempo en seco. ¿Y a 30 km/h? Calcula también la distancia de reacción a 30 km/h con $d = v \cdot t$ (1 s).**

3 **Explica con la primera y la segunda ley de Newton por qué conviene llevar cinturón, y calcula la fuerza que debe ejercer el cinturón sobre un pasajero de 70 kg en un frenazo de 7 m/s².**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 8 · Moverse con leyes

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Informe combinado de cinemática y leyes de Newton. Escribid con frases completas; todas las medidas con su unidad del SI.

Pregunta e hipótesis

Pregunta, predicción x(t) y relación a-F, con «porque».

Variables

Independiente, dependiente y controladas (A y B).

Material y seguridad

Material, riesgos y precauciones.

Procedimiento

Pasos numerados de las partes A y B.

Datos parte A (MRU)

Tabla con medias y $v = x/t$.

Datos parte B (a-F)

Tabla con medias, F y $a = 2d/t^2$.

Gráfica x-t

Ejes, puntos y recta; velocidad.

Gráfica a-F

Ejes, puntos y tendencia.

Cálculos comentados y leyes de Newton

Operaciones con unidades; explica con la ley adecuada.

Seguridad vial y conclusión

Recomendación con datos y límites.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 8 · Moverse con leyes

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Informe combinado de cinemática y leyes de Newton**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] La pregunta, la predicción x(t) y la hipótesis a-F están escritas, con «porque».
- [ ] Se distinguen variable independiente, dependiente y controladas en las dos partes.
- [ ] Las tablas tienen repeticiones, medias y unidades del SI (m, s, m/s, m/s^2, N, kg).
- [ ] Se identifica y trata el dato anómalo, o se indica que no lo hay.
- [ ] La gráfica x-t tiene ejes rotulados, escala adecuada, recta de tendencia y velocidad calculada con la pendiente.
- [ ] La parte B incluye $F = m \cdot g$ y $a = 2d/t^2$ bien calculadas con unidades.
- [ ] Los cálculos son comentados: se ven las fórmulas, la sustitución y el resultado con unidad.
- [ ] Las leyes de Newton se aplican correctamente (inercia, $F = m \cdot a$, acción-reacción) sin confundir masa y peso.
- [ ] Los datos de seguridad vial se citan como ilustrativos y la recomendación se apoya en ellos.
- [ ] Se indican la seguridad de la práctica, la limpieza y los límites (rozamiento, tiempo de reacción).

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 · Moverse con leyes

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Informe combinado de cinemática y leyes de Newton**. 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 movimientos con gráficas x-t y velocidad, aplica con acierto las tres leyes de Newton a casos de seguridad vial (inercia del pasajero, F = m · a, acción-reacción) y reconoce los límites del modelo (rozamiento, tiempo de reacción).	Interpreta bien las gráficas y aplica correctamente las leyes de Newton, con alguna imprecisión en la explicación.	Calcula velocidades y fuerzas, pero explica las leyes de forma parcial o confunde peso y masa.	Confunde velocidad y aceleración, o cree que se necesita fuerza para mantener un movimiento uniforme.	
Datos y resolución	Tablas completas con unidades, medias y dato anómalo tratado; gráficas x-t y a-F bien construidas; cálculos de v, a, P y F con unidades, conversiones correctas y resultados comprobados.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades, de escala o de redondeo.	Faltan repeticiones, unidades o la gráfica está incompleta; errores en las conversiones.	Datos desordenados, sin cálculos ni gráficas.	
Investigación	Hipótesis sobre la posición futura y la relación a-F claras, variables bien identificadas, una sola variable cambiada y conclusión proporcionada que contrasta predicción y datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables a la vez o no contrasta la predicción con los datos.	No distingue hipótesis, dato y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Cumple con autonomía las normas de la práctica (caja con esponja, tope, mesa estable), distingue datos ilustrativos de reales y redacta una recomendación vial precisa con vocabulario científico correcto.	Cumple las normas con algún recordatorio; recomendación clara con algún término impreciso.	Necesita recordatorios; recomendación poco fundamentada.	Incumple normas de seguridad o la comunicación es inadecuada.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el informe de otro equipo con propuestas concretas apoyadas en los datos 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 8 · Moverse con leyes

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular velocidades medias, convertir km/h a m/s e interpretar una gráfica posición-tiempo.	◯	◯	◯	◯
Sé aplicar las leyes de Newton a situaciones cotidianas y calcular una fuerza con F = m · a.	◯	◯	◯	◯
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 · Moverse con leyes

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: ejemplos resueltos paso a paso y datos ya dados.

Velocidad media y conversión en tres pasos

1. **Escribe los datos con unidades.** Ejemplo: Δx = 150 m; Δt = 30 s.
2. **Aplica la fórmula** $v = \dfrac{\Delta x}{\Delta t} = \dfrac{150\ \text{m}}{30\ \text{s}} = 5\ \text{m/s}$.
3. **Convierte si hace falta:** $5\ \text{m/s} \cdot 3{,}6 = 18\ \text{km/h}$. De km/h a m/s se divide entre 3,6.

Fuerza y peso: no son lo mismo

La **masa** es la cantidad de materia (kg) y no cambia; el **peso** es una fuerza (N): $P = m \cdot g$. Ejemplo: 3 kg pesan $3 \cdot 9{,}8 = 29{,}4\ \text{N}$.

Para la segunda ley: $F = m \cdot a$. Ejemplo: $2\ \text{kg} \cdot 3\ \text{m/s}^2 = 6\ \text{N}$.

1 **Calcula la velocidad media de cada móvil y conviértela a km/h.**

Móvil	Δx (m)	Δt (s)	v (m/s)	v (km/h)
Corredor	100	20		
Patinete	90	15		

2 **Calcula la fuerza necesaria para dar estas aceleraciones.**

Masa (kg)	Aceleración (m/s²)	F = m · a (N)
2	3	
10	0,5	
60	7	

3 **Marca V (verdadero) o F (falso) y corrige las falsas.**

	V	F
Una recta inclinada en una gráfica posición-tiempo indica velocidad constante.	☐	☐
Para que un coche siga a velocidad constante hace falta siempre una fuerza neta hacia delante.	☐	☐
El cinturón aplica al pasajero la fuerza que lo frena junto con el coche.	☐	☐

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 8 · Moverse con leyes

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Cuánto frena un coche? Calcular la distancia de frenado y la fuerza de rozamiento

Hasta ahora has leído las distancias de frenado en F9. Ahora vas a calcularlas tú con la fórmula $d = \frac{v^2}{2a}$ y a estimar el rozamiento del carrito de la práctica con los datos de F7.

Pasos

1. Calcula la distancia de frenado de un coche a 50 km/h con a = 7 m/s² (seco) y con a = 4 m/s² (mojado). Pasa primero la velocidad a m/s. Compáralo con F9.
2. Calcula cuántos metros recorre un coche a 50 km/h durante un tiempo de reacción de 2 s (conductor distraído con el móvil) y cuánto aumenta la distancia de parada en seco respecto al caso de 1 s.
3. Con los datos de F7 (M = 0,50 kg), calcula para cada masa colgante la fuerza de rozamiento con $F_{\text{roz}} = m \cdot g - (M + m) \cdot a$. ¿Es parecida en las tres pruebas?
4. Explica por qué, al aumentar la masa colgante, la aceleración aumenta pero no llega al valor teórico F/(M + m).

Entrega

Una página con los cálculos de frenado (seco, mojado y con reacción de 2 s), la tabla de rozamientos y una conclusión sobre qué factores alargan la distancia de parada.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 8 · Moverse con leyes

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: m/s; 60 km/h (120 km : 2 h); velocidad constante; sigue en reposo o con velocidad constante.
2. Estimaciones: respuesta abierta. Valores reales del modelo de F9 para contrastar: 30 km/h, 13,3 m; 50 km/h, 27,7 m; 90 km/h, 69,6 m. Suele subestimarse el crecimiento rápido de la distancia con la velocidad.
3. Se pueden contrastar con medidas la de Álex y la de Sara (distancia de parada). La de Lucía confunde fuerza y movimiento: no hace falta fuerza para mantener la velocidad constante; el coche se para porque actúan fuerzas de frenado y rozamiento. La de Hugo se corrige con la inercia.

Ficha 2

1. A: el móvil está parado; B: velocidad constante, recorre lo mismo en cada segundo; C: la velocidad aumenta con el tiempo.
2. 30 km/h = 8,3 m/s, d = 8,3 m; 50 km/h = 13,9 m/s, d = 13,9 m; 90 km/h = 25,0 m/s, d = 25 m; 120 km/h = 33,3 m/s, d = 33,3 m.
3. v = 2400 m : 360 s = 6,67 m/s; en km/h: 6,67 · 3,6 = 24 km/h (también 2,4 km : 0,1 h = 24 km/h).

Ficha 3

1. Pasajera 50 kg: P = 50 · 9,8 = 490 N; F = 50 · 7 = 350 N. Pasajero 80 kg: P = 784 N; F = 560 N. Coche 1200 kg: P = 11 760 N; F = 8400 N.
2. Inercia: primera ley; carrito con doble masa: segunda ley; empujar sobre patines: tercera ley.
3. Diseño modelo: ¿cómo cambia la aceleración del carrito al aumentar la masa colgante? Hipótesis: si cuelgo más masa, entonces el carrito acelerará más (llegará antes al tope), porque la fuerza que tira es mayor ($F = m \cdot g$). VI: masa colgante (20, 40 y 60 g). VD: tiempo en recorrer 0,80 m (s) y aceleración (m/s^2). Controladas: masa del carrito (0,50 kg), distancia (0,80 m), suelo y cuerda. Instrumentos: cronómetro (0,01 s, con incertidumbre humana de 0,1-0,2 s) y cinta métrica (1 mm).

Ficha 4

1. Lista de seguridad: todas marcadas; el responsable de seguridad puede firmar. Comprobar caja con esponja, tope y mesa estable.
2. Rango esperable de la parte A: v = 0,25-0,35 m/s con el juguete del ejemplo; las velocidades x/t deben ser casi iguales entre marcas (MRU). Parte B: 20 g, 2,0-2,7 s; 40 g, 1,4-1,8 s; 60 g, 1,2-1,5 s; los tiempos disminuyen al aumentar la masa. Si el carrito no arranca con 20 g, reducir el rozamiento o subir las masas.
3. Observaciones: respuesta abierta; fallos típicos: cuerda no horizontal, soltar con empujón, cronometrar tarde o pronto, pilas gastadas en el coche de juguete.

Ficha 5

1. El dato anómalo es 1,98 s (los otros son 1,60 y 1,55 s): probablemente se disparó tarde el cronómetro o se soltó con un tirón. Sin él: media = (1,60 + 1,55) : 2 = 1,575 s ≈ 1,58 s; $a = 2 \cdot 0{,}80 : 1{,}575^2 = 0{,}645$ m/s² ≈ 0,65 m/s². Con el dato anómalo la media sería 1,71 s y a = 0,55 m/s², un valor engañoso.
2. Parte A (equipo de prueba): $v = \Delta x/\Delta t = 2{,}00$ m : 6,70 s = 0,30 m/s; la pendiente es 0,30 m/s; $x = 0{,}30 \cdot t$; para t = 10 s, x = 3,0 m (extrapolación válida solo si la velocidad se mantiene constante). La gráfica es una recta que pasa por el origen. Con datos propios, valorar que la tendencia sea recta y que la pendiente tenga unidad m/s.
3. Parte B (equipo de prueba): a = 0,30; 0,65 y 0,98 m/s² para F = 0,196; 0,392 y 0,588 N. La aceleración crece al aumentar la fuerza (casi proporcional, con un pequeño desfase por el rozamiento). F/(M + m) daría 0,38; 0,73 y 1,05 m/s²: los valores medidos son algo menores porque el rozamiento (unos 0,04 N) resta fuerza.
4. Contraste: la hipótesis «más masa colgante, más aceleración» se confirma. Con datos propios, lo valido es lo que muestren.

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar que se miden los tiempos con función de vueltas», «dar la ecuación $x = v \cdot t$»), no genéricas.
2. Recomendación modelo: «A 30 km/h un coche se detiene en unos 13 m (8 m de reacción y 5 m de frenado, en seco) y a 50 km/h en unos 28 m. Delante de un colegio, donde un niño puede aparecer a 20 o 25 m, solo 30 km/h garantiza detenerse a tiempo. Además, por la inercia (primera ley), los pasajeros deben ir con cinturón».

Ficha 7

1. Gráfica: 0 a 10 s, se aleja con v = 40 m : 10 s = 4 m/s (MRU); 10 a 20 s, parada (v = 0); 20 a 30 s, vuelve al origen con v = (0 − 40) m : 10 s = −4 m/s (el signo negativo indica que va en sentido contrario).
2. A 50 km/h: parada en seco 27,7 m > 25 m: no se detiene a tiempo y llega con unos 22 km/h. A 30 km/h: 13,3 m < 25 m: se detiene. Distancia de reacción a 30 km/h: 8,33 m · 1 s = 8,3 m.
3. Inercia: en un frenazo, el cuerpo tiende a seguir a su velocidad y el cinturón le aplica la fuerza que lo frena junto con el coche. F = 70 · 7 = 490 N (y su peso es 686 N; no confundir masa y peso).

Refuerzo (Anexo 8)

1. Corredor: 100 : 20 = 5 m/s = 18 km/h; patinete: 90 : 15 = 6 m/s = 21,6 km/h.
2. F = 2 · 3 = 6 N; 10 · 0,5 = 5 N; 60 · 7 = 420 N.
3. Verdadero; falso (si no hay fuerza neta, la velocidad se mantiene constante; hace falta fuerza para cambiarla); verdadero.

Ampliación (Anexo 9)

1. 50 km/h = 13,89 m/s. Seco: $d = 13{,}89^2 : (2 \cdot 7) = 13{,}8$ m; mojado: $13{,}89^2 : (2 \cdot 4) = 24{,}1$ m; coinciden con F9.
2. Con reacción de 2 s: 13,89 · 2 = 27,8 m (en lugar de 13,9 m); parada en seco 27,8 + 13,8 = 41,6 m, es decir, 13,9 m más que con 1 s.
3. Rozamiento: 20 g: 0,196 − 0,52 · 0,30 = 0,04 N; 40 g: 0,392 − 0,54 · 0,645 = 0,044 N; 60 g: 0,588 − 0,56 · 0,977 = 0,041 N; es casi constante (≈ 0,04 N) porque no depende de la masa colgante.
4. La fuerza que acelera es P − F_roz y se mueve toda la masa (M + m); el rozamiento resta fuerza, por eso la aceleración medida es menor que la teórica.

⚠ Errores frecuentes

- Confundir velocidad con aceleración, o creer que una recta inclinada en la gráfica x-t es un móvil acelerado.
- Olvidar convertir km/h a m/s antes de calcular, o dividir entre 3,6 cuando había que multiplicar.
- Confundir masa (kg) y peso (N), o usar los gramos de la masa colgante sin pasar a kg en $F = m \cdot g$.
- Pensar que hace falta una fuerza para mantener un movimiento a velocidad constante (idea de Lucía en F1).
- Creer que las fuerzas de acción y reacción se anulan: actúan en cuerpos distintos.
- Calcular $a = 2d/t^2$ con la media sin descartar el dato anómalo, o unir los puntos de la gráfica con segmentos en lugar de trazar la tendencia.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de los datos propios, aunque no coincida con la predicción inicial.
- Valorar los cálculos con unidades, la conversión correcta y la comprobación de que el resultado tiene sentido (por ejemplo, la velocidad del coche de juguete es de unos 1 km/h).
- Los datos de F6, F7 y F9 son ilustrativos: no deben presentarse como estadísticas oficiales. Si se citan datos de la DGT, que el alumnado los contraste en la fuente oficial.
- Seguridad: caja con esponja bajo la masa, tope y mesa estable; no usar personas, bicicletas ni vehículos reales como móviles experimentales.

09

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Fuerzas invisibles

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo sabemos que existen fuerzas aunque no haya contacto entre los cuerpos?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · D
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE6	PRODUCTO FINAL Galería experimental de fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 2.1, 2.2, 3.1, 3.3, 6.1

Contexto, reto y producto

El instituto participa en la Semana de la Ciencia con una galería abierta a las familias y al alumnado de primaria del barrio. La comisión de la galería ha dejado una hoja pegada en la puerta del laboratorio con tres retos muy sencillos: un globo que atrae papelitos sin tocarlos, un clip que se mueve hacia un imán antes de llegar a él y una masa que «tira» de un muelle sin que nadie la empuje. Los visitantes preguntan siempre lo mismo: «¿Pero qué empuja o tira, si no hay nada en medio?». Y alguien siempre responde «es magia» o «es la energía».

Esta situación convierte al alumnado en **comisariado científico de la galería**. Aprende que una fuerza es una interacción que se describe con una flecha y se mide en **newton** con un dinamómetro; que la **gravedad**, la **fuerza eléctrica** y la **fuerza magnética** actúan **a distancia**; que el **peso** ($P = m \cdot g$) no es la masa; que la **electrización** se explica con un modelo de transferencia de electrones, y que los imanes tienen **polos** y solo atraen ciertos materiales. Para que la galería sea creíble, cada estación aporta una **evidencia medida** (peso, papelitos atraídos y distancia de atracción), con repeticiones, una gráfica y una conclusión que dice también hasta dónde llega lo que se ha probado.

Reto

Montar una galería de tres estaciones (gravitatoria, eléctrica y magnética) en la que cada experimento aporte una evidencia medida de que la fuerza actúa a distancia, con su explicación, su gráfica y sus límites, para que un visitante de primaria la entienda sin ayuda.

Producto final

Galería experimental de fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos.

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.

2.2 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.

3.3 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
D4	Fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos: experimentos sencillos que evidencian la relación con las fuerzas de la naturaleza.

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.
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.
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

- Fuerzas a distancia frente a fuerzas de contacto: una fuerza se representa con una flecha, se mide en newton (N) con un dinamómetro y puede actuar sin que los cuerpos se toquen.
- Gravedad: el peso es la fuerza con que la Tierra atrae a un cuerpo; $P = m \cdot g$ con $g = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$ en la Tierra; la masa no cambia de un astro a otro, el peso sí.
- Electrización: frotamiento y transferencia de electrones, carga negativa y positiva, atracción entre cargas distintas y repulsión entre iguales; influencia de la humedad y del material.
- Magnetismo: polos norte y sur, atracción y repulsión, materiales atraídos (hierro, acero), brújula y la Tierra como imán; el efecto disminuye con la distancia.
- Evidencia experimental y cultura científica: pruebas justas, repeticiones y dato anómalo; de Tales y Gilbert a Newton, Émilie du Châtelet y Coulomb, y la ciencia como conocimiento revisable.

Objetivos didácticos

- Explicar con evidencias qué es una fuerza, distinguir las de contacto de las que actúan a distancia y representarlas con flechas y con su unidad, el newton (N).
- Calcular el peso con $P = m \cdot g$, distinguirlo de la masa y compararlo en la Tierra, la Luna y otros astros con los datos de una tabla.
- Describir la electrización por frotamiento con el modelo de transferencia de electrones y predecir si dos cuerpos cargados se atraen o se repelen.
- Describir las propiedades de los imanes (polos, materiales que atraen, acción a través de otros materiales y disminución con la distancia) y compararlas con la fuerza eléctrica.
- Diseñar pruebas justas, anotar datos con repeticiones, representar una gráfica peso-masa, detectar un dato anómalo y redactar una conclusión proporcionada a la evidencia.

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 de la galería, diagnóstico inicial y primeras predicciones sobre las tres estaciones

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

2

SESIÓN 2

Fuerzas a distancia: gravedad, electrización y magnetismo; modelo de electrones, polos y breve historia (F2, F3, F9)

Evidencia: Ficha 2: clasificación de fenómenos, modelo de electrización completado y relación de científicos con sus aportaciones.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Cálculo de pesos y masas con $P = m \cdot g$ (F5) y diseño de una prueba justa para la estación magnética

Evidencia: Ficha 3: tabla de pesos en distintos astros, verdadero o falso sobre masa y peso, y tabla de diseño.

Ficha: Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Trabajo experimental por estaciones (A, B y C) siguiendo el protocolo y las normas de seguridad (F4)

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

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: medias, gráfica peso-masa, dato anómalo y contraste con las predicciones (F6, F7, F8)

Evidencia: Ficha 5: gráfica peso-masa, tratamiento del dato anómalo y tabla predicción-datos.

Ficha: Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador de la galería (Anexo 4) y revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: lista de revisión cruzada y propuestas de mejora.

Ficha: Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación de la galería y evidencia individual: pulsera magnética, astronauta con equipo y dos globos que se repelen

Evidencia: Galería final (Anexo 4) y Ficha 7: diseño, cálculo y explicación individuales.

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 la caída de una masa, la atracción de papelitos y la del clip son fuerzas a distancia, con el modelo de electrones y los polos magnéticos.	Fichas 2 y 7 / lista de cotejo y rúbrica
2.1	Distinción entre una afirmación comprobable y la de la pulsera magnética, y formulación de hipótesis y pregunta investigable en cada estación.	Fichas 1, 2 y 7 / rúbrica
2.2	Prueba justa para la estación magnética (nº de imanes como variable independiente) y propuesta de repeticiones, y conclusión que acepta o rechaza cada hipótesis.	Fichas 3 y 5 y galería (Anexo 4) / rúbrica
3.1	Tablas con tres repeticiones, medias, gráfica peso-masa con sus ejes, identificación del dato anómalo (150 g, 1,65 N) y cálculo de pesos con P = m·g.	Fichas 3, 4 y 5 / rúbrica
3.3	Cumplimiento de la lista de seguridad (dinamómetro, globos, imanes), orden del puesto y recogida de papelitos, globos y clips.	Ficha 4 / observación sistemática
6.1	Relación de Tales, Gilbert, Newton, Émilie du Châtelet y Coulomb con sus aportaciones y explicación de por qué la teoría de la gravedad se ha revisado.	Fichas 2 y 6 / lista de cotejo

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica las tres fuerzas a distancia con flechas y con el modelo (peso, electrones, polos), distingue masa de peso y reconoce los límites de cada experimento.	Explica correctamente las tres estaciones con alguna imprecisión en el modelo o en la distinción masa-peso.	Explica una o dos estaciones; confunde masa y peso o no justifica la repulsión.	Atribuye los fenómenos a «magia», «energía» o contacto invisible sin explicación.

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Datos y resolución	Tablas con repeticiones y medias, gráfica peso-masa bien escalada, dato anómalo tratado y cálculos de $P = m \cdot g$ con unidades.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan repeticiones, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos sin tabla ni cálculos; confunde kg y N.
Investigación	Hipótesis y predicciones en las tres estaciones, una sola variable cambiada, controladas explícitas y conclusión proporcionada a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables a la vez o la conclusión excede los datos.	No distingue predicción, dato y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Aplica las normas (dinamómetro, globos, imanes), recoge el puesto y usa con precisión «fuerza», «peso», «carga» y «polo».	Cumple las normas y usa el vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios; mezcla términos como peso y masa.	Incumple normas o comunica sin vocabulario científico.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa la galería 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 (estación A): dinamómetro de 2,5 N con resolución de 0,05 N, 5 masas marcadas de 50 g con gancho y soporte con varilla para colgarlo.
- Por equipo (estación B): 2 globos de látex hinchados a unos 20 cm (o regla de plástico si hay alergia al látex), paño de lana, 60 cm de hilo, cinta de carrocero y 30 trocitos de papel de unos 5 mm sobre una cartulina.
- Por equipo (estación C): 3 imanes de ferrita iguales (de nevera o de disco), 6 clips de acero, brújula, regla milimetrada, hoja de papel, lámina de plástico y lámina de aluminio de cocina.
- Fichas del Anexo 3 y plantilla de la galería (Anexo 4); móvil o tableta opcional para consultar la simulación de cargas y fuerzas.

Seguridad y residuos

Actividad de bajo riesgo, sin calor, llama ni productos químicos. Dinamómetro: no superar 2,5 N y no dejar caer las masas sobre los pies (trabajar sobre la mesa). Globos: no hincharlos en exceso (pueden estallar), preguntar antes por posibles alergias al látex y recoger cualquier trozo de globo roto. Imanes: alejarlos de móviles, tarjetas y relojes, y no dejar que se peguen de golpe sobre los dedos. Al terminar, recoger papelitos y clips y llevar los globos y papeles rotos al contenedor del aula; no se generan 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 F5 con el cálculo del peso ya planteado, receta de la estación en pasos cortos con imágenes (F4 y F9) y datos de F6 y F7 para quien no complete su práctica.

Ampliación

Anexo 9

Estudiar cómo cambia g con la altura (Anexo 9) y explicar por qué los astronautas de la estación espacial flotan aunque la gravedad sigue actuando.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 9 · Fuerzas invisibles

ALUMNADO

La Semana de la Ciencia llega al instituto y os han encargado la galería «Fuerzas invisibles». Tres estaciones, tres misterios: un globo que atrae papelitos sin tocarlos, un clip que salta hacia un imán y una masa que tira de un muelle sin que nadie la empuje. Los visitantes preguntarán: «¿Qué las mueve, si no hay nada en medio?». Vuestro trabajo es responder con evidencias, no con magia: medir, repetir, comparar y explicar con el modelo adecuado. Al final, cada estación tendrá su dato, su gráfica y una explicación que entienda un niño de primaria.

> *¿Cómo sabemos que existen fuerzas aunque no haya contacto entre los cuerpos?*

Vuestro reto

Montar una galería de tres estaciones (gravitatoria, eléctrica y magnética) en la que cada experimento aporte una evidencia medida de que la fuerza actúa a distancia, con su explicación, su gráfica y sus límites, para que un visitante de primaria la entienda sin ayuda.

Lo que vais a producir

Galería experimental de fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos.

Seguridad. Actividad de bajo riesgo, sin calor, llama ni productos químicos. Dinamómetro: no superar 2,5 N y no dejar caer las masas sobre los pies (trabajar sobre la mesa).

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos la galería, hacemos el diagnóstico y apostamos qué pasará en cada estación.
2. Aprendemos qué es una fuerza a distancia y repasamos el modelo de electrones y los polos.
3. Calculamos pesos con P = m·g y diseñamos una prueba justa para los imanes.
4. Recorremos las tres estaciones, medimos con seguridad y anotamos tres repeticiones.
5. Calculamos medias, dibujamos la gráfica peso-masa y buscamos el dato raro.
6. Escribimos el borrador de la galería y otro equipo lo revisa.
7. Presentamos la galería y resolvemos, cada uno, tres casos nuevos.

Al terminar seré capaz de...

- Explicar con evidencias qué es una fuerza, distinguir las de contacto de las que actúan a distancia y representarlas con flechas y con su unidad, el newton (N).
- Calcular el peso con $P = m \cdot g$, distinguirlo de la masa y compararlo en la Tierra, la Luna y otros astros con los datos de una tabla.
- Describir la electrización por frotamiento con el modelo de transferencia de electrones y predecir si dos cuerpos cargados se atraen o se repelen.
- Describir las propiedades de los imanes (polos, materiales que atraen, acción a través de otros materiales y disminución con la distancia) y compararlas con la fuerza eléctrica.
- Diseñar pruebas justas, anotar datos con repeticiones, representar una gráfica peso-masa, detectar un dato anómalo y redactar una conclusión proporcionada a la evidencia.

¿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 invisibles

ALUMNADO

Lo necesario para montar la galería sin búsquedas improvisadas: el caso de los visitantes, una breve historia de las fuerzas a distancia, esquemas de las tres estaciones y del modelo de cargas y polos, la tabla de gravedad de varios astros con un ejemplo resuelto, el protocolo, los datos de un equipo de prueba con sus gráficas y un glosario.

F1 Las preguntas de la galería

ESTUDIO DE CASO

Estas son las frases que se oyeron en el ensayo de la galería, con los visitantes ya delante de las estaciones:

- **Valentina (6.º de primaria):** «Si el imán no toca el clip, no puede tirar de él. Seguro que hay un hilo invisible».
- **Hugo (visitante):** «En el espacio no hay gravedad, por eso los astronautas flotan».
- **Irene (madre de un alumno):** «El globo se pega a la pared porque tiene pegamento. Lo que no sé es por qué se pegan los papelitos».
- **Mateo (profesor de Tecnología):** «Mi imán de nevera sujeta una nota. ¿Sujetaría también una hoja de aluminio?».

La comisión os pide que cada estación aporte **evidencias**: algo que se pueda medir, repetir y comparar. Una fuerza no se ve, pero sus efectos sí: un cuerpo cambia de movimiento, se deforma o queda sujeto. Con un **dinamómetro** (muelle con escala) se mide en newton.

Fuente: Caso ficticio creado para el aula; las frases de los visitantes recogen ideas previas habituales del alumnado.

¿Qué frase de F1 se puede comprobar con un experimento de la galería? ¿Cuál necesita una explicación sobre lo que ocurre a escala de partículas?

F2 Cómo se descubrieron las fuerzas a distancia

CRONOLOGÍA

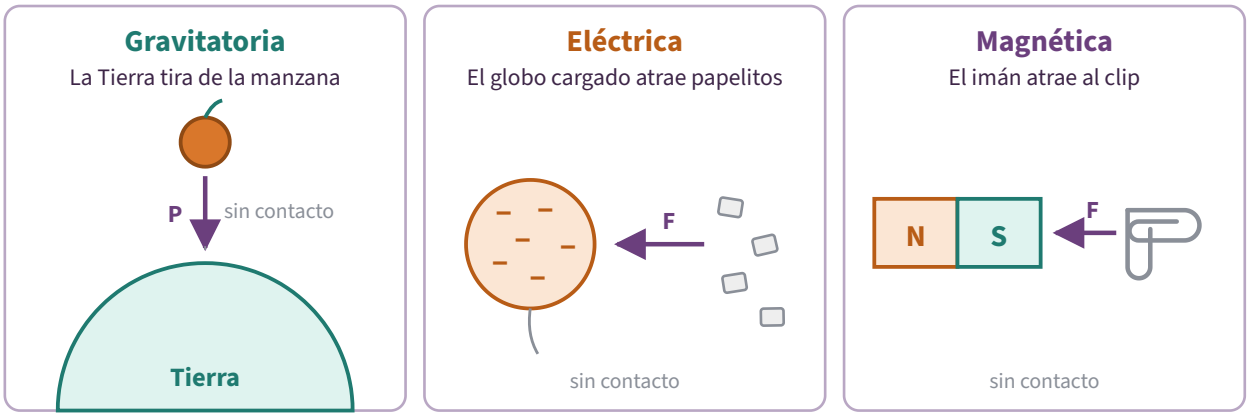
c. 600 a. C.	Tradición atribuida a Tales de Mileto: el ámbar frotado atrae cuerpos ligeros. En griego, ámbar se dice «elektron».
1269	Pedro Peregrino de Maricourt describe en una carta los polos de un imán y la aguja de la brújula.
1600	William Gilbert publica De Magnete: distingue la atracción eléctrica de la magnética y propone que la Tierra se comporta como un gran imán.
1687	Isaac Newton publica los Principia con la ley de gravitación universal: una misma interacción explica la caída de los cuerpos y el movimiento de la Luna.
1759	Se publica la traducción al francés de los Principia con comentarios de Émilie du Châtelet (fallecida en 1749); durante siglos fue la versión de referencia.
1785	Charles-Augustin de Coulomb mide con una balanza de torsión la fuerza entre cargas: disminuye al aumentar la distancia.
1798	Henry Cavendish mide con una balanza de torsión la atracción entre esferas de plomo; de ahí se deduce la masa de la Tierra.
1820	Hans Christian Ørsted observa que una corriente eléctrica desvía la aguja de una brújula: electricidad y magnetismo están relacionados.
1915	Albert Einstein propone la relatividad general, que describe la gravedad como una curvatura del espacio-tiempo; para objetos cotidianos, la ley de Newton sigue funcionando muy bien.

Fuente: Elaboración propia a partir de fuentes históricas generales; las fechas son las de las obras citadas.

La teoría de la gravedad de Newton fue después revisada. ¿Significa eso que estaba «mal»? ¿Por qué sigue usándose para calcular pesos?

F3 Tres fuerzas que actúan a distancia

ESQUEMA



Las flechas violeta son fuerzas: actúan aunque los cuerpos no se toquen.

Fuente: Esquema de elaboración propia. Las flechas indican la fuerza que recibe el cuerpo pequeño; no están a escala.

En cada caso, ¿qué cuerpo recibe la fuerza y hacia dónde apunta la flecha? ¿Qué cuerpo la ejerce?

F4 Protocolo de laboratorio: las tres estaciones de la galería

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): dinamómetro de 2,5 N (resolución 0,05 N), 5 masas marcadas de 50 g, soporte con varilla; 2 globos de látex, paño de lana, 60 cm de hilo, cinta de carrocero y 30 trocitos de papel de 5 mm; 3 imanes de ferrita, 6 clips de acero, brújula, regla milimetrada, hoja de papel, lámina de plástico y lámina de aluminio.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgos: caída de las masas, estallido del globo, alergia al látex y pellizco con los imanes. Precauciones: trabajar sobre la mesa, no superar 2,5 N en el dinamómetro, no sobrehinchar los globos, usar regla de plástico en lugar de globo si hay alergia y alejar los imanes de móviles y tarjetas.

Variables: A, independiente: masa colgada; dependiente: peso medido. B, independiente: número de frotamientos; dependiente: papelitos atraídos (de 30). C, independiente: número de imanes apilados; dependiente: distancia a la que el clip empieza a moverse (mm). Se controla el material, la superficie, la distancia inicial y quién realiza cada medida.

Procedimiento:

1. **Estación A.** Con el dinamómetro colgado y sin masa, comprobad que marca 0 N. Colgad 50 g, esperad a que quede quieto y leed el peso. Repetid con 100, 150, 200 y 250 g. Anotad cada valor en N con dos decimales (0,05 N de resolución).
2. **Estación B.** Hinchad el globo a unos 20 cm. Frotadlo 5 veces con la lana y acercadlo a 1 cm de los papelitos sin tocarlos. Contad cuántos se levantan. Repetid 3 veces con 5, 10, 20 y 30 frotamientos (el globo se descarga entre medidas tocándolo con la mano).
3. **Estación B (comprobación).** Colgad dos globos del hilo, pegados a la mesa con cinta, a unos 5 cm entre sí. Frotad ambos con la lana y soltadlos: observad si se atraen o se repelen. Después acercad la lana a uno de ellos.
4. **Estación C.** Colocad un clip sobre la mesa. Con un imán sobre la regla, acercadlo despacio desde 30 mm y anotad la distancia a la que el clip empieza a moverse. Repetid 3 veces con 1, 2 y 3 imanes apilados.
5. **Estación C (comprobación).** Interponed entre el imán y el clip, uno a uno, la hoja de papel, la lámina de plástico y la lámina de aluminio y anotad si el clip sigue siendo atraído. Con la brújula, acercad un imán y anotad hacia qué polo se orienta la aguja.
6. Rotad los roles (medidor, anotador, responsable de seguridad) en cada estación.

Limpieza y residuos: recoged los papelitos y los clips, devolved las masas y los imanes a su caja y llevad los globos rotos y los papeles al contenedor del aula. No se generan residuos peligrosos.

Resultado esperable (rangos orientativos; la humedad cambia mucho el resultado en B): A, el peso en N es unas 9,8 veces la masa en kg, con diferencias de 0,05 N. B, con 5 frotamientos, 2-5 papelitos; con 30, 14-20 (en un día muy húmedo, casi ninguno). C, con 1 imán, 8-15 mm; con 3 imanes, 16-24 mm. Papel, plástico y aluminio no impiden la atracción.

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

En la estación B, ¿qué crees que pasaría en un día muy húmedo? ¿Por qué hay que descargar el globo entre medidas?

F5 La gravedad en distintos astros y un ejemplo resuelto

DATOS

Astro	g (N/kg)	Peso de 60 kg (N)	Peso de 200 kg (N)
Luna	1,6	96	320
Mercurio	3,7	222	740
Marte	3,7	222	740
Venus	8,9	534	1780
Tierra	9,8	588	1960
Júpiter	24,8	1488	4960

Fórmula: $P = m \cdot g$, con P en newton (N), m en kilogramo (kg) y g en N/kg. La masa (cuánta materia) no depende del astro; el peso (la fuerza con que el astro atrae) sí.

Ejemplo resuelto 1. Una astronauta con traje tiene una masa de 60 kg. ¿Cuánto pesa en la Tierra y en la Luna?

1. Tierra: $P = 60\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} = 588\ \text{N}$.
2. Luna: $P = 60\ \text{kg} \cdot 1{,}6\ \text{N/kg} = 96\ \text{N}$.
3. Su masa sigue siendo 60 kg en los dos sitios. Su peso en la Luna es unas 6 veces menor: $\frac{9{,}8}{1{,}6} \approx 6{,}1$.

Ejemplo resuelto 2 (al revés). El dinamómetro marca 2,45 N. $m = \frac{P}{g} = \frac{2{,}45\ \text{N}}{9{,}8\ \text{N/kg}} = 0{,}25\ \text{kg} = 250\ \text{g}$.

Fuente: Valores de la gravedad en la superficie redondeados a partir de las fichas planetarias de NASA (Planetary Fact Sheet). Peso calculado con P = m·g.

¿Por qué una balanza de cocina que marca «kg» está midiendo, en realidad, un peso? ¿Marcaría lo mismo en la Luna?

F6 Datos de un equipo de prueba: estación A (dinamómetro)

DATOS

Masa colgada (g)	Masa (kg)	Peso medido (N)	Peso / masa (N/kg)
50	0,05	0,50	10,0
100	0,10	1,00	10,0
150	0,15	1,65	?
200	0,20	1,95	9,75
250	0,25	2,45	9,80

Cómo se calcula: la última columna es el peso dividido entre la masa en kg. El equipo anotó que la lectura de 150 g se hizo «mientras el muelle todavía oscilaba».

Fuente: Datos ilustrativos, obtenidos con un dinamómetro escolar de 2,5 N con resolución de 0,05 N; la fila de 150 g contiene un dato anómalo a propósito.

En la fila de 150 g hay un dato que no encaja. ¿Cuál es el valor de peso/masa y qué pudo pasar?

F7 Datos de un equipo de prueba: estaciones B y C

DATOS

Estación	Condición	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Media
B. Globo (nº de papelitos)	5 frotamientos	3	4	2	3,0
B. Globo (nº de papelitos)	10 frotamientos	7	8	7	7,3
B. Globo (nº de papelitos)	20 frotamientos	12	13	14	13,0
B. Globo (nº de papelitos)	30 frotamientos	15	16	15	15,3
C. Imán (distancia en mm)	1 imán	11	12	12	11,7
C. Imán (distancia en mm)	2 imanes	16	17	17	16,7
C. Imán (distancia en mm)	3 imanes	19	20	21	20,0

Comprobaciones: dos globos frotados con la misma lana se **repelieron**; un globo y la lana con la que se frotó se **atrajeron**. Con el imán, el papel, el plástico y el aluminio **no** impidieron que el clip se moviera. La aguja de la brújula giró hacia el polo opuesto al que se le acercaba.

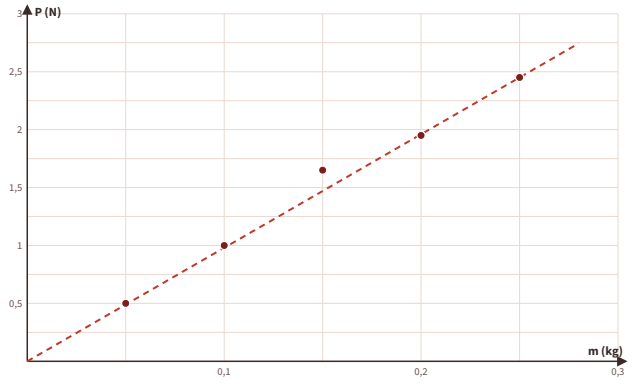
Fuente: Datos ilustrativos obtenidos en un día de humedad media (50 %); varían con la humedad, la lana, el globo y el imán. Papelitos de 5 mm, 30 en total.

¿Crecen los papelitos de forma proporcional al número de frotamientos? ¿Qué pasa al pasar de 20 a 30 frotamientos?

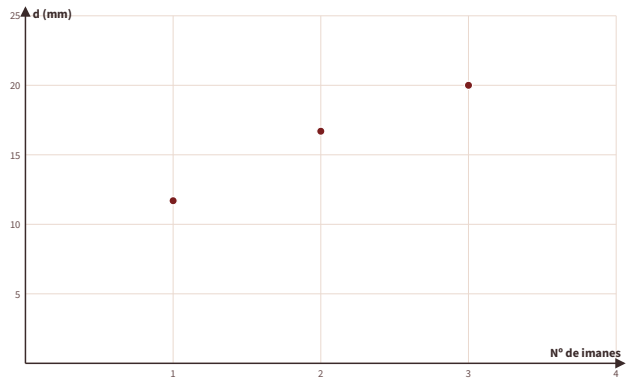
F8 Gráficas de los datos de F6 y F7

GRÁFICO

PESO FRENTE A MASA (ESTACIÓN A)



DISTANCIA DE ATRACCIÓN FRENTE A Nº DE IMANES (ESTACIÓN C)



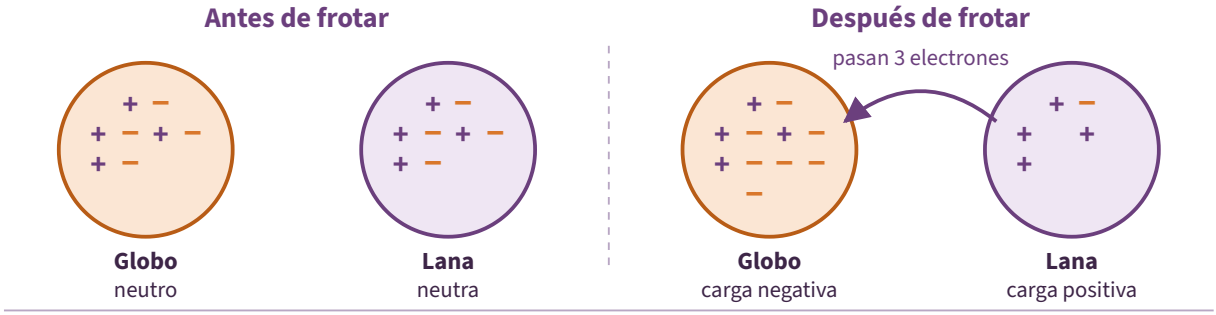
En la primera gráfica, los puntos de 50, 100, 200 y 250 g siguen una **recta que pasa por el origen**: el peso es **proporcional** a la masa. El punto de 150 g queda muy por encima de la recta. En la segunda, la distancia crece con cada imán, pero **cada imán añadido aporta menos** que el anterior.

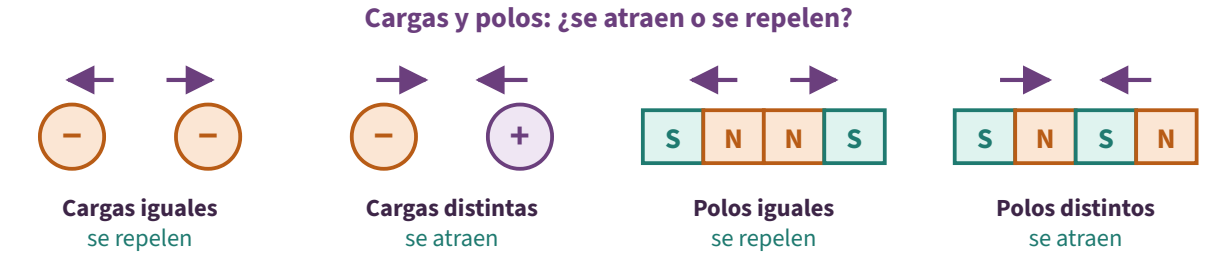
Fuente: Gráficas de elaboración propia con los datos ilustrativos de F6 y F7. Los puntos son medidas; la línea discontinua de la primera gráfica es la tendencia $P = 9{,}8 \cdot m$.

¿Qué significa que la gráfica P-m sea una recta que pasa por el origen? ¿Qué valor tiene la pendiente?

F9 Modelo de electrización, cargas y polos

ESQUEMA





Orden orientativo de tendencia a ceder electrones al frotar (de más a menos): lana, papel, látex (globo), plástico PVC. Cambia con la humedad y el estado de las superficies, así que en el laboratorio lo que cuenta es lo que se observa.

Fuente: Esquema de elaboración propia. En un cuerpo neutro hay el mismo número de cargas positivas (en los núcleos) que de electrones (negativos). Solo se mueven los electrones.

Tras frotar, el globo y la lana tienen cargas de signo contrario: ¿se atraerán o se repelerán? ¿Y dos globos frotados con la misma lana?

F10 Vocabulario de la galería

GLOSARIO

Fuerza	Interacción entre dos cuerpos que puede cambiar su movimiento o deformarlos. Se mide en newton (N) con un dinamómetro.
Fuerza a distancia	Fuerza que actúa sin que los cuerpos se toquen: gravitatoria, eléctrica y magnética.
Peso	Fuerza con que un astro atrae a un cuerpo: $P = m \cdot g$, en newton.
Masa	Cantidad de materia de un cuerpo; se mide en kilogramo y no cambia de un astro a otro.
Gravedad (g)	Fuerza por kilogramo cerca de la superficie de un astro: $9{,}8\ \mathrm{N/kg}$ en la Tierra, $1{,}6\ \mathrm{N/kg}$ en la Luna.
Electrización	Hecho de que un cuerpo quede con carga eléctrica por ganar o perder electrones, por ejemplo al frotarlo.
Carga eléctrica	Propiedad de la materia que puede ser positiva o negativa. Cargas iguales se repelen y cargas distintas se atraen.
Polo magnético	Extremo de un imán donde su efecto es mayor: norte (N) o sur (S). Polos iguales se repelen y distintos se atraen.
Dinamómetro	Instrumento con un muelle y una escala para medir fuerzas en newton.
Dato anómalo	Medida que se aleja mucho de las demás por un error; se revisa y, si se justifica, se descarta.

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 3.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 9 · Fuerzas invisibles

ALUMNADO

FICHA 1 Las preguntas de la galería

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa el esquema F3. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

La unidad de fuerza del Sistema Internacional es…

☐ el newton (N) ☐ el kilogramo (kg) ☐ el vatio (W)

Si acercas los polos norte de dos imanes…

☐ se atraen ☐ se repelen ☐ no pasa nada

En la Luna, un astronauta tiene…

☐ la misma masa y menos peso ☐ menos masa y el mismo peso ☐ la misma masa y el mismo peso

Un imán atrae…

☐ cualquier metal ☐ objetos de hierro o acero, como un clip ☐ el plástico y la madera

2 **Antes de experimentar, apuesta: ¿qué pasará en cada estación? Justifica tu predicción.**

Si cambio…	Mi predicción	Por qué lo creo
Estación A: cuelgo el doble de masa del dinamómetro		
Estación B: froto más veces el globo con la lana		
Estación C: apilo más imanes		

3 **Con F1 y F3: ¿qué tienen en común el globo, el imán y la masa colgada? ¿En qué se diferencian de empujar una mesa con la mano?**

FICHA 2 Fuerzas a distancia: modelos e historia

Sesión 2

Usa los esquemas F3 y F9, la cronología F2 y el glosario F10.

1 **Clasifica cada fenómeno según la fuerza que interviene: gravitatoria (G), eléctrica (E) o magnética (M), y di si hay contacto entre los cuerpos.**

Fenómeno	G, E o M	¿Hay contacto?
Una manzana cae de un árbol		
El pelo se levanta al quitarse un jersey de lana		
La aguja de una brújula señala al norte		
Una nota queda sujeta a la nevera con un imán		
La Luna gira alrededor de la Tierra		

2 **Completa el modelo de electrización de F9.**

Al frotar el globo con la lana pasan _____ de la lana al globo.

El globo gana electrones y queda con carga _____ .

La lana pierde electrones y queda con carga _____ .

Dos globos frotados con la misma lana tienen cargas _____ y por eso se _____ .

Un globo y la lana con la que se frotó tienen cargas _____ y por eso se _____ .

3 **Relaciona cada persona de F2 con su aportación (escribe la letra).**

1 Tales de Mileto ●	● a Publicó los Principia con la gravitación universal
2 William Gilbert ●	● b Observó que el ámbar frotado atrae cuerpos ligeros
3 Isaac Newton ●	● c Tradujo y comentó los Principia al francés
4 Émilie du Châtelet ●	● d Distinguió la fuerza eléctrica de la magnética en De Magnete

FICHA 3 Pesos, masas y prueba justa

Sesión 3

Consulta la tabla F5 y el protocolo F4. Usa $P = m \cdot g$ con $g = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$ en la Tierra.

1 **Calcula el peso en la Tierra de cada objeto. Pasa antes la masa a kg.**

Objeto	Masa	Masa en kg	Peso en la Tierra (N)
Mochila	6 kg		
Balón	450 g		
Manzana	200 g		
Alumna	52 kg		

2 **Un robot de 200 kg viaja a Marte. Con los valores de g de F5, calcula su peso en la Tierra, en Marte y en la Luna, y explica qué ocurre con su masa.**

3 **Verdadero o falso.**

	V	F
La masa de un astronauta es menor en la Luna que en la Tierra.	☐	☐
El peso de un astronauta es menor en la Luna que en la Tierra.	☐	☐
El newton es una unidad de masa.	☐	☐
Un objeto de 3 kg pesa unos 29,4 N en la Tierra.	☐	☐

4 **Diseña una prueba justa para la estación C: ¿influye el número de imanes en la distancia a la que se mueve un clip?**

Variable independiente (valores)	Variable dependiente (unidad)	Variables controladas	Repeticiones

FICHA 4 En el laboratorio: tres estaciones

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F4. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista. Rotad los roles en cada estación.

1 Lista de seguridad (marcad antes de empezar).

- [ ] El dinamómetro marca 0 N en vacío y no se supera 2,5 N
- [ ] No hay mochilas ni objetos en la mesa que puedan caer
- [ ] Los globos no están sobrehinchados y no hay alergia al látex en el equipo
- [ ] Los imanes están lejos de móviles y tarjetas
- [ ] Cada persona conoce su rol
- [ ] Sabemos dónde se recogen los papelitos y los globos rotos

2 Estación A. Anotad el peso de cada masa (N, con dos decimales).

Masa (g)	Masa (kg)	Peso medido (N)	Peso / masa (N/kg)
50			
100			
150			
200			
250			

3 Estación B. Anotad el número de papelitos (de 30) que se levantan y la media.

Condición	Medida 1	Medida 2	Medida 3	Media
5 frotamientos				
10 frotamientos				
20 frotamientos				
30 frotamientos				

4 Estación C. Anotad la distancia a la que el clip empieza a moverse (mm) y la media.

Condición	Medida 1 (mm)	Medida 2 (mm)	Medida 3 (mm)	Media (mm)
1 imán				
2 imanes				
3 imanes				

5 **Comprobaciones: ¿qué ocurrió con los dos globos frotados con la misma lana? ¿Y con el clip al interponer papel, plástico y aluminio?**

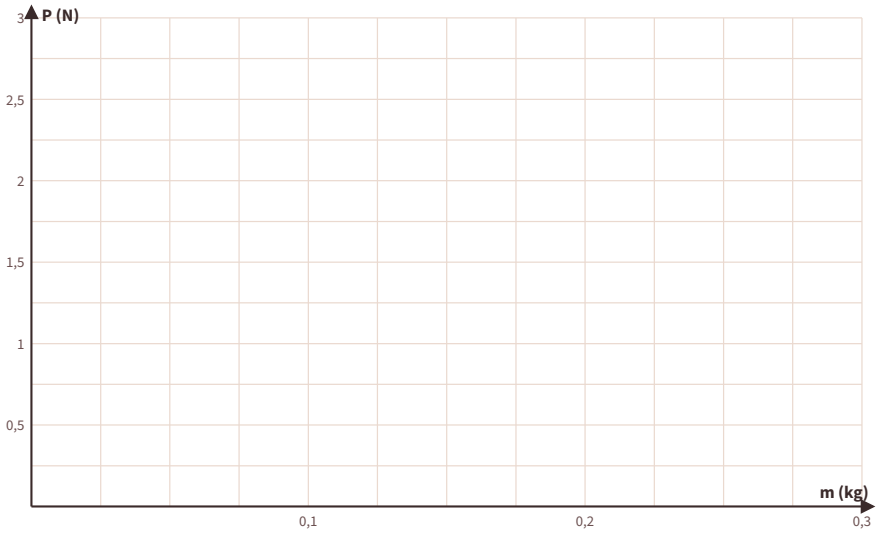
FICHA 5 Tratamos los datos y buscamos el error

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F6, F7 y F8).

1 **En F6, la fila de 150 g tiene un dato anómalo. Calcula su peso/masa, di qué peso se esperaría y explica qué pudo pasar.**

2 **Representa tus datos de peso frente a masa (sin el dato anómalo, si lo hay). Rotula los ejes con magnitud y unidad y traza la recta que mejor se ajusta.**



3 **Calcula el cociente peso/masa con el dato más alto de la recta y compáralo con $g = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$. ¿Qué indica sobre la relación entre peso y masa?**

4 **Compara los resultados con tus predicciones de la ficha 1. ¿Qué hipótesis se aceptan y cuáles se rechazan? Indica un límite de la estación B (humedad, tipo de lana, saturación).**

Estación	Mi predicción	Lo que dicen los datos	¿Hipótesis aceptada?
A. Gravedad			
B. Electrización			
C. Imanes			

FICHA 6 Escribimos y revisamos la galería

Sesión 6

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

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

- ☐ Cada estación tiene pregunta, hipótesis, dato y conclusión
- ☐ Los pesos se dan en N y las masas en kg
- ☐ Hay una gráfica peso-masa con ejes rotulados
- ☐ Explica la electrización con electrones y distingue carga positiva y negativa
- ☐ Explica que los imanes atraen hierro y acero y tienen polos
- ☐ Dice que son fuerzas a distancia y qué prueba lo demuestra
- ☐ Indica límites (humedad, resolución del dinamómetro, dato anómalo)
- ☐ Un visitante de primaria lo entendería sin ayuda

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

3 **¿Qué cambiaríais en vuestra propia galería tras leer la del otro equipo?**

FICHA 7 Evidencia individual: tres casos nuevos

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica todo lo aprendido a casos nuevos.

1 **Una tienda anuncia una pulsera magnética que «reduce el dolor de espalda». Completa el diseño de una prueba para comprobarlo y di si la afirmación, tal y como está, es comprobable.**

Apartado	Mi diseño
Pregunta investigable	
Hipótesis (si…, entonces…)	
Variable independiente	
Variable dependiente y cómo se mide	
Variables controladas	
Cómo evitar que influya lo que cree cada persona	

2 **Una astronauta con equipo tiene una masa total de 120 kg. Calcula su peso en la Tierra y en la Luna ($g = 1{,}6\ \mathrm{N/kg}$) y explica qué magnitud cambia y cuál no.**

3 **Explica con el modelo de electrones por qué dos globos frotados con la misma lana se repelen. Haz un dibujo de las cargas.**

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 9 · Fuerzas invisibles

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Galería de «Fuerzas invisibles» del equipo. Escribid con frases completas; pesos en N, masas en kg y distancias con su unidad.

Título y equipo

Nombre de la galería, equipo y roles.

Pregunta guía y qué es una fuerza a distancia

¿Cómo sabemos que existen fuerzas sin contacto?

Estación A: gravitatoria

Montaje, datos y conclusión ($P = m \cdot g$).

Estación B: eléctrica

Modelo de electrones, datos y conclusión.

Estación C: magnética

Polos, distancia, datos y conclusión.

Gráfica peso-masa

Ejes con magnitud y unidad; puntos y recta.

Evidencia de que hay fuerza a distancia

¿Qué dato o comprobación de cada estación lo demuestra?

Conclusión y límites

Qué se ha probado, qué no y qué mejoraríais.

Seguridad y recogida

Normas y gestión de residuos de cada estación.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 9 · Fuerzas invisibles

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Antes de entregar **Galería experimental de fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos**, comprueba cada punto y marca la casilla. Si alguno falla, todavía estás a tiempo de mejorarlo.

Contenido del producto

- [ ] Cada estación tiene pregunta, hipótesis, dato medido y conclusión.
- [ ] Se distingue masa (kg) y peso (N) y los cálculos de $P = m \cdot g$ llevan unidades.
- [ ] La gráfica peso-masa tiene ejes rotulados con magnitud y unidad, y la recta pasa por el origen.
- [ ] Se señala y trata el dato anómalo (o se indica que no lo hay).
- [ ] La electrización se explica con transferencia de electrones y se indica el signo de cada carga.
- [ ] Se indica que los imanes tienen polos, qué materiales atraen y que el efecto disminuye con la distancia.
- [ ] La galería dice con claridad por qué son fuerzas a distancia y qué evidencia lo demuestra.
- [ ] Se mencionan al menos dos científicos o científicas de F2 con su aportación.
- [ ] Se indican límites (humedad, resolución del dinamómetro, pocas repeticiones).
- [ ] Se registran las normas de seguridad y la recogida de globos, papelitos y clips.

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 invisibles

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Galería experimental de fenómenos gravitatorios, eléctricos y magnéticos**. 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 las tres fuerzas a distancia con flechas y con el modelo (peso, electrones, polos), distingue masa de peso y reconoce los límites de cada experimento.	Explica correctamente las tres estaciones con alguna imprecisión en el modelo o en la distinción masa-peso.	Explica una o dos estaciones; confunde masa y peso o no justifica la repulsión.	Atribuye los fenómenos a «magia», «energía» o contacto invisible sin explicación.	
Datos y resolución	Tablas con repeticiones y medias, gráfica peso-masa bien escalada, dato anómalo tratado y cálculos de $P = m \cdot g$ con unidades.	Tablas y cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan repeticiones, unidades o la gráfica está incompleta.	Datos sin tabla ni cálculos; confunde kg y N.	
Investigación	Hipótesis y predicciones en las tres estaciones, una sola variable cambiada, controladas explícitas y conclusión proporcionada a los datos.	Diseño adecuado con alguna variable controlada sin indicar.	Cambia varias variables a la vez o la conclusión excede los datos.	No distingue predicción, dato y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Aplica las normas (dinamómetro, globos, imanes), recoge el puesto y usa con precisión «fuerza», «peso», «carga» y «polo».	Cumple las normas y usa el vocabulario con fallos menores.	Necesita recordatorios; mezcla términos como peso y masa.	Incumple normas o comunica sin vocabulario científico.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa la galería 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 9 · Fuerzas invisibles

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé calcular el peso de un objeto con P = m·g y explicar la diferencia entre masa y peso.	◯	◯	◯	◯
Sé explicar con electrones y con polos por qué dos cuerpos se atraen o se repelen sin tocarse.	◯	◯	◯	◯
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 invisibles

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: dos ejemplos resueltos y problemas de un paso.

Calcular el peso en tres pasos

1. **Datos:** masa en kg y valor de g (Tierra: 9,8 N/kg).
2. **Fórmula:** $P = m \cdot g$.
3. **Cálculo y unidad:** el resultado se da en newton.

Ejemplo: una mochila de 4 kg. $P = 4\ \text{kg} \cdot 9{,}8\ \text{N/kg} = 39{,}2\ \text{N}$. Si la masa viene en gramos, pásala antes a kg: 500 g = 0,5 kg.

Qué pasa cuando frotamos un globo

1. Los dos cuerpos empiezan **neutros**: tienen el mismo número de cargas positivas y negativas.
2. Al frotar, **pasan electrones** de la lana al globo. Los núcleos (positivos) no se mueven.
3. El globo tiene electrones de más: **carga negativa**. La lana tiene electrones de menos: **carga positiva**.
4. Cargas **distintas se atraen** (globo y lana); cargas **iguales se repelen** (dos globos).

1 **Calcula el peso en la Tierra de una masa de 2 kg y otra de 500 g (pásala a kg primero).**

2 **Completa.**

Al frotar, pasan _____ de un cuerpo a otro.

El cuerpo que gana electrones queda con carga _____.

Dos cuerpos con la misma carga se _____.

3 **Marca qué ocurre al acercar estos cuerpos.**

Polo norte de un imán y polo norte de otro imán
☐ se atraen ☐ se repelen

Polo norte de un imán y polo sur de otro imán
☐ se atraen ☐ se repelen

Un imán y un clip de acero
☐ se atraen ☐ se repelen ☐ no interaccionan

4 **Un dinamómetro marca 1,96 N con una masa colgada. Calcula la masa en kg y en g ($m = P/g$).**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 9 · Fuerzas invisibles

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Por qué flotan los astronautas si hay gravedad?

Hugo dijo en F1 que «en el espacio no hay gravedad». Vais a comprobarlo con los valores de g a distintas alturas sobre la superficie de la Tierra. La estación espacial internacional orbita a unos **400 km** de altura.

Pasos

1. Completa la tabla con el peso de una persona de 70 kg a cada altura, con $P = m \cdot g$ y los valores de g dados.
2. Dibuja en el espacio inferior una gráfica de g frente a la altura h (km) con los cinco puntos. ¿Cae rápido o lentamente la gravedad al subir 400 km?
3. Compara el peso a 400 km con el peso en la superficie, en porcentaje. ¿Es cierto que «no hay gravedad» allí?
4. Pista: la estación y los astronautas están en caída libre alrededor de la Tierra: caen hacia ella sin llegar a chocar porque se mueven muy deprisa de lado. Escribe tres líneas que expliquen por qué flotan aunque la gravedad actúe.

1 **Completa la tabla (g calculada con $g_0 = 9{,}8\ \mathrm{N/kg}$).**

Altura h (km)	g (N/kg)	Peso de 70 kg (N)
0 (superficie)	9,80	
400 (estación espacial)	8,68	
2000	5,68	
6371	2,45	
35786	0,22	

Entrega

Una página con la tabla completada, la gráfica g-h, el porcentaje de peso a 400 km y la explicación de por qué flotan los astronautas.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 9 · Fuerzas invisibles

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: el newton (N); se repelen; la misma masa y menos peso; objetos de hierro o acero, como un clip.
2. Predicciones: respuesta abierta. Lo habitual es predecir que más masa da más peso, que más frotamientos atraen más papelitos y que más imanes atraen desde más lejos; se aceptan todas las justificadas. Los datos mostrarán que se cumplen, con matices (saturación en B y aportes decrecientes en C).
3. En común: son fuerzas que actúan sin contacto, a distancia (la Tierra sobre la masa, la carga del globo sobre los papelitos, el imán sobre el clip). Empujar una mesa es una fuerza de contacto.

Ficha 2

1. Manzana: G, no hay contacto; pelo y jersey: E, hay contacto al frotar pero la atracción posterior es sin contacto; brújula: M, no hay contacto con el norte terrestre; nota en la nevera: M; el imán y la nota se tocan, pero la fuerza magnética no necesita contacto (actúa a través de un papel); Luna: G, no hay contacto.
2. Huecos: electrones; negativa; positiva; iguales, repelen; distintas, atraen.
3. Relaciona: Tales → b; Gilbert → d; Newton → a; Du Châtelet → c.

Ficha 3

1. Mochila: 6 kg · 9,8 = 58,8 N. Balón: 0,45 kg · 9,8 = 4,41 N. Manzana: 0,2 kg · 9,8 = 1,96 N. Alumna: 52 · 9,8 = 509,6 N (≈ 510 N).
2. Robot de 200 kg: Tierra 200 · 9,8 = 1960 N; Marte 200 · 3,7 = 740 N; Luna 200 · 1,6 = 320 N. Su masa sigue siendo 200 kg en todos los sitios.
3. F, V, F, V (3 · 9,8 = 29,4 N).
4. Diseño: VI, nº de imanes apilados (1, 2 y 3); VD, distancia a la que el clip empieza a moverse (mm); controladas, mismo clip, misma superficie, mismo imán, misma velocidad de aproximación y misma persona; repeticiones, 3 por condición.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar.
2. Rango esperable A: peso en N = 9,8 · masa en kg (0,49; 0,98; 1,47; 1,96; 2,45), con lecturas dentro de ±0,05 N. Cociente peso/masa entre 9,5 y 10,0 N/kg.
3. Rango esperable B (humedad media): 5 frotamientos, 2-5 papelitos; 10, 6-10; 20, 11-16; 30, 14-20. Con humedad alta puede no atraer casi nada; no es un error de los alumnos.
4. Rango esperable C: 1 imán, 8-15 mm; 2 imanes, 13-20 mm; 3 imanes, 16-24 mm (depende del imán y del clip).
5. Comprobaciones: dos globos con la misma lana se repelen; el clip sigue atraído con papel, plástico y aluminio.

Ficha 5

1. Dato anómalo: 1,65 N / 0,15 kg = 11,0 N/kg; esperado 0,15 · 9,8 = 1,47 N (lectura plausible 1,45-1,50 N). Pudo leerse con el muelle aún oscilando o con el cero mal ajustado. Los demás cocientes son 10,0; 10,0; 9,75 y 9,80.
2. Gráfica: recta que pasa por el origen y por los puntos (0,05; 0,50), (0,10; 1,00), (0,20; 1,95) y (0,25; 2,45); el punto (0,15; 1,65) queda por encima y se descarta justificando. Pendiente ≈ 9,8 N/kg.
3. Cociente con el dato más alto: 2,45 N / 0,25 kg = 9,8 N/kg. Indica que peso y masa son directamente proporcionales y que la constante es g.
4. Tabla: A, hipótesis aceptada (más masa, más peso, proporcional); B, aceptada con matices (el aumento se frena entre 20 y 30 frotamientos y depende de la humedad); C, aceptada (más imanes, más distancia, cada imán aporta menos).

Ficha 6

1. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («rotular los ejes de la gráfica con unidad», «explicar con electrones por qué se atraen»), no genéricas («hacerlo mejor»).
2. Mejoras habituales: añadir el dibujo de cargas, indicar la humedad del día, repetir más veces y explicar el dato anómalo.

Ficha 7

1. Pulsera: no es comprobable tal cual si «reduce el dolor» no se define ni se mide. Reformulación: ¿disminuye el dolor medido con una escala de 0 a 10 en personas con la pulsera frente a personas con una pulsera sin imán? VI, pulsera con o sin imán; VD, dolor en la escala; controladas, mismo tiempo de uso y mismas instrucciones; evitar que lo que cree cada persona influya: no decirles cuál es la que tiene el imán (ciego) y repetir con varias personas.
2. Astronauta: Tierra 120 · 9,8 = 1176 N; Luna 120 · 1,6 = 192 N. La masa (120 kg) no cambia; el peso es unas 6 veces menor.
3. Globos: al frotar ambos con la misma lana ganan electrones y quedan con carga negativa; cargas iguales se repelen. Dibujo: dos globos con signos «−» en exceso, flechas hacia fuera.

Refuerzo (Anexo 8)

1. 2 kg · 9,8 = 19,6 N; 500 g = 0,5 kg · 9,8 = 4,9 N.
2. Huecos: electrones; negativa; repelen.
3. Norte con norte: se repelen; norte con sur: se atraen; imán y clip: se atraen.
4. m = 1,96 N / 9,8 N/kg = 0,2 kg = 200 g.

Ampliación (Anexo 9)

1. Pesos de 70 kg: 0 km, 686 N; 400 km, 607,6 N; 2000 km, 397,6 N; 6371 km, 171,5 N; 35786 km, 15,4 N. Los valores de g se obtienen con $g = 9{,}8 \cdot (6371/(6371 + h))^2$ (no hace falta para el alumnado).
2. Gráfica: curva decreciente; en 400 km la gravedad solo baja de 9,8 a 8,68 N/kg.
3. Porcentaje: 8,68 / 9,80 ≈ 0,886, es decir, el 89 % del peso. Por tanto, no es cierto que «no hay gravedad».
4. Explicación: la estación y los astronautas caen juntos alrededor de la Tierra (caída libre), así que no se aprietan contra el suelo ni se pesan entre sí: parecen sin peso, pero la gravedad es la fuerza que los mantiene en órbita.

⚠ Errores frecuentes

- Confundir masa y peso, y dar el peso en kg o la masa en N.
- No convertir los gramos a kilogramos antes de aplicar $P = m \cdot g$.
- Decir que la gravedad no existe en el espacio o en la Luna; lo que cambia es su valor.
- Decir que el globo «se pega» por pegamento o que se crean cargas de la nada, en lugar de transferencia de electrones.
- Pensar que «un cuerpo cargado es el que tiene electrones» (todos los cuerpos los tienen): lo que cuenta es el exceso o el defecto.
- Unir los puntos de la gráfica P-m con segmentos o incluir el dato anómalo sin revisarlo.

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de los datos propios, aunque no coincida con la predicción inicial; en B se acepta que el resultado varíe con la humedad.
- Se valora la explicación con el modelo de electrones y los polos, no la mera descripción de lo observado.
- Seguridad: vigilar el dinamómetro (no superar 2,5 N), el estallido de globos, las alergias al látex y los imanes lejos de móviles y tarjetas.
- Datos de F6 y F7 ilustrativos (humedad media); los de F5 son valores de referencia redondeados de las fichas planetarias de NASA.

10

SITUACIÓN DE APRENDIZAJE

Electricidad para un mundo conectado

PREGUNTA GUÍA

¿Cómo diseñamos un circuito seguro y explicamos de dónde procede la energía eléctrica?

CURSO 3.º ESO	SESIONES 7 sesiones	BLOQUES DE SABERES A · C
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS CE1, CE2, CE3, CE6	PRODUCTO FINAL Prototipo de circuito de baja tensión y ficha de consumo	CRITERIOS DE EVALUACIÓN 1.1, 1.2, 1.3, 2.2, 3.2, 3.3, 6.2

Contexto, reto y producto

El 28 de abril de 2025 un apagón dejó sin electricidad a gran parte de España y Portugal durante horas. En muchos hogares, la luz de emergencia fue una linterna con pilas y una radio portátil, y mucha gente descubrió que no sabía muy bien cuántas pilas llevaba la linterna, cuánto iba a durar ni de dónde sale realmente la electricidad cuando todo funciona. El instituto quiere que cada clase prepare un **kit de linterna de emergencia** barato y seguro para el aula y para las casas del alumnado.

Esta situación convierte al alumnado en **equipo de diseño eléctrico**. Aprende a dibujar y montar **circuitos de baja tensión** con símbolos normalizados (pila, interruptor, bombilla, resistencia, LED, amperímetro y voltímetro), a distinguir el circuito **abierto** del **cerrado** y los montajes **en serie** y **en paralelo**, a medir **tensión** (V) e **intensidad** (A) y a relacionarlas con la **resistencia** (Ω) mediante $V = I \cdot R$. Con ello calcula la **potencia** ($P = V \cdot I$) y la **energía** ($E = P \cdot t$) de su prototipo, estima cuánto durará la pila y compara una bombilla con un LED. Por último analiza de dónde procede la **energía eléctrica** en España (datos de Red Eléctrica de 2025), qué transformaciones de energía ocurren y qué hábitos de ahorro tienen sentido. Todo el trabajo práctico es con pilas de 1,5 V a 4,5 V: la red eléctrica solo aparece como dato para calcular, nunca para experimentar.

Reto

Diseñar, montar y probar un prototipo de linterna de baja tensión con pilas (esquema normalizado, medidas de tensión e intensidad y cálculo de resistencia) y completar su ficha de consumo, explicando de dónde procede la energía eléctrica y cómo ahorrarla.

Producto final

Prototipo de circuito de baja tensión y ficha de consumo.

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.

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.

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.

2.2 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.

3.2 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.

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
C5	Naturaleza eléctrica de la materia: electrización de los cuerpos, circuitos eléctricos y la obtención de energía eléctrica. Concienciación sobre la necesidad del ahorro energético y la conservación sostenible del medio ambiente.
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.
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

- Circuito eléctrico: generador, conductores, interruptor y receptor; circuito abierto y cerrado; corriente como movimiento de cargas (corriente convencional y electrones); conductores y aislantes; electrización.
- Magnitudes eléctricas con unidades del SI: tensión (V), intensidad (A, mA) y resistencia (Ω); ley de Ohm $V = I \cdot R$ en un resistor; asociación en serie y en paralelo de bombillas.
- Potencia y energía: $P = V \cdot I$ y $E = P \cdot t$; julio, vatio-hora y kilovatio-hora; duración de una pila a partir de su capacidad (mAh) y de la intensidad.
- Obtención de energía eléctrica y transformaciones de energía: pila, dinamo, panel solar, aerogenerador, central; renovables y no renovables; mix eléctrico de España (REE, 2025).
- Ahorro y sostenibilidad: comparación bombilla incandescente frente a LED, consumo de aparatos con datos ilustrativos, coste en euros y hábitos de uso responsable.

Objetivos didácticos

- Dibujar y montar circuitos con símbolos normalizados, distinguir circuito abierto y cerrado, conductores y aislantes, y montajes en serie y en paralelo.
- Medir tensión e intensidad con un multímetro de forma segura y calcular la resistencia con $R = V/I$, reconociendo la proporcionalidad entre V e I.
- Calcular la resistencia que protege un LED y la potencia y la energía consumidas con $P = V \cdot I$ y $E = P \cdot t$, en J, Wh y kWh.
- Explicar con transformaciones de energía el funcionamiento de una pila, una dinamo, un panel solar, una bombilla y un LED, y la electrización como origen de la carga eléctrica.
- Interpretar el mix eléctrico español y valorar de forma argumentada medidas de ahorro y de uso de energías renovables, y redactar una ficha de consumo con límites e incertidumbres.

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 de la linterna de emergencia, diagnóstico inicial y primeras predicciones sobre circuitos

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

2

SESIÓN 2

Circuito, símbolos normalizados, serie y paralelo, conductores y aislantes; corriente y electrones (F2, F3)

Evidencia: Ficha 2: relación de símbolos, esquema de una linterna y completar el modelo de corriente.

Ficha: Anexo 3 · ficha 2

3

SESIÓN 3

Ley de Ohm, resistencia de protección del LED, potencia y energía (F9): problemas resueltos

Evidencia: Ficha 3: cálculos con unidades, elección de resistencia y tabla de diseño. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 3

4

SESIÓN 4

Trabajo experimental: conductores, serie y paralelo, ley de Ohm y LED con resistencia (F5)

Evidencia: Ficha 4: lista de seguridad y tablas de datos de medidas. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 4

5

SESIÓN 5

Tratamiento de resultados: resistencia, gráfica I-V, dato anómalo, duración de la pila y contraste con las predicciones (F6, F7)

Evidencia: Ficha 5: gráfica I-V, cálculo de R y estimación de la duración. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 5

6

SESIÓN 6

Borrador del prototipo y de la ficha de consumo (Anexo 4); origen de la energía y ahorro (F8, F9, F10); revisión entre equipos

Evidencia: Ficha 6: lista de revisión cruzada y propuestas de mejora. **Ficha:** Anexo 3 · ficha 6

7

SESIÓN 7

Presentación del prototipo y evidencia individual: luz trasera LED para mochila y ahorro de una bombilla

Evidencia: Prototipo y ficha de consumo (Anexo 4) y Ficha 7: diseño, cálculo y explicación individuales.

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 cómo funciona el circuito de la linterna (circuito cerrado, corriente, transformaciones de energía) y de por qué una bombilla en serie luce menos que en paralelo.	Fichas 2 y 7 / lista de cotejo y rúbrica
1.2	Resolución con unidades de $V = I \cdot R$, de la resistencia de protección del LED y de $P = V \cdot I$ y $E = P \cdot t$ en la duración de la pila y el coste.	Fichas 3, 5 y 7 / rúbrica
1.3	Propuesta de un kit de linterna de emergencia como respuesta a una situación real (el apagón), con análisis crítico de sus límites y de su impacto (pilas, consumo).	Fichas 6 y 7 y prototipo (Anexo 4) / rúbrica
2.2	Prueba justa para la ley de Ohm (una variable: nº de pilas) y comparación serie-paralelo con repeticiones, y conclusión que acepta o rechaza cada predicción.	Fichas 3 y 5 / rúbrica
3.2	Uso correcto de símbolos normalizados, magnitudes, unidades (V, A, mA, Ω, W, Wh, kWh) y conversiones, y esquema del circuito bien dibujado.	Fichas 2, 3 y 5 y prototipo (Anexo 4) / lista de cotejo
3.3	Montaje seguro: sin cortocircuitos, LED con resistencia, amperímetro en serie, pilas recogidas y gestión de las pilas gastadas.	Ficha 4 / observación sistemática
6.2	Análisis del mix eléctrico español (F8), de las transformaciones de energía (F7) y propuesta justificada de medidas de ahorro y de uso de renovables con datos de consumo (F9).	Fichas 6 y 7 y ficha de consumo (Anexo 4) / rúbrica

Rúbrica del producto final

Indicador	NIVEL 4 Avanzado	NIVEL 3 Adecuado	NIVEL 2 En proceso	NIVEL 1 Inicial
Comprensión científica	Explica el circuito cerrado, la serie y el paralelo, la ley de Ohm y las transformaciones de energía de pila, bombilla y LED, y reconoce los límites del modelo (resistencia de la bombilla, pila real).	Explica correctamente lo esencial con alguna imprecisión (por ejemplo, el sentido de la corriente).	Explica una parte; confunde tensión, intensidad o energía y potencia.	Errores esenciales: cree que la corriente se gasta o que la pila «guarda» electricidad.
Datos y resolución	Mide V e I, calcula R, P y E con unidades y conversiones correctas, representa la gráfica I-V, trata el dato anómalo y estima la duración de la pila.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan unidades, repeticiones o la gráfica está incompleta.	Datos sin tabla ni cálculos; confunde A y mA o W y Wh.
Investigación	Predicciones y conclusiones coherentes con los datos, una sola variable cambiada en la ley de Ohm, y contraste razonado entre predicción, medida y cálculo.	Diseño adecuado con alguna variable sin indicar.	Cambia varias cosas a la vez o la conclusión excede los datos.	No distingue predicción, medida y conclusión.
Seguridad y lenguaje	Monta sin cortocircuitos, con LED protegido y amperímetro en serie, usa símbolos normalizados y vocabulario preciso y gestiona las pilas gastadas.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o vocabulario.	Necesita recordatorios sobre seguridad; mezcla términos.	Incumple normas básicas (cortocircuito, LED sin resistencia) o comunica sin lenguaje científico.
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el prototipo 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: portapilas de 3 pilas AA (4,5 V) con pilas alcalinas (también se usan 1 y 2 pilas), 2 portalámparas con bombillas de linterna de 4,5 V y 0,3 A, 1 LED rojo de 5 mm, 1 resistencia de 220 Ω (¼ W), 1 interruptor y 8 cables con pinzas de cocodrilo.
- Multímetro digital (escala de 20 V en continua y de 200 mA), compartido por dos equipos.
- Objetos para probar conductores y aislantes: clip, goma, moneda, lápiz, trozo de plástico y papel de aluminio.
- Fichas del Anexo 3, plantilla del prototipo y la ficha de consumo (Anexo 4); simulador de circuitos opcional en tableta u ordenador.

Seguridad y residuos

Solo baja tensión, con pilas de 1,5 V a 4,5 V; nunca la red eléctrica, enchufes ni baterías de más de 9 V. Evitar cortocircuitos: no unir nunca con un cable los dos polos de la pila (calienta cables y pila) y desconectar el interruptor antes de modificar el montaje. Conectar siempre el LED con su resistencia, con el ánodo (+) hacia el polo positivo, y usar el amperímetro solo en serie. Las bombillas se calientan: no tocar el cristal tras un rato encendidas. Al terminar, sacar las pilas, recoger los cables y llevar las pilas gastadas al contenedor de recogida de pilas del centro.

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

Esquemas con los componentes ya dibujados y los pasos del montaje en fotos o dibujos (F3 y F5), ejemplo resuelto de F9 con cada paso de cálculo y datos de F5 y F6 para quien no complete la práctica.

Ampliación

Anexo 9

Comparar la curva I-V de una resistencia con la de un LED y explicar por qué el LED no cumple $V = I \cdot R$ (Anexo 9), o estudiar el efecto de un resistor en serie con dos pilas.

ANEXO 1

Ficha de lanzamiento del reto

SdA 10 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

El 28 de abril de 2025 se fue la luz en gran parte de España y Portugal durante horas. Quien tenía una linterna con pilas pudo moverse con seguridad, pero casi nadie sabía cuánto iba a durar, qué pasa si se funde la bombilla o por qué algunos modelos con LED aguantan días enteros. Ahora el instituto os pide un kit de linterna de emergencia: un circuito de baja tensión que diseñéis, montéis, midáis y expliquéis. Con una pila, un LED y una resistencia aprenderéis a calcular, medir y ahorrar, y a responder una pregunta que da que pensar: ¿de dónde viene la electricidad que casi nunca vemos?

> *¿Cómo diseñamos un circuito seguro y explicamos de dónde procede la energía eléctrica?*

Vuestro reto

Diseñar, montar y probar un prototipo de linterna de baja tensión con pilas (esquema normalizado, medidas de tensión e intensidad y cálculo de resistencia) y completar su ficha de consumo, explicando de dónde procede la energía eléctrica y cómo ahorrarla.

Lo que vais a producir

Prototipo de circuito de baja tensión y ficha de consumo.

Seguridad. Solo baja tensión, con pilas de 1,5 V a 4,5 V; nunca la red eléctrica, enchufes ni baterías de más de 9 V.

Hoja de ruta · 7 sesiones

1. Conocemos el reto de la linterna, hacemos el diagnóstico y apostamos qué ocurrirá en distintos circuitos.
2. Aprendemos símbolos normalizados, circuito cerrado, serie y paralelo, y qué es la corriente.
3. Calculamos con la ley de Ohm, la resistencia del LED, la potencia y la energía.
4. Montamos los circuitos con seguridad y medimos tensión e intensidad con el multímetro.
5. Calculamos resistencias, dibujamos la gráfica I-V y estimamos cuánto dura la pila.
6. Escribimos el prototipo y la ficha de consumo, y estudiamos el origen de la energía; otro equipo los revisa.
7. Presentamos la linterna y diseñamos, cada uno, una luz trasera LED para una mochila.

Al terminar seré capaz de...

- Dibujar y montar circuitos con símbolos normalizados, distinguir circuito abierto y cerrado, conductores y aislantes, y montajes en serie y en paralelo.
- Medir tensión e intensidad con un multímetro de forma segura y calcular la resistencia con $R = V/I$, reconociendo la proporcionalidad entre V e I.
- Calcular la resistencia que protege un LED y la potencia y la energía consumidas con $P = V \cdot I$ y $E = P \cdot t$, en J, Wh y kWh.
- Explicar con transformaciones de energía el funcionamiento de una pila, una dinamo, un panel solar, una bombilla y un LED, y la electrización como origen de la carga eléctrica.
- Interpretar el mix eléctrico español y valorar de forma argumentada medidas de ahorro y de uso de energías renovables, y redactar una ficha de consumo con límites e incertidumbres.

¿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 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

Todo lo necesario para diseñar y calcular sin búsquedas improvisadas: el caso del apagón, los símbolos normalizados, esquemas de los circuitos del laboratorio, el protocolo, los datos de un equipo de prueba con su gráfica, la cadena de transformaciones de energía, el mix eléctrico de 2025, una tabla de consumo ilustrativa con ejemplos resueltos y un glosario.

F1 La linterna del apagón

ESTUDIO DE CASO

Tras el apagón, la comisión de seguridad del instituto recogió estas preguntas de las familias:

- **Nuria (madre de 3.º):** «Mi linterna lleva 3 pilas y una bombilla pequeña. ¿Cuánto me va a durar?».
- **Óscar (alumno):** «Si una bombilla se funde, ¿se apagan las demás? En casa de mi abuela se apagó toda la tira de luces».
- **Lidia (vecina):** «He comprado una linterna con LED. ¿Por qué el LED lleva una resistencia pequeña? ¿Y si la quito?».
- **Pablo (alumno):** «¿Y de dónde sale la electricidad que sube y baja en la red? Parece que sale del enchufe y ya está».

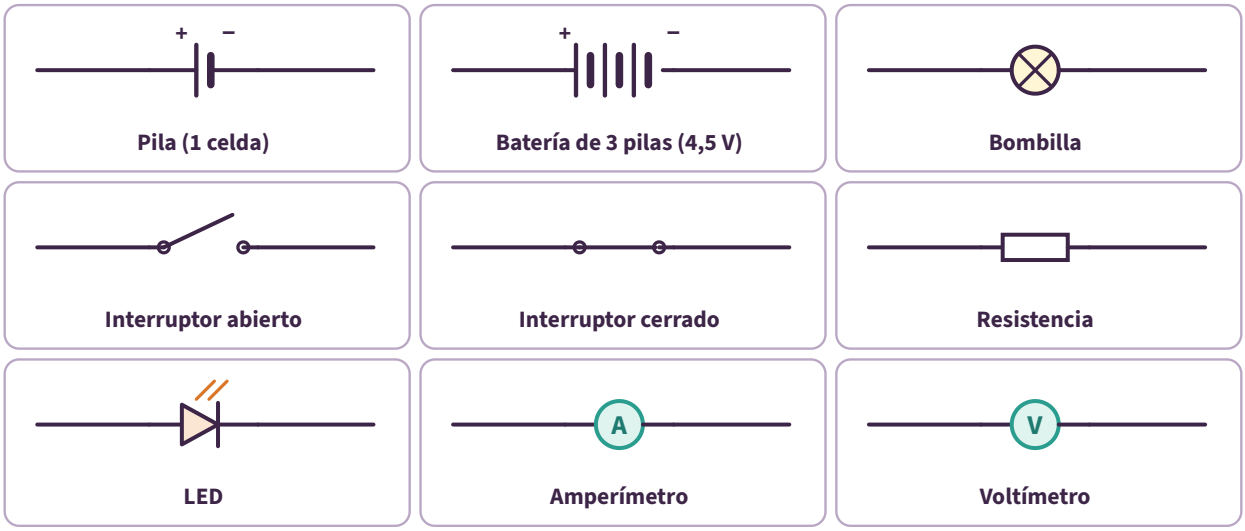
El kit de la comisión tendrá una linterna con una **batería de pilas**, un **interruptor** y una **luz**. Debe ser **seguro** (baja tensión), **duradero** y **barato de usar**. Vuestro trabajo es averiguar qué circuito lo consigue y justificarlo con medidas y cálculos.

Fuente: Caso creado para el aula a partir de un hecho real (el apagón del 28 de abril de 2025 en la península ibérica). Los personajes y sus frases son ficticios.

¿Qué pregunta se resuelve con un circuito en serie o en paralelo? ¿Cuál se resuelve con $P = V \cdot I$ y $E = P \cdot t$? ¿Cuál con el mix eléctrico?

F2 Símbolos eléctricos normalizados

ESQUEMA



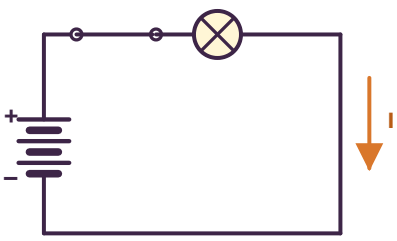
Fuente: Esquema de elaboración propia con los símbolos habituales de los esquemas eléctricos (norma UNE-EN 60617). En la pila, la línea larga es el polo positivo (+).

¿Qué dos símbolos usarás para medir la intensidad y la tensión? ¿Cuál se conecta en serie y cuál en paralelo?

F3 Circuitos del laboratorio y modelo de corriente

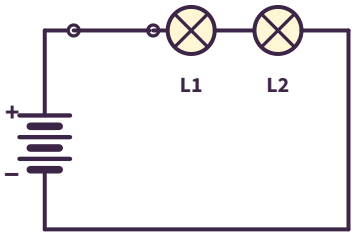
ESQUEMA

A · Circuito simple



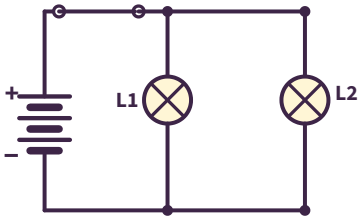
pila 4,5 V — bombilla 4,5 V

B · Dos bombillas en serie



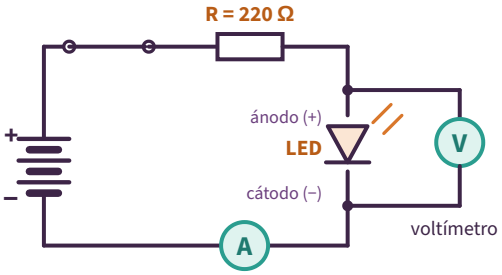
la misma corriente pasa por las dos

C · Dos bombillas en paralelo



cada bombilla tiene su propio camino

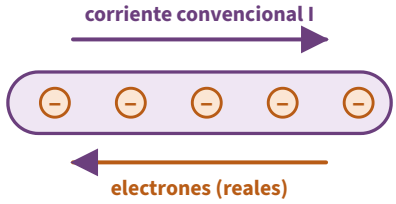
D · LED con resistencia y medidores



voltímetro

amperímetro (en serie)

Corriente y electrones



La pila empuja los electrones por todo el circuito a la vez, si está cerrado.

Bombillas de linterna de 4,5 V y 0,3 A con una pila de 4,5 V (datos ilustrativos de un equipo de prueba; la resistencia de una bombilla cambia al calentarse):

- **Una bombilla:** 4,5 V en la bombilla; 0,30 A; luce con brillo normal.
- **Dos en serie (B):** 2,25 V en cada una; 0,20 A; lucen poco. Si se desenrosca una, se apaga la otra.
- **Dos en paralelo (C):** 4,5 V en cada una; 0,30 A por cada una (0,60 A en total); lucen con brillo normal. Si se desenrosca una, la otra sigue luciendo.

Fuente: Esquemas de elaboración propia. La flecha I es la corriente convencional, que sale del polo positivo de la pila; los electrones se mueven en sentido contrario.

En D, ¿por qué se llama «en serie» al amperímetro y «en paralelo» al voltímetro? ¿Por dónde pasan los electrones?

F4 Protocolo de laboratorio: circuitos de baja tensión

PROTOCOLO

Material y cantidades (por equipo): portapilas de 3 pilas AA (4,5 V) y pilas alcalinas; 2 portalámparas con bombillas de 4,5 V y 0,3 A; 1 LED rojo de 5 mm; 1 resistencia de 220 Ω; 1 interruptor; 8 cables con pinzas; multímetro compartido; clip, goma, moneda, lápiz, plástico y papel de aluminio.

Equipo de protección y riesgos: no hacen falta gafas ni guantes. Riesgos: cortocircuito (cable entre los dos polos: se calienta), LED sin resistencia (se estropea), bombilla caliente y pilas gastadas. Se trabaja **solo con pilas de hasta 4,5 V; nunca con la red eléctrica ni con enchufes**.

Variables: A, independiente: objeto probado; dependiente: si la bombilla luce. B, independiente: montaje (una, serie o paralelo); dependiente: brillo y tensión en cada bombilla. C, independiente: nº de pilas (1, 2 y 3); dependiente: intensidad en la resistencia de 220 Ω. D, independiente: resistencia en serie con el LED; dependiente: intensidad del LED.

Procedimiento:

1. **Parte A (conductores y aislantes).** Montad una bombilla, la pila y dos cables con pinzas libres. Con el interruptor abierto, conectad cada objeto entre las pinzas, cerrad y anotad si la bombilla luce. Abrid el interruptor entre pruebas.
2. **Parte B (serie y paralelo).** Con 3 pilas, montad el circuito simple de F3 (A) y comparad el brillo de una bombilla sola, de dos en serie y de dos en paralelo. Con el multímetro en 20 V continua, medid la tensión en cada bombilla. Desenroscad una bombilla en cada montaje y observad la otra. **No midáis la intensidad en este montaje (0,3 A supera la escala de 200 mA).**
3. **Parte C (ley de Ohm).** Montad una pila, el interruptor y la resistencia de 220 Ω con el multímetro en serie en 200 mA. Cerrad solo para anotar y abrid después. Medid la tensión en la resistencia (multímetro en 20 V, en paralelo). Repetid con 2 y 3 pilas.
4. **Parte D (LED).** Montad 3 pilas, interruptor, resistencia de 220 Ω y LED con el ánodo (pata larga) hacia el polo positivo. Medid la intensidad (200 mA, en serie) y la tensión en el LED y en la resistencia.
5. **Prototipo.** Montad la linterna con interruptor, LED y resistencia en una cartulina o caja, dibujad su esquema con símbolos normalizados y calculad su consumo.
6. Rotad los roles (montador, medidor, anotador y responsable de seguridad) en cada parte.

Limpieza y residuos: abrid el interruptor, sacad las pilas, recoged cables y componentes y llevad las pilas gastadas al contenedor de pilas del centro. No se generan otros residuos.

Resultado esperable (rangos orientativos): A, conducen los metales (clip, moneda, aluminio) y el grafito del lápiz; no conducen la goma ni el plástico. B, dos bombillas en serie lucen menos; en paralelo, como una sola; en serie, unos 2,2 V en cada una. C, con 220 Ω: unos 7 mA con 1 pila, 14 mA con 2 y 20 mA con 3 (resistencia calculada entre 205 y 235 Ω). D, intensidad del LED de 9 a 13 mA; tensión en el LED de 1,8 a 2,1 V y en la resistencia de 2,4 a 2,7 V.

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

¿Por qué abrimos el interruptor entre medidas? ¿Qué le pasaría al LED si quitaras la resistencia?

F5 Datos de un equipo de prueba: ley de Ohm con una resistencia de 220 Ω

DATOS

Nº de pilas	Tensión V (V)	Intensidad I (mA)	Resistencia R = V / I (Ω)
1	1,5	6,8	220
2	3,0	16,0	?
3	4,5	20,5	220

LED rojo con resistencia de 220 Ω y 3 pilas: tensión en la resistencia, 2,5 V; tensión en el LED, 2,0 V; intensidad, 11,4 mA (11,4 mA = 0,0114 A).

Cómo se calcula: $R = \frac{V}{I}$, con V en voltios, I en amperios y R en ohmios. Pasa los mA a A dividiendo entre 1000. Ejemplo: $R = \frac{4{,}5\ \text{V}}{0{,}0205\ \text{A}} = 220\ \Omega$.

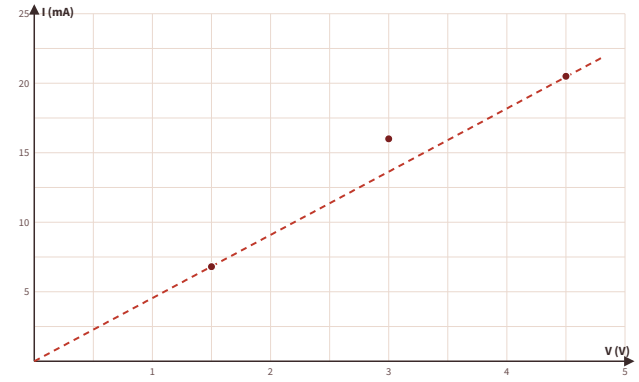
Fuente: Datos ilustrativos obtenidos con un multímetro escolar y pilas alcalinas; la fila de 2 pilas contiene un dato anómalo a propósito.

En la fila de 2 pilas hay un dato que no encaja. ¿Qué valor de R sale y qué pudo pasar con la medida?

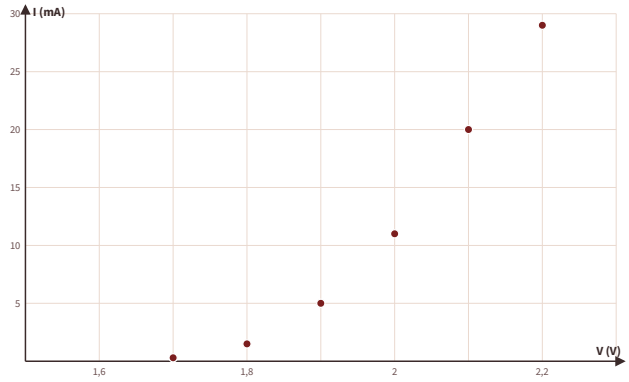
F6 Gráficas I-V de F5 (resistencia) y de un LED

GRÁFICO

RESISTENCIA DE 220 Ω: INTENSIDAD FRENTE A TENSIÓN



LED ROJO: INTENSIDAD FRENTE A TENSIÓN



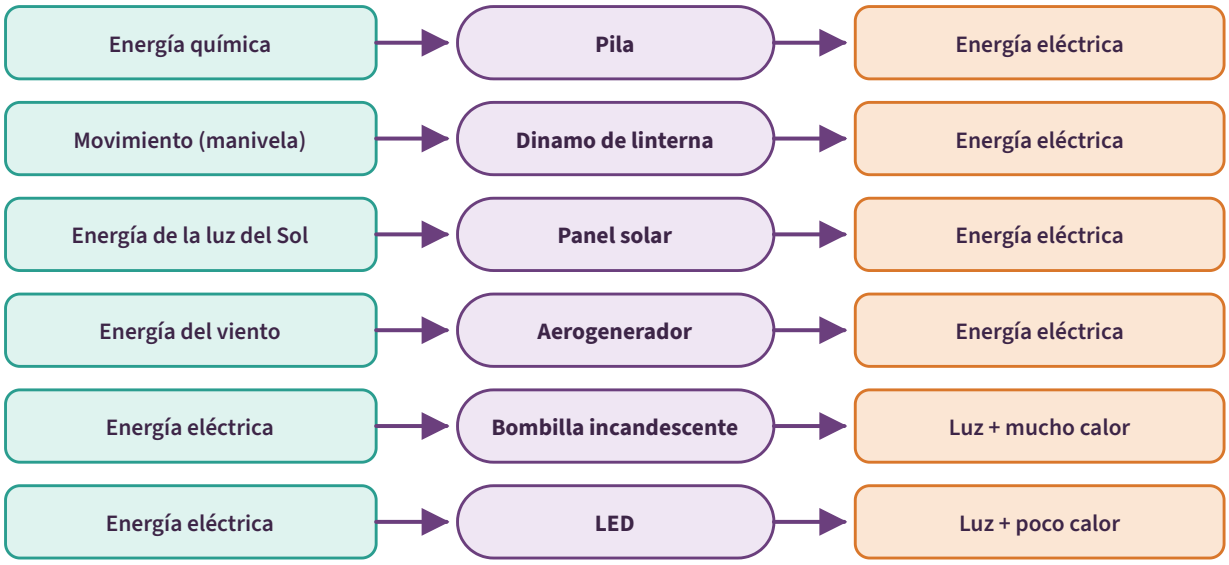
En la primera gráfica, los puntos de 1,5 V y 4,5 V siguen una **recta que pasa por el origen**: la intensidad es **proporcional** a la tensión (ley de Ohm) y la pendiente es $1/R$. El punto de 3,0 V queda muy por debajo de la recta. En la segunda, el LED **no** sigue una recta: apenas conduce por debajo de unos 1,7 V y a partir de unos 2 V la intensidad **crece muy deprisa**; por eso necesita una resistencia.

Fuente: Gráficas de elaboración propia con datos ilustrativos. Los puntos son medidas; la línea discontinua de la primera es la tendencia con R = 220 Ω. Los puntos del LED son valores típicos de un LED rojo, no de un LED concreto.

Con la recta de la primera gráfica, ¿qué intensidad esperas para 3,0 V? ¿Qué pasaría con el LED si aumentara la tensión de 2,0 V a 2,2 V?

F7 Transformaciones de energía en los dispositivos eléctricos

ESQUEMA

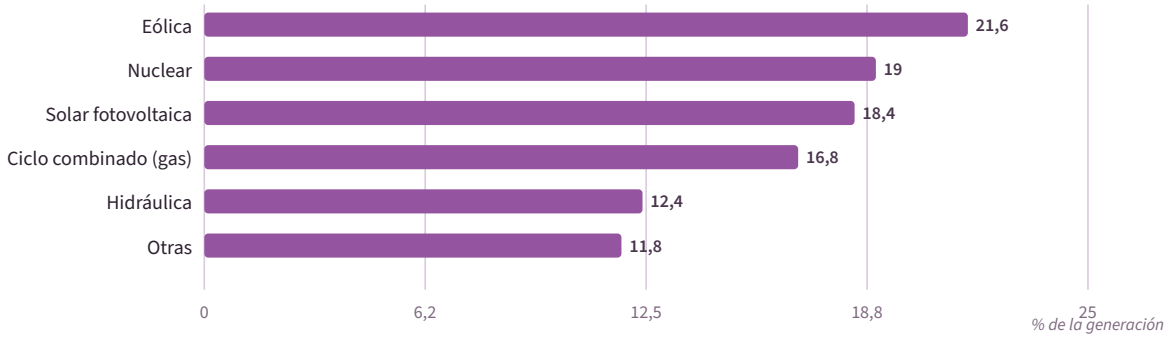


Fuente: Esquema de elaboración propia. En toda transformación la energía se conserva; parte se disipa como calor (energía no aprovechada).

¿Por qué una bombilla incandescente se calienta tanto más que un LED? ¿Qué transformación ocurre en una dinamo de linterna de manivela?

F8 De dónde procede la electricidad en España (2025)

GRÁFICO



Según REE, en 2025 las **renovables** (eólica, solar, hidráulica y otras) aportaron el **55,5 %** de la generación y el **75,5 %** de la generación no emitió CO_2 (renovables más nuclear). La demanda fue de unos 256 000 GWh. El sistema necesita **almacenamiento** y centrales que se puedan regular, porque el viento y el sol no están siempre.

Fuente: Red Eléctrica de España (REE), avance del Informe del Sistema Eléctrico 2025 (nota de prensa de marzo de 2026), generación sin autoconsumo; valores redondeados. «Otras» (cogeneración, solar térmica, biomasa, carbón, residuos y resto) se calcula por diferencia hasta el 100 %. Conviene contrastarlo con el informe completo de REE.

¿Qué tecnologías del gráfico son renovables? ¿Cuáles emiten CO_2 al funcionar? ¿Por qué el apagón se relaciona con la necesidad de estudiar el sistema eléctrico entero?

F9 Consumo de aparatos (datos ilustrativos) y ejemplos resueltos

DATOS

Aparato	Potencia (W)	Horas al día	Energía al día (kWh)	Energía al mes de 30 días (kWh)	Coste al mes (€)
Bombilla incandescente	60	4	0,240	7,20	1,08
Bombilla LED	9	4	0,036	1,08	0,16
Televisor	100	3	0,300	9,00	1,35
Portátil	50	5	0,250	7,50	1,13
Cargador de móvil	10	2	0,020	0,60	0,09

Fórmulas: $P = V \cdot I$ (W); $E = P \cdot t$. $1\ \text{kWh} = 1000\ \text{W} \cdot 3600\ \text{s} = 3{,}6 \cdot 10^6\ \text{J}$.

Ejemplo resuelto 1 (ley de Ohm). Una resistencia de 220 Ω con 4,5 V: $I = \frac{V}{R} = \frac{4{,}5\ \text{V}}{220\ \Omega} = 0{,}0205\ \text{A} = 20{,}5\ \text{mA}$.

Ejemplo resuelto 2 (resistencia del LED). Pila de 4,5 V, LED de 2,0 V y 15 mA como máximo recomendado. La resistencia soporta el resto de tensión: $R = \frac{4{,}5 - 2{,}0}{0{,}015} = 167\ \Omega$. Se elige la de valor normalizado inmediatamente mayor, 220 Ω, y la intensidad real es $I = \frac{2{,}5\ \text{V}}{220\ \Omega} = 11{,}4\ \text{mA}$.

Ejemplo resuelto 3 (potencia y duración). Bombilla de linterna: $P = 4{,}5\ \text{V} \cdot 0{,}30\ \text{A} = 1{,}35\ \text{W}$. LED: $P = 4{,}5\ \text{V} \cdot 0{,}0114\ \text{A} = 0{,}051\ \text{W}$ sacada de la pila. Con una pila AA de capacidad 2000 mAh (valor ilustrativo; baja si la intensidad es alta), la duración es $t = \frac{2000\ \text{mAh}}{I}$: bombilla, $\frac{2000}{300} \approx 6{,}7\ \text{h}$; LED, $\frac{2000}{11{,}4} \approx 175\ \text{h}$, unas 26 veces más.

Fuente: Potencias nominales aproximadas y horas de uso inventadas para el aula, no medidas. Precio de 0,15 €/kWh ilustrativo; el precio real varía con el contrato y con el día. Solo sirven para calcular; en clase no se manipula ningún aparato conectado a la red.

¿Por qué se pasa la intensidad de mA a A antes de multiplicar por V? ¿Cuánto cuesta al mes cambiar la bombilla incandescente por el LED en la tabla?

F10 Vocabulario de los circuitos

GLOSARIO

Circuito cerrado	Circuito con un camino continuo de material conductor desde un polo de la pila hasta el otro; solo así circula corriente.
Tensión (V)	Diferencia de energía por carga entre los polos de la pila; se mide en voltios con el voltímetro, en paralelo.
Intensidad (I)	Cantidad de carga que pasa por un punto cada segundo; se mide en amperios (A) con el amperímetro, en serie.
Resistencia (R)	Dificultad que opone un componente al paso de la corriente; se mide en ohmios (Ω). Ley de Ohm: $V = I \cdot R$.
Serie y paralelo	En serie, la misma corriente pasa por todos los componentes; en paralelo, cada componente tiene su propio camino y la misma tensión.
Conductor y aislante	Los conductores (metales, grafito) dejan pasar la corriente; los aislantes (plástico, goma, vidrio) casi no.
Electrización	Carga neta de un cuerpo por ganar o perder electrones, por ejemplo al frotarlo. En un circuito, los electrones se mueven por el conductor.
Potencia (P)	Energía por segundo; $P = V \cdot I$ en vatios (W).
Energía (E)	$E = P \cdot t$. Se mide en julios (J), vatios-hora (Wh) o kilovatios-hora (kWh).
Mix eléctrico	Porcentaje de la electricidad que se genera con cada tecnología (eólica, solar, nuclear, gas…).

Fuente: Definiciones de elaboración propia adaptadas a 3.º ESO.

ANEXO 3

Fichas de actividades del alumnado

SdA 10 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

FICHA 1 La linterna del apagón

Sesión 1

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Lee F1 y observa los símbolos de F2. Primero responde al diagnóstico de forma individual.

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

Para que una bombilla luzca, el circuito debe estar…

☐ abierto ☐ cerrado ☐ siempre sin interruptor

La unidad de intensidad de corriente es…

☐ el amperio (A) ☐ el voltio (V) ☐ el ohmio (Ω)

Una pila transforma…

☐ energía química en energía eléctrica ☐ energía eléctrica en energía química ☐ calor en energía eléctrica

Son buenos conductores…

☐ los metales ☐ el plástico y la goma ☐ el vidrio

2 **Antes de experimentar, apuesta: ¿qué pasará? Justifica tu predicción.**

Si…	Mi predicción	Por qué lo creo
Dos bombillas en serie: ¿lucen más, igual o menos que una sola?		
Desenrosco una bombilla en un montaje en serie: ¿qué pasa con la otra?		
Desenrosco una bombilla en un montaje en paralelo: ¿qué pasa con la otra?		
Cambio una bombilla de linterna por un LED con resistencia: ¿durará la pila más o menos?		

3 **Con F1: ¿qué dos cosas necesitas medir para saber cuánto durará la pila de una linterna? ¿Qué le dirías a Pablo sobre de dónde sale la electricidad?**

FICHA 2 Circuitos, símbolos y corriente

Sesión 2

Usa los símbolos F2, los circuitos F3 y el glosario F10.

1 **Relaciona cada componente con su función (escribe la letra).**

1 Pila ●	● a Abre o cierra el circuito
2 Interruptor ●	● b Mide la intensidad, conectado en serie
3 Bombilla ●	● c Transforma energía eléctrica en luz y calor
4 Resistencia ●	● d Dificulta el paso de la corriente y protege al LED
5 Amperímetro ●	● e Transforma energía química en eléctrica

2 **Dibuja con símbolos normalizados el esquema de una linterna: pila de 4,5 V, interruptor y bombilla en serie. Marca con una flecha el sentido de la corriente convencional.**

3 **Completa el modelo de corriente (F3, esquema «Corriente y electrones»).**

En un circuito cerrado, los _____ se mueven por el conductor.

La corriente convencional sale del polo _____ de la pila y circula en sentido _____ al de los electrones.

Si el circuito está abierto, la corriente _____ .

4 **Clasifica estos materiales como conductores (C) o aislantes (A) y explica una conclusión con F4: clip, goma, moneda, lápiz (grafito), plástico, papel de aluminio.**

Material	C o A	¿Por qué lo crees?
Clip		
Goma		
Moneda		
Mina de lápiz (grafito)		
Plástico		
Papel de aluminio		

FICHA 3 Ley de Ohm, LED, potencia y energía

Sesión 3

Consulta F5 y F9. Pasa las intensidades de mA a A antes de calcular.

1 **Con $V = I \cdot R$, completa la tabla (resistor de 220 Ω).**

V (V)	R (Ω)	I (A)	I (mA)
1,5	220		
3,0	220		
4,5	220		

2 **Un LED rojo necesita unos 2,0 V y como máximo 15 mA. Se alimenta con una pila de 3 V (2 pilas). Calcula la resistencia mínima y elige una de estas: 47 Ω, 68 Ω, 100 Ω, 220 Ω. Calcula la intensidad real con la elegida.**

3 **Calcula la potencia de la bombilla de 4,5 V y 0,30 A y la energía que consume en 10 minutos, en J y en Wh.**

4 **Verdadero o falso.**

	V	F
Una bombilla en serie con otra luce más que sola.	☐	☐
En paralelo, cada bombilla recibe la tensión de la pila.	☐	☐
Si se funde una bombilla de un circuito en serie, se apagan todas.	☐	☐
Un LED se puede conectar directamente a una pila de 4,5 V sin resistencia.	☐	☐

5 **Diseña una prueba justa de la ley de Ohm: ¿cómo cambia la intensidad al aumentar la tensión en una resistencia de 220 Ω?**

Variable independiente (valores)	Variable dependiente (unidad)	Variables controladas	Repeticiones

FICHA 4 En el laboratorio: circuitos de baja tensión

Sesión 4

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Sigue el protocolo F4. Antes de empezar, el responsable de seguridad revisa la lista. Rotad los roles en cada parte.

1 Lista de seguridad (marcad antes de empezar).

- [ ] Solo usamos pilas de hasta 4,5 V; no hay enchufes ni red eléctrica
- [ ] El interruptor está abierto mientras se monta o se cambia el circuito
- [ ] Ningún cable une los dos polos de la pila
- [ ] El LED lleva resistencia y el ánodo (+) mira al polo positivo
- [ ] El amperímetro está en serie y el voltímetro en paralelo
- [ ] Sabemos dónde se dejan las pilas gastadas

2 Parte A. ¿Luce la bombilla con cada objeto?

Objeto	¿Luce? (sí/no)	¿Conductor o aislante?
Clip		
Goma		
Moneda		
Lápiz		
Plástico		
Papel de aluminio		

3 Parte B. Observa el brillo y mide la tensión en cada bombilla (3 pilas).

Montaje	V en cada bombilla (V)	Brillo (alto, medio, bajo)	Al desenroscar una bombilla…
Una bombilla			
Dos en serie			
Dos en paralelo			

4 Parte C. Resistencia de 220 Ω: anota tensión e intensidad.

N° de pilas	V (V)	I (mA)	R = V / I (Ω)
1			
2			
3			

5 **Parte D. LED con resistencia de 220 Ω y 3 pilas.**

Medida	Valor y unidad
V en la resistencia	
V en el LED	
Intensidad I	
Potencia que sale de la pila (P = V · I)	

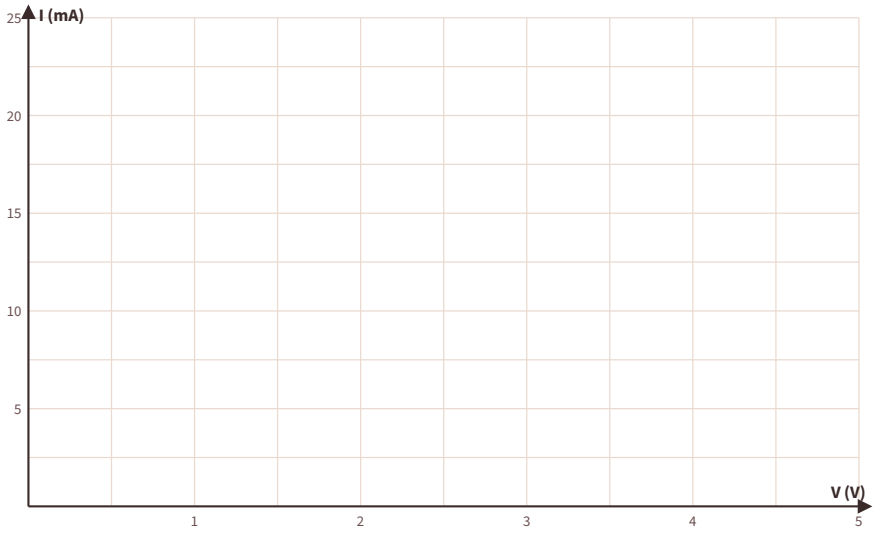
FICHA 5 Tratamos los datos y estimamos la duración

Sesión 5

Trabaja con tus datos de la ficha 4 y con los del equipo de prueba (F5, F6 y F9).

1 **En F5, la fila de 2 pilas tiene un dato anómalo. Calcula la R que sale, di qué intensidad se esperaba y explica qué pudo pasar.**

2 **Representa la intensidad (mA) frente a la tensión (V) con tus datos de la parte C (o con los de F5 sin el dato anómalo) y traza la recta que mejor se ajusta.**



3 **Con la intensidad del LED de la parte D y una pila AA de 2000 mAh (valor ilustrativo), calcula cuánto durará la linterna con LED y cuánto con la bombilla de 0,30 A (F9). Compáralas.**

4 **Compara los resultados con tus predicciones de la ficha 1. ¿Qué predicciones se confirman y cuáles no? Indica un límite de las medidas (pila usada, contactos, escala del multímetro).**

Predicción	Lo que dicen las medidas	¿Se confirma?
Serie: brillo y qué pasa al desenroscar una		
Paralelo: brillo y qué pasa al desenroscar una		
LED frente a bombilla: duración de la pila		

FICHA 6 Escribimos el prototipo y la ficha de consumo

Sesión 6

Redactad el borrador en la plantilla del Anexo 4 con ayuda de F7, F8 y F9. Después intercambiadlo con otro equipo.

1 **Con F8 y F9: escribe tres líneas sobre de dónde procede la electricidad de España y dos medidas de ahorro con datos.**

2 **Revisión cruzada. Comprobad el prototipo del otro equipo y marcad lo que cumple.**

- [ ] El esquema usa símbolos normalizados y está cerrado
- [ ] El LED lleva resistencia y está bien orientado
- [ ] Hay medidas de V e I con unidades y el cálculo de R
- [ ] Calculan P y E con unidades
- [ ] Estiman la duración de la pila y comparan con la bombilla
- [ ] La ficha de consumo cita el origen de los datos y avisa de lo ilustrativo
- [ ] Explica de dónde procede la energía eléctrica y las transformaciones
- [ ] Indica normas de seguridad y gestión de pilas

3 Escribid dos propuestas de mejora concretas para el prototipo del otro equipo.

FICHA 7 Evidencia individual: luz trasera para mochila

Sesión 7

Trabajo individual. Aplica todo lo aprendido a casos nuevos.

1 Diseña una luz trasera LED para una mochila con 2 pilas AAA (3 V). El LED necesita 2,0 V y 10 mA. Calcula la resistencia, elige una de 47 Ω, 100 Ω o 220 Ω y dibuja su esquema con símbolos normalizados.

2 Si las pilas AAA tienen una capacidad de 1000 mAh (valor ilustrativo), ¿cuánto durará la luz encendida? Y si cambias el LED por una bombilla de 3 V y 0,2 A, ¿cuánto durará?

3 Una familia cambia una bombilla incandescente de 60 W por una LED de 9 W que está encendida 4 h al día durante 30 días. Con 0,15 €/kWh (valor ilustrativo), calcula la energía y el coste de cada una y el ahorro.

4 Explica con F7 y F8 en cuatro líneas por qué ahorrar energía en casa y producir más electricidad renovable ayudan a lo mismo.

ANEXO 4

Plantilla del producto final

SdA 10 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Prototipo de la linterna y ficha de consumo del equipo. Todas las medidas con su unidad; esquema con símbolos normalizados.

Título y equipo

Nombre del prototipo, equipo y roles.

Necesidad y reto

¿Qué problema resuelve la linterna?

Esquema del circuito

Símbolos normalizados; marca el sentido de la corriente convencional.

Componentes y seguridad

Lista con valores (V, Ω) y precauciones.

Medidas y cálculos

V, I, R = V/I, P = V·I y E = P·t con unidades.

Gráfica I-V

Ejes con magnitud y unidad; puntos y recta.

Ficha de consumo

Duración de la pila, comparación con bombilla, coste, origen de datos.

Origen de la energía y ahorro

Transformaciones, mix eléctrico y hábitos de ahorro con datos.

Conclusión y límites

Qué se ha logrado, qué falla y qué mejoraríais.

ANEXO 5

Lista de cotejo para el proceso y la entrega

SdA 10 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

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

Contenido del producto

- [ ] El esquema usa símbolos normalizados, es un circuito cerrado y marca la corriente convencional.
- [ ] El LED lleva resistencia, el ánodo (+) mira al polo positivo y no hay cortocircuitos.
- [ ] Se miden V e I con el multímetro bien conectado (voltímetro en paralelo, amperímetro en serie), con unidades.
- [ ] Se calcula R = V / I y se compara con el valor nominal de 220 Ω.
- [ ] Se calculan P y E con unidades correctas (W, J, Wh, kWh) y conversiones de mA a A.
- [ ] La gráfica I-V tiene ejes rotulados y la recta pasa por el origen; se trata el dato anómalo.
- [ ] La ficha de consumo estima la duración de la pila, la compara con la de la bombilla y dice que los datos son ilustrativos.
- [ ] Se explica el origen de la energía eléctrica (F7 y F8) con la fuente y el año de los datos.
- [ ] Se incluyen medidas de ahorro con cálculo y se indican límites e incertidumbres.
- [ ] Se indican las normas de seguridad (baja tensión) y la gestión de las pilas gastadas.

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 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO · DOCENTE

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Rúbrica para valorar **Prototipo de circuito de baja tensión y ficha de consumo**. 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 circuito cerrado, la serie y el paralelo, la ley de Ohm y las transformaciones de energía de pila, bombilla y LED, y reconoce los límites del modelo (resistencia de la bombilla, pila real).	Explica correctamente lo esencial con alguna imprecisión (por ejemplo, el sentido de la corriente).	Explica una parte; confunde tensión, intensidad o energía y potencia.	Errores esenciales: cree que la corriente se gasta o que la pila «guarda» electricidad.	
Datos y resolución	Mide V e I, calcula R, P y E con unidades y conversiones correctas, representa la gráfica I-V, trata el dato anómalo y estima la duración de la pila.	Cálculos correctos con fallos menores de unidades o de escala.	Faltan unidades, repeticiones o la gráfica está incompleta.	Datos sin tabla ni cálculos; confunde A y mA o W y Wh.	
Investigación	Predicciones y conclusiones coherentes con los datos, una sola variable cambiada en la ley de Ohm, y contraste razonado entre predicción, medida y cálculo.	Diseño adecuado con alguna variable sin indicar.	Cambia varias cosas a la vez o la conclusión excede los datos.	No distingue predicción, medida y conclusión.	
Seguridad y lenguaje	Monta sin cortocircuitos, con LED protegido y amperímetro en serie, usa símbolos normalizados y vocabulario preciso y gestiona las pilas gastadas.	Cumple las normas con fallos menores en símbolos o vocabulario.	Necesita recordatorios sobre seguridad; mezcla términos.	Incumple normas básicas (cortocircuito, LED sin resistencia) o comunica sin lenguaje científico.	
Revisión y cooperación	Cumple su rol, revisa el prototipo 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 10 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Parte 1 · Autoevaluación

Afirmación	Aún no	Con ayuda	Bien	Muy bien
Sé dibujar y montar un circuito con símbolos normalizados y medir V e I con seguridad.	○	○	○	○
Sé calcular R, P y E con unidades y explicar de dónde procede la energía eléctrica.	○	○	○	○
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 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

Material de apoyo para quien necesite más andamiaje: dos ejemplos resueltos y problemas de un paso.

Ley de Ohm en tres pasos

1. **Datos:** tensión V (V) y resistencia R (Ω); pasa los mA a A si hace falta.
2. **Fórmula:** $I = \frac{V}{R}$.
3. **Cálculo y unidad:** el resultado sale en amperios; multiplícalo por 1000 para mA.

Ejemplo: $V = 3\ \text{V}, R = 100\ \Omega$. $I = \frac{3}{100} = 0{,}03\ \text{A} = 30\ \text{mA}$.

Potencia, energía y duración

1. $P = V \cdot I$, con I en A. Ejemplo: $4{,}5 \cdot 0{,}3 = 1{,}35\ \text{W}$.
2. $E = P \cdot t$. Con t en horas, sale en Wh: $1{,}35\ \text{W} \cdot 2\ \text{h} = 2{,}7\ \text{Wh}$. Para kWh, divide entre 1000.
3. **Duración de una pila:** $t = \frac{\text{capacidad (mAh)}}{I\ \text{(mA)}}$. Ejemplo: $\frac{2000}{300} = 6{,}7\ \text{h}$.

1 **Calcula la intensidad en mA con $V = 4{,}5\ \text{V}$ y $R = 150\ \Omega$.**

2 **Completa.**

En serie, la _____ corriente pasa por todos los componentes.

En paralelo, cada componente tiene la misma _____.

El voltímetro se conecta en _____ y el amperímetro en _____.

3 **Un aparato de 10 W está encendido 3 horas. Calcula la energía en Wh y en kWh.**

4 **Una pila de 1500 mAh alimenta un LED de 15 mA. ¿Cuánto dura (en horas)?**

ANEXO 9

Actividad de ampliación

SdA 10 · Electricidad para un mundo conectado

ALUMNADO

Nombre: Curso/grupo: Fecha:

¿Por qué el LED no cumple la ley de Ohm?

En F6 viste que una resistencia da una **recta** en la gráfica I-V, pero un LED da una **curva**. Vas a comparar los dos con datos y a explicar por qué el LED necesita una resistencia.

Pasos

1. Con los puntos del LED de F6, calcula V/I en 1,8 V (I = 1,5 mA), 2,0 V (I = 11 mA) y 2,2 V (I = 29 mA).
2. Compara con una resistencia de 220 Ω, que da siempre 220 Ω. ¿Es constante el valor de V / I en el LED?
3. Si conectaras el LED directamente a 4,5 V, la tensión en el LED apenas pasaría de 2,2 V: ¿cuánta tensión sobraría? Explica por qué se estropearía sin resistencia.
4. Representa en una hoja las dos gráficas I-V y escribe tres líneas con la conclusión.

1 **Completa la tabla (V / I en Ω).**

V (V)	I (mA)	I (A)	V / I (Ω)
1,8	1,5		
2,0	11		
2,2	29		

Entrega

Una hoja con la tabla, las dos gráficas I-V comparadas y la explicación de por qué el LED necesita una resistencia.

ANEXO 10

Guía docente de respuestas y orientaciones

SdA 10 · Electricidad para un mundo conectado

DOCENTE

Ficha 1

1. Diagnóstico: cerrado; el amperio (A); energía química en energía eléctrica; los metales.
2. Predicciones: respuesta abierta. Lo habitual es predecir que dos bombillas en serie lucen igual o más. Los datos mostrarán que en serie lucen menos, que al desenroscar una se apagan las dos y que en paralelo la otra sigue luciendo; con LED y resistencia, la pila durará más.
3. Hay que medir la intensidad (corriente) que consume la linterna y la capacidad de la pila (mAh). La electricidad procede de centrales y parques de distintos tipos (viento, sol, gas, nuclear, agua), no del enchufe; un buen apunte es citar F8.

Ficha 2

1. Relaciona: Pila → e; Interruptor → a; Bombilla → c; Resistencia → d; Amperímetro → b.
2. Esquema: lazo cerrado con pila (línea larga arriba o a la izquierda, positivo), interruptor y bombilla en serie; la flecha de corriente sale del polo positivo y recorre el circuito en el sentido de las agujas del reloj si el + está arriba.
3. Huecos: electrones; positivo; contrario (opuesto); no circula (se interrumpe).
4. Clip, moneda, papel de aluminio, grafito: C; goma, plástico: A.

Ficha 3

1. $I = V/R$: 1,5/220 = 0,0068 A = 6,8 mA; 3,0/220 = 0,0136 A = 13,6 mA; 4,5/220 = 0,0205 A = 20,5 mA.
2. R mínima = (3,0 − 2,0)/0,015 = 66,7 Ω. De las opciones, la de 47 Ω no sirve (daría 21,3 mA); sirve 68 Ω (14,7 mA justo bajo el límite), 100 Ω (10 mA) o 220 Ω (4,5 mA). Respuesta modelo: 68 Ω es la mínima válida; 100 Ω es la mejor elección por margen de seguridad, con I = 1,0 V/100 Ω = 10 mA.
3. P = 4,5 V · 0,30 A = 1,35 W. E = 1,35 W · 600 s = 810 J; E = 1,35 W · (10/60) h = 0,225 Wh.
4. F, V, V, F.
5. Diseño: VI, nº de pilas (1, 2 y 3; 1,5 V, 3,0 V y 4,5 V); VD, intensidad (mA); controladas, misma resistencia, mismo multímetro y escala, mismo tiempo cerrado; repeticiones, 3.

Ficha 4

1. Lista de seguridad: deben marcarse todas las casillas antes de empezar.
2. Parte A: conducen clip, moneda, aluminio y grafito; no conducen goma ni plástico.
3. Parte B: una bombilla 4,5 V (brillo normal); serie, unos 2,2 V por bombilla y brillo bajo, y al desenroscar una se apaga la otra; paralelo, unos 4,5 V por bombilla, brillo normal, y la otra sigue luciendo.
4. Parte C (220 Ω): 6-7 mA con 1 pila; 13-14 mA con 2; 20-21 mA con 3; R entre 205 y 235 Ω.
5. Parte D: I del LED 9-13 mA; V en el LED 1,8-2,1 V; V en R 2,4-2,7 V; P de la pila entre 0,04 y 0,06 W (4,5 · 0,0114 = 0,051 W).

Ficha 5

1. Dato anómalo: 3,0 V / 0,0160 A = 187,5 Ω; se esperaba 3,0/220 = 13,6 mA (rango 13-14 mA). Pudo ser un contacto flojo, una lectura antes de que se estabilizara o confundir la escala del multímetro.
2. Gráfica: recta que pasa por el origen y por (1,5; 6,8), (3,0; 13,6) y (4,5; 20,5); el punto (3,0; 16,0) queda por encima y se descarta justificando. Pendiente ≈ 4,5 mA/V (= 1/220 Ω).
3. Duración: LED 2000 mAh / 11,4 mA ≈ 175 h; bombilla 2000 mAh / 300 mA ≈ 6,7 h; el LED dura unas 26 veces más (valores ideales; con 300 mA la pila entrega menos capacidad).
4. Tabla: serie, brillo bajo y al desenroscar una se apagan las dos (confirmada); paralelo, brillo normal y la otra sigue (confirmada); LED frente a bombilla, el LED dura mucho más (confirmada).

Ficha 6

1. Origen: en 2025 el 55,5 % de la electricidad fue renovable (eólica 21,6 %, solar 18,4 % e hidráulica 12,4 % entre las principales), además de un 19 % de nuclear y un 16,8 % de gas. Medidas con datos: cambiar una bombilla de 60 W por un LED de 9 W ahorra unos 6,1 kWh al mes y 0,92 €; desconectar el cargador cuando no se usa.
2. Revisión: respuesta abierta. Las propuestas deben ser concretas («indicar la polaridad del LED», «rotular los ejes de la gráfica I-V»), no genéricas.

Ficha 7

1. Luz trasera: R = (3,0 − 2,0) / 0,010 = 100 Ω, valor normalizado y válido; I = 10 mA. Esquema: pila de 2 celdas, interruptor, resistencia de 100 Ω y LED con ánodo al positivo.
2. Duración: LED, 1000 mAh / 10 mA = 100 h; bombilla de 0,2 A: 1000 / 200 = 5 h (valores ideales).
3. 60 W · 4 h · 30 = 7,2 kWh y 1,08 €; 9 W · 4 h · 30 = 1,08 kWh y 0,16 €; ahorro 6,12 kWh y 0,92 €.
4. Explicación: ahorrar reduce la energía que hay que generar; las renovables generan sin emitir CO_2 al funcionar. Los dos reducen emisiones y la dependencia de combustibles. Se acepta mencionar el almacenamiento y los límites de las renovables.

Refuerzo (Anexo 8)

1. I = 4,5 / 150 = 0,03 A = 30 mA.
2. Huecos: misma; tensión; paralelo; serie.
3. E = 10 W · 3 h = 30 Wh = 0,03 kWh.
4. t = 1500 mAh / 15 mA = 100 h.

Ampliación (Anexo 9)

1. V/I: 1,8 V / 0,0015 A = 1200 Ω; 2,0 V / 0,011 A ≈ 182 Ω; 2,2 V / 0,029 A ≈ 76 Ω. No es constante: el LED no cumple la ley de Ohm.
2. Con una resistencia, V/I es siempre 220 Ω y la gráfica es una recta.
3. Sin resistencia, sobrarían unos 2,3 V (4,5 − 2,2) que la pila forzaría a pasar por el LED, y la intensidad subiría mucho por encima de 29 mA; el LED se calentaría y se estropearía. La resistencia absorbe la tensión sobrante.
4. Gráfica esperable: recta para la resistencia; curva para el LED que apenas sube hasta 1,7 V y luego crece muy deprisa.

⚠ Errores frecuentes

- Decir que la corriente «se gasta» en la bombilla: lo que se transforma es energía; la intensidad es la misma antes y después.
- Conectar el amperímetro en paralelo o el multímetro como amperímetro directamente a la pila (cortocircuito).
- Olvidar pasar mA a A antes de calcular R o P, o confundir W y Wh.
- Montar el LED al revés (no luce) o sin resistencia (se estropea).
- Pensar que en serie cada bombilla recibe la tensión completa; en serie se reparte, en paralelo es la misma.
- Mezclar «corriente convencional» (de + a −) con el movimiento de los electrones (de − a +).

⚖ Criterios para valorar respuestas abiertas

- La conclusión es válida si se deduce de las medidas propias, aunque no coincida con la predicción; los valores reales dependen de la pila y de las bombillas.
- Se valora el cálculo con unidades, la comparación con el valor nominal y la explicación con el modelo, no solo el resultado numérico.
- Seguridad: solo baja tensión (pilas de hasta 4,5 V), sin cortocircuitos; revisar polaridad del LED y escala del multímetro.
- Datos de F5, F6 y F9 ilustrativos; los de F8 son de REE 2025 (conviene contrastarlos con el informe completo de REE).

Créditos, fuentes y condiciones de uso

Edición revisada: octubre de 2026

Situaciones de aprendizaje · Física y Química · 3.º ESO. Material elaborado y editado por **recursoseso.com**.

Normativa de referencia

- Ley Orgánica 2/2006, de Educación, modificada por la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE).
- Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la ESO.
- Currículos autonómicos correspondientes, a los que debe adaptarse esta propuesta.

Seguridad

Las prácticas 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.