



Universidad de Valladolid

FACULTAD DE CIENCIAS

TRABAJO FIN DE MÁSTER

**Máster Universitario en Profesor de Educación
Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanza de idiomas.
Especialidad: FÍSICA Y QUÍMICA**

**QUÍMICA POKÉMON: DISEÑO Y
DESARROLLO DE UN KIT DIDÁCTICO DE
PRÁCTICAS EXPERIMENTALES
ACCESIBLES PARA LA ENSEÑANZA DE LA
QUÍMICA EN 3º DE ESO**

Autora: Dña. Laura Merchán Catalina

Tutores: Dña. Silvia Valverde Bastardo y

Don Adrián de la Fuente Ballesteros

Valladolid, Julio 2025

INDICE

Resumen	6
Abstract.....	6
1. Introducción.....	7
1.1. Propósito y justificación del Trabajo Fin de Máster	7
2. Objetivos.....	9
2.1 Objetivos generales.....	9
2.2 Objetivos específicos	9
3. Fundamentación teórica.....	10
3.1 Antecedentes: desafíos en la enseñanza de la Química.....	10
3.2. La relevancia de la experimentación y los kits didácticos en el aprendizaje de la Química	10
3.3. Criterios para el diseño de kits didácticos eficaces	11
3.4. La gamificación como estrategia de motivación en la enseñanza de la Química	11
4. Propuesta didáctica: diseño y desarrollo del kit “Química Pokémon”	13
4.1 Metodología didáctica: un enfoque activo para la Química	13
4.2 Selección de contenidos curriculares.....	13
4.3 Criterios de accesibilidad, sostenibilidad y bajo coste	15
4.4 Atención a la diversidad	16
4.5 Descripción del kit: estructura, materiales y recursos	17
4.5.1 Estructura y contenido general del kit	17
4.5.2 Materiales y reactivos específicos	18
4.5.3 Presupuesto del kit.....	20
4.5.4 Comparativa de kits didácticos de Química en el mercado.....	21
4.5.5 Recursos complementarios incluidos en el kit	22
4.6 Guía para su implementación en el aula.....	23
4.6.1 Implementación por el docente.....	23
4.6.2 Implementación por el alumnado	24
4.7. Seguridad en la implementación de las prácticas	24
4.7.1 Directrices generales de seguridad	24
4.7.2 Identificación de peligros y consejos de prudencia por sustancia	24
4.8. Evaluación de las prácticas experimentales.....	25
4.8.1 Instrumentos de evaluación propuestos para el alumnado	25
4.8.2 Criterios de evaluación para el docente	25
4.8.3 Rúbricas de evaluación.....	26
5. Prácticas experimentales del kit	27
Práctica 1: Smeargle, el artista Pokémon.	27

Objetivo	27
Fundamento teórico	27
Materiales	27
Procedimiento.....	28
Cuestiones para el alumno.....	28
Seguridad.....	28
Práctica 2: Aurorus, el Pokémon de las auroras.	29
Objetivo	29
Fundamento teórico	29
Materiales	30
Procedimiento.....	30
Cuestiones para el alumno.....	30
Seguridad.....	30
Práctica 3: Magcargo, el caracol de magma.	31
Objetivo	31
Fundamento teórico	31
Materiales	31
Procedimiento.....	32
Cuestiones para el alumno.....	32
Seguridad.....	32
Práctica 4: Los secretos del agua con Vaporeon.	33
Objetivo	33
Fundamento teórico	33
Materiales	33
Procedimiento.....	34
Cuestiones para el alumno.....	34
Seguridad.....	34
Práctica 5: Grimer, el maestro de la espuma.	36
Objetivo	36
Fundamento teórico	36
Materiales	36
Procedimiento.....	37
Cuestiones para el alumno.....	37
Seguridad.....	37
Práctica 6: El calor de Heatran.	38
Objetivo	38
Fundamento teórico	38

Materiales	38
Procedimiento	39
Cuestiones para el alumno	39
Seguridad	39
Práctica 7: ¡El frío de Glaceon!	40
Objetivo	40
Fundamento teórico	40
Materiales	40
Procedimiento	40
Cuestiones para el alumno	41
Seguridad	41
6. Evaluación de la propuesta	42
6. Evaluación de la propuesta	42
6.1. Cumplimiento de objetivos y criterios de diseño	42
7. Conclusiones	43
7.1. Contribuciones y aprendizajes clave	43
7.2. Limitaciones del trabajo	43
7.3. Reflexión final y futuras líneas de investigación	43
8. Bibliografía	45
9. Anexos	47
ANEXO I: Competencias clave, competencias específicas y criterios de evaluación	47
ANEXO II: Presupuesto desglosado del kit	49
ANEXO III: Imágenes de las cartas para imprimir	52
ANEXO IV: Guía de buenas prácticas y seguridad	60
ANEXO V: Listado de pictogramas	62
ANEXO VI Rúbricas	63

Índice de tablas

Tabla 1: Resumen de la vinculación de cada práctica con el currículo de Química de 3º de ESO de Castilla y León	14
Tabla 2: Medidas de atención a la diversidad	16
Tabla 3: Inventario de recipientes y utensilios incluidos en el kit.	18
Tabla 4: Inventario de reactivos y consumibles incluidos en el kit	19
Tabla 5: Inventario de equipamiento y protección incluidos en el kit	20
Tabla 6: Inventario de material complementario incluido en el kit	20
Tabla 7: Comparativa de diversos kits didácticos de Química	21
Tabla 8: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Smeargle.	28
Tabla 9: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Aurorus.	30

Tabla 10: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Magcargo.	32
Tabla 11: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Vaporean.	34
Tabla 12: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Grimer.	37
Tabla 13: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Heatron.	39
Tabla 14: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Glaceon.	41
Tabla 15: Presupuesto desglosado.	49
Tabla 16: Listado de pictogramas.	62
Tabla 17: Rúbrica para la Memoria de la Práctica (Prácticas Demostrativas Realizadas por el Docente)	63
Tabla 18: Rúbrica para la Experimentación y Memoria (Prácticas Realizadas por el Alumnado).	64

Índice de figuras

Figura 1: Anverso y reverso de la carta-ficha de Smeargle.	27
Figura 2: Anverso y reverso de la carta-ficha de Aurorus.	29
Figura 3: Anverso y reverso de la carta-ficha de Magcargo.	31
Figura 4: Anverso y reverso de la carta-ficha de Vaporean.	33
Figura 5: Anverso y reverso de la carta-ficha de Gimer.	36
Figura 6: Anverso y reverso de la carta-ficha de Heatron.	38
Figura 7: Anverso y reverso de la carta-ficha de Glaceon.	40

Lista de abreviaturas

TFM	trabajo fin de máster
ESO	educación secundaria obligatoria
CC	competencias clave
CEE	competencias específicas
CEV	criterios de evaluación
CD	competencia digital
CE	competencia emprendedora
STEM	competencias científica, tecnológica, ingeniería y matemática
CCL	competencia en comunicación lingüística
CPSAA	competencia personal, social y de aprender a aprender
DUA	diseño universal para el aprendizaje
EPI	equipo de protección personal
GHS	sistema globalmente armonizado

Resumen

Este Trabajo Fin de Máster (TFM) aborda el desafío de la enseñanza experimental de la Química en 3º de Educación Secundaria Obligatoria (ESO), especialmente en entornos con recursos limitados. Su propósito es diseñar y desarrollar un kit didáctico innovador, accesible, económico y seguro, que permita realizar prácticas de Química directamente en el aula, sin necesidad de un laboratorio especializado.

La propuesta se sustenta en un enfoque metodológico activo y experimental, que busca transformar la percepción de la Química como una materia abstracta. Para ello, integra la gamificación a través de la popular temática Pokémon. Las prácticas se nombran con Pokémon relevantes y sus fichas están diseñadas como cartas de juego, fomentando así la motivación y el compromiso del alumnado.

El kit está alineado con el currículo de 3º de ESO y diseñado para la atención a la diversidad. Además, ofrece flexibilidad en su uso: puede emplearse como kit de demostración por el profesorado (para observación y registro del alumnado) o para la participación activa de los estudiantes en el aula, siempre bajo supervisión docente.

El TFM detalla la fundamentación teórica de la enseñanza experimental y la gamificación, la metodología de diseño, y la descripción pormenorizada de cada práctica (objetivos, fundamentos, materiales, procedimiento y seguridad). Se espera que este kit impulse el aprendizaje significativo, el interés por las ciencias y el desarrollo de destrezas científicas básicas, contribuyendo a una educación química más equitativa y estimulante para la ESO.

Abstract

This Master's Final Project (TFM) addresses the challenge of experimental Chemistry education for 3rd year of Compulsory Secondary Education (ESO), particularly in resource-limited environments. Its purpose is to design and develop an innovative, accessible, economical, and safe educational kit that enables Chemistry practices to be conducted directly in the classroom, without the need for a specialized laboratory.

The proposal is based on an active and experimental methodological approach, seeking to transform the perception of Chemistry as an abstract subject. To achieve this, it integrates gamification through the popular Pokémon theme. The practical activities are named after relevant Pokémon, and their respective lesson plans are designed as game cards, thereby fostering student motivation and engagement.

The kit is aligned with the 3rd year ESO curriculum and designed to address diversity in the classroom. Moreover, it offers flexibility in its use: it can be employed by teachers for demonstration purposes (for student observation and record-keeping) or for active student participation, always under teacher supervision.

This TFM details the theoretical foundation of experimental teaching and gamification, the design methodology, and a thorough description of each practical activity (objectives, scientific principles, materials, procedure, and safety). It is expected that this kit will promote meaningful learning, interest in science, and the development of basic scientific skills, contributing to a more equitable and stimulating Chemistry education for ESO.

1. Introducción

La enseñanza de las ciencias en la ESO enfrenta el desafío constante de motivar al alumnado y hacer que conceptos a menudo abstractos cobren vida. En particular, la Química, con sus fórmulas y reacciones, puede percibirse alejada del día a día, dificultando su comprensión y, en ocasiones, generando desinterés. Esta situación se acentúa en muchos centros educativos que carecen de laboratorios especializados y recursos materiales adecuados, limitando gravemente las oportunidades de experimentar y observar la ciencia en acción.

Es en este contexto donde este TFM, titulado "Química Pokémon: Diseño y desarrollo de un kit didáctico de prácticas experimentales accesibles para la enseñanza de la Química en 3º de ESO", se propone como una solución innovadora y práctica. Reconociendo el potencial pedagógico de la experiencia directa y la necesidad de recursos didácticos adaptados, este proyecto busca transformar la forma en que los estudiantes de 3º de ESO interactúan con la Química.

A través del diseño de un kit experimental que combina la rigurosidad científica con el atractivo del universo Pokémon, este TFM no solo pretende alinear los contenidos curriculares con prácticas accesibles y seguras, sino también encender la chispa de la curiosidad en los estudiantes. Se concibe como una herramienta versátil para el profesorado, que permitirá llevar la experimentación al aula y fomentar un aprendizaje activo, participativo y, sobre todo, significativo, haciendo de la Química una aventura tan emocionante como atrapar a un Pokémon.

Este trabajo ha sido desarrollado con ayuda de herramientas de inteligencia artificial, incluyendo Gemini y ChatGPT. Se han utilizado estas herramientas principalmente para organizar y clarificar ideas, así como para mejorar la expresión y el estilo de redacción. Sin embargo, es importante destacar que el contenido, la conceptualización y la investigación son de mi autoría, habiendo sido validado y revisado concienzudamente cada aspecto para asegurar su rigor y coherencia académica.

1.1. Propósito y justificación del Trabajo Fin de Máster

El presente TFM tiene como propósito principal diseñar y desarrollar un kit didáctico de prácticas de Química para 3º de ESO, concebido para superar las barreras de infraestructura en la enseñanza de esta disciplina. Este kit busca ser accesible, económico y seguro, permitiendo la realización de actividades experimentales directamente en el aula, sin necesidad de un laboratorio especializado.

La problemática que aborda se enmarca en los desafíos actuales de la enseñanza de la Química, donde la abstracción de los contenidos, la escasa conexión con la realidad cotidiana de los estudiantes y la limitada disponibilidad de laboratorios o recursos experimentales son barreras significativas. Esta situación se agrava en contextos de bajos recursos, donde la carencia de infraestructura impide a los docentes implementar actividades prácticas, afectando la comprensión de los conceptos químicos y disminuyendo el interés por las ciencias (Hofstein & Lunetta, 2004; Solbes & Traver, 2003).

Lo que distingue a esta propuesta es la integración de la gamificación, utilizando la popular temática Pokémon como hilo conductor. A través de nombres de prácticas inspirados en Pokémon y un diseño de las fichas al estilo de cartas de juego, se busca transformar la percepción de la Química, haciéndola más atractiva, motivadora y cercana

al universo de intereses del alumnado. Estudios recientes indican que el uso de materiales didácticos experimentales, como kits de química, puede mejorar significativamente el proceso de enseñanza-aprendizaje (Chonillo-Sislema et al., 2023; Molina et al., 2016), desarrollando habilidades científicas, fomentando la indagación y facilitando la apropiación significativa de los contenidos, incluso en espacios sin laboratorios formales.

El kit estará rigurosamente alineado con el currículo de Química de 3º de ESO de Castilla y León y adaptado a contextos escolares con recursos limitados, promoviendo la atención a la diversidad y la equidad educativa. Se ha diseñado para ofrecer flexibilidad en su uso: puede emplearse por el profesorado como un kit de demostración para realizar exhibiciones en el aula (con los alumnos observando y tomando notas), o bien, bajo supervisión, como prácticas de laboratorio para que el alumnado participe activamente en su ejecución. A pesar de algunas experiencias exitosas en países de América Latina, la literatura muestra una carencia de propuestas integrales que combinen criterios de bajo coste, seguridad, pertinencia curricular y viabilidad pedagógica (Molina et al., 2016; Ruiz Hidalgo, 2009). Por lo tanto, este proyecto surge como respuesta a la necesidad de un kit didáctico de química accesible y práctico, adaptado a las condiciones de las escuelas secundarias en contextos vulnerables.

A través de este proyecto, se pretende fomentar el aprendizaje activo, incrementar el interés por las ciencias y dotar a los docentes de herramientas prácticas que les permitan implementar una enseñanza experimental de la Química, superando las limitaciones materiales y enriqueciendo la experiencia educativa del alumnado.

2. Objetivos

2.1 Objetivos generales

El objetivo principal de este TFM es diseñar y desarrollar un kit didáctico accesible para la enseñanza experimental de la Química en 3º de ESO, que impulse la motivación y el aprendizaje significativo del alumnado en contextos con recursos limitados.

2.2 Objetivos específicos

Para alcanzar el objetivo general, se proponen los siguientes objetivos específicos:

- Analizar el currículo de Química de 3º de ESO de Castilla y León para seleccionar los contenidos fundamentales que puedan abordarse eficazmente mediante actividades prácticas y experimentales.
- Identificar y seleccionar materiales de bajo coste, seguros y de fácil acceso que permitan la implementación de demostraciones y prácticas en aulas sin equipamiento de laboratorio especializado.
- Diseñar actividades experimentales de Química integradas con la temática Pokémon, que favorezcan la comprensión de conceptos clave a través de la observación directa y el fomento de la curiosidad y el interés en el alumnado.
- Elaborar guías didácticas claras y adaptadas tanto para el profesorado (en la implementación de demostraciones o prácticas) como para el alumnado (en el registro de observaciones y el desarrollo de destrezas científicas básicas), asegurando la inclusión y la atención a la diversidad.
- Documentar de forma exhaustiva el proceso de conceptualización, diseño y desarrollo del kit, estableciendo una base sólida para futuras investigaciones sobre su implementación y evaluación en el contexto educativo.

3. Fundamentación teórica

3.1 Antecedentes: desafíos en la enseñanza de la Química

La relación entre la enseñanza de la química y el uso de actividades experimentales ha sido abordada por diversas investigaciones y es ampliamente reconocida como un factor clave para lograr un aprendizaje significativo (Ausubel, 2002; Driver et al., 1994; Hofstein & Lunetta, 2004). No obstante, esta área enfrenta desafíos importantes en el contexto educativo. Múltiples estudios han demostrado que las limitaciones de infraestructura, especialmente en entornos rurales o con escasos recursos, dificultan la implementación regular de prácticas experimentales en las aulas. Esta carencia restringe el acceso del alumnado a experiencias científicas esenciales para una comprensión profunda de la disciplina y disminuye su interés por las ciencias (Hofstein & Lunetta, 2004; Solbes & Traver, 2003; Abrahams & Millar, 2008).

En respuesta a estas problemáticas, han surgido metodologías basadas en kits didácticos como soluciones viables y eficaces. Molina, Palomeque y Carriazo (2016) proponen una metodología de kits elaborados por estudiantes y profesores, que permiten desarrollar procesos activos de enseñanza-aprendizaje de la ciencia sin necesidad de laboratorios especializados, generando una actitud positiva entre los docentes. De forma complementaria, Chonillo-Sislema, Sucari, Rocha y Solís-Luis (2023) realizaron una revisión documental que concluyó que los kits didácticos favorecen y potencian la educación al adaptarse a las necesidades estudiantiles e innovar el proceso de enseñanza-aprendizaje en química y biología, haciendo los contenidos más significativos.

Iniciativas como la del Ministerio de Ciencia y Tecnología de Córdoba (Malanca & Lopez Rivilli, 2019), que desarrolló kits educativos con materiales accesibles y guías didácticas, demuestran la viabilidad de estos recursos como herramienta de inclusión científica. Además, Ruiz Hidalgo (2009) defiende la pertinencia de construir materiales didácticos propios para adaptar los contenidos científicos a contextos específicos y promover una mayor apropiación del conocimiento. A pesar de estos avances, aún persiste la necesidad de propuestas integrales que combinen el currículo local, respondan a las condiciones materiales del entorno educativo y promuevan prácticas sostenibles. Este proyecto busca dar respuesta a estos vacíos.

3.2. La relevancia de la experimentación y los kits didácticos en el aprendizaje de la Química

La Química, por su propia naturaleza, es una ciencia experimental que demanda la manipulación de materiales, la observación y la interpretación de fenómenos para una comprensión profunda de sus conceptos (Gil Pérez & Vilches, 2001). Sin embargo, cuando la enseñanza se reduce a la teoría, sin el componente práctico, se dificulta el aprendizaje significativo y se disminuye el interés del estudiantado (Solbes & Traver, 2003).

En este contexto, los kits didácticos emergen como una herramienta pedagógica fundamental. Son conjuntos de materiales, instrumentos y reactivos diseñados específicamente para facilitar la enseñanza y el aprendizaje de conceptos científicos de forma segura y efectiva a través de la experimentación. Diversas investigaciones han demostrado su eficacia para incrementar la motivación del alumnado, fomentar habilidades científicas y facilitar un aprendizaje activo y significativo (Chonillo-Sislema

et al., 2023; Molina et al., 2016). Su adaptabilidad permite su implementación en diferentes niveles educativos y contextos socioeconómicos.

Además, los kits didácticos tienen un efecto positivo en el aprendizaje de la Química, especialmente en entornos con recursos limitados. Facilitan la comprensión conceptual mediante actividades prácticas accesibles, lo que no solo motiva al alumnado, sino que también mejora su actitud hacia la asignatura (Chonillo-Sislema et al., 2023). Estudios como los de Ruiz Hidalgo (2009) y Molina et al. (2016) destacan que estos materiales fomentan la participación activa, el aprendizaje autónomo y la adaptación a diferentes estilos de aprendizaje. Asimismo, Hofstein y Lunetta (2004) subrayan que las actividades experimentales bien diseñadas desarrollan competencias científicas esenciales como la observación, la argumentación y el análisis de datos, contribuyendo a un aprendizaje más profundo.

3.3. Criterios para el diseño de kits didácticos eficaces

El diseño de kits didácticos para la enseñanza de la Química debe fundamentarse en criterios rigurosos que garanticen su eficacia pedagógica y su viabilidad. Es esencial considerar la seguridad, la economía, la funcionalidad pedagógica y la alineación con el currículo educativo (Chonillo-Sislema et al., 2023). Los materiales seleccionados deben ser accesibles y fáciles de conseguir, especialmente para contextos con recursos limitados, permitiendo que las actividades propuestas puedan implementarse sin la necesidad de un laboratorio formal.

Un kit didáctico eficaz debe facilitar la comprensión de conceptos abstractos mediante la experimentación guiada, fomentar la autonomía del alumnado y permitir una adaptación flexible a distintos niveles educativos. La claridad en las instrucciones, la adecuación de los contenidos al nivel cognitivo de los estudiantes y la coherencia con los objetivos de aprendizaje son también aspectos fundamentales del proceso de diseño (Hofstein & Lunetta, 2004). Finalmente, la sostenibilidad y la atención a la diversidad emergen como criterios cruciales para asegurar que el kit no solo sea efectivo, sino también inclusivo y responsable con el entorno.

3.4. La gamificación como estrategia de motivación en la enseñanza de la Química

Además de la importancia inherente de la experimentación, este kit didáctico integra la gamificación como una estrategia pedagógica fundamental para potenciar la motivación, el compromiso y la comprensión del alumnado en la enseñanza de la Química. La gamificación implica la aplicación de elementos y mecánicas propios del diseño de juegos en contextos no lúdicos, con el objetivo de transformar la experiencia de aprendizaje y hacerla más atractiva (Kapp, 2012).

En el contexto de la enseñanza de las ciencias, y particularmente de la Química, la gamificación puede ser una herramienta poderosa para abordar la percepción de la materia como abstracta o compleja. Al introducir elementos lúdicos, como narrativas, personajes, estética visual y retos inherentes a los juegos, se crea un entorno de aprendizaje más inmersivo y significativo (Hamari et al., 2014).

La integración de la gamificación, como se propone en este kit a través de la temática Pokémon, ofrece diversas ventajas pedagógicas: incrementa la motivación intrínseca al usar un universo cercano al alumnado (Ryan & Deci, 2000); fomenta el compromiso y la persistencia al generar un sentido de inmersión; mejora la comprensión conceptual al

contextualizar los fenómenos químicos dentro de una narrativa lúdica; y desarrolla habilidades transversales al plantear las prácticas como "misiones" (Gee, 2003).

En el kit "Química Pokémon", la gamificación se implementa mediante una temática unificadora (el universo Pokémon), una nomenclatura lúdica (prácticas con nombres de Pokémon vinculados al fenómeno) y una estética visual (diseño de fichas como cartas Pokémon). Esta aproximación busca transformar el aprendizaje científico en una actividad estimulante y gratificante.

4. Propuesta didáctica: diseño y desarrollo del kit “Química Pokémon”

4.1 Metodología didáctica: un enfoque activo para la Química

La presente propuesta didáctica se fundamenta en un enfoque metodológico activo y experimental, centrado en la ciencia práctica (*hands-on science*) y el aprendizaje a través de la experimentación. Esta perspectiva se alinea con las directrices actuales en didáctica de las ciencias, que enfatizan la necesidad de que el alumnado construya su conocimiento de forma significativa a través de la experiencia directa con los fenómenos (Ausubel, 2002; Driver et al., 1994; Hofstein & Lunetta, 2004).

El diseño del kit “Química Pokémon” se basa en ofrecer experiencias experimentales que, dadas la versatilidad de la propuesta, pueden ser implementadas de dos maneras distintas. La segunda permite que los propios estudiantes realicen las prácticas en el aula, siempre bajo supervisión docente. Consciente de las limitaciones de seguridad y recursos que a menudo restringen la manipulación directa por parte de los estudiantes, el diseño de las prácticas busca maximizar la implicación cognitiva y participación del alumnado en el proceso científico, fomentando la formulación de preguntas, la predicción de resultados, el análisis de datos y la extracción de conclusiones.

La implementación de este tipo de metodología en la enseñanza de la Química ofrece múltiples beneficios:

- Fomento de la motivación e interés: La naturaleza visual y participativa de los experimentos, sumada a la integración de la temática lúdica Pokémon, genera curiosidad y entusiasmo en el alumnado, lo que es crucial para superar la percepción de la Química como una materia abstracta.
- Comprensión significativa de conceptos: La observación directa de los fenómenos químicos permite al alumnado conectar la teoría con la práctica facilitando una construcción de conocimiento más profunda y duradera.
- Desarrollo de destrezas científicas: Las actividades están diseñadas para que el alumnado aplique los pasos fundamentales del método científico, fortaleciendo su pensamiento crítico y su capacidad de resolución de problemas.
- Conexión con el entorno cotidiano: Al utilizar materiales accesibles y ejemplos contextualizados, la Química se percibe como una disciplina relevante y cercana a la realidad del estudiante, favoreciendo la transferencia de los aprendizajes.
- Atención a la diversidad y accesibilidad: Una metodología basada en la observación de fenómenos concretos y la discusión guiada, en un formato lúdico y adaptable, ofrece diferentes vías de acceso al conocimiento, beneficiando a alumnado con distintos estilos de aprendizaje y necesidades educativas.

4.2 Selección de contenidos curriculares

El diseño y conceptualización de las prácticas del kit "Química Pokémon" se ha realizado atendiendo rigurosamente al Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León. Este marco normativo ha sido la base para la selección de los contenidos, competencias y criterios de evaluación de la asignatura de Física y Química de 3º de ESO, garantizando la pertinencia y el valor educativo de cada actividad propuesta.

El kit "Química Pokémon" ha sido concebido para abordar de manera transversal y significativa los Saberes Básicos y las Competencias definidas en el currículo de 3º de ESO. De forma general, el conjunto de las prácticas se alinea con los siguientes elementos:

- **Bloques de contenidos:** las actividades cubren principalmente el Bloque B: La materia (centrado en sustancias puras, mezclas y métodos de separación, así como disoluciones y solubilidad) y el Bloque E: El cambio (enfocado en cambios físicos y químicos, reacciones químicas, acidez, basicidad y factores que afectan la velocidad de reacción y cambios energéticos).
- **Competencias Clave (CC):** el desarrollo de las prácticas fomenta activamente la Competencia STEM (ciencia, tecnología, ingeniería y matemática), la Competencia en Comunicación Lingüística (CCL) a través de la descripción de fenómenos, la Competencia Personal, Social y de Aprender a Aprender (CPSAA) mediante la autonomía y reflexión, la Competencia Digital (CD) en la posible búsqueda de información complementaria o registro digital, y la Competencia Emprendedora (CEMP) al plantear soluciones creativas y prácticas.
- **Competencias Específicas (CEE) y Criterios de Evaluación (CEV):** de forma transversal a todas las prácticas, se trabaja intensamente la aplicación del método científico, incluyendo la observación, el planteamiento de hipótesis, la experimentación, la recogida de datos y la interpretación de resultados. Además, cada práctica contribuye al desarrollo de competencias específicas relacionadas con la identificación de cambios en la materia, el estudio de las reacciones químicas, y la comprensión de las propiedades de las disoluciones y el pH, como se detalla en el currículo.

Todo lo expuesto sobre la vinculación curricular de cada práctica se resume en la tabla 1, que detalla la relación específica de cada actividad con los contenidos (saberes básicos), las competencias clave y específicas, y los criterios de evaluación asociados.

Tabla 1: Resumen de la vinculación de cada práctica con el currículo de Química de 3º de ESO de Castilla y León.

Práctica	Contenidos (Bloque / Saberes Básicos)	CC	CEE	CEV
1. Smeargle, el artista Pokémon	B. La materia: Sustancias puras y mezclas. Métodos de separación (filtración, decantación, destilación y cromatografía). Identificación de componentes mediante técnicas sencillas.	CCL, STEM, CPSAA, CD	1.1, 1.2, 2.1, 3.1	C1.1, C1.2, C2.1, C3.1
2. Aurorus, el Pokémon de las auroras	E. El cambio: Identificación de cambios físicos y químicos. Reconocimiento de reacciones químicas. Acidez y basicidad de disoluciones. Utilización de indicadores.	CCL, STEM, CPSAA	3.1, 4.1, 4.3	C3.1, C4.1, C4.3
3. Magcargo, el caracol de magma	E. El cambio: Identificación de cambios físicos y químicos. Reconocimiento de reacciones químicas cotidianas. Determinación de reactivos y productos.	STEM, CPSAA, CE	2.1, 3.1, 3.2	C2.1, C3.1, C3.2

Práctica	Contenidos (Bloque / Saberes Básicos)	CC	CEE	CEV
4. Los secretos del agua con Vaporeon	B. La materia: Disoluciones (concepto, componentes, propiedades). Factores que afectan a la solubilidad (temperatura, agitación, cantidad de soluto).	STEM, CPSAA, CE	2.2, 3.1, 4.2	C2.2, C3.1, C4.2
5. Grimer, el maestro de la espuma	E. El cambio: Identificación de cambios físicos y químicos. Reconocimiento de reacciones químicas y su aplicación. Condiciones que afectan a la velocidad de reacción (temperatura, concentración, catalizadores).	STEM, CPSAA, CE, CD	3.1, 4.2, 4.3, 5.1	C3.1, C4.2, C4.3, C5.1
6. El calor de Heatran	E. El cambio: Identificación de cambios físicos y químicos. Reacciones químicas. Cambios de energía en las reacciones (exotérmicas y endotérmicas).	STEM, CPSAA	3.1, 4.2, 4.3	C3.1, C4.2, C4.3
7. El frío de Glaceon	E. El cambio: Identificación de cambios físicos y químicos. Reacciones químicas. Cambios de energía en las reacciones (exotérmicas y endotérmicas).	STEM, CPSAA	3.1, 4.2, 4.3	C3.1, C4.2, C4.3

Para una descripción detallada de cada CEE y CEV, consulte el Anexo I.

4.3 Criterios de accesibilidad, sostenibilidad y bajo coste

El diseño del kit didáctico "Química Pokémon" se ha concebido bajo premisas fundamentales de accesibilidad, sostenibilidad y bajo coste, buscando ofrecer una herramienta práctica y viable para la enseñanza experimental de la Química en cualquier contexto educativo, incluyendo aquellos con limitaciones de recursos.

La selección de los materiales y reactivos que componen el kit se ha realizado priorizando su fácil adquisición y su coste reducido. Gran parte de los elementos necesarios pueden encontrarse en establecimientos cotidianos como supermercados, farmacias o tiendas de proximidad, eliminando la necesidad de adquirir materiales de laboratorio especializados y costosos. Ejemplos de estos materiales incluyen vasos de plástico, vinagre, sal de mesa o bicarbonato de sodio, lo que facilita enormemente su reposición y mantenimiento. Esta filosofía asegura que la implementación de las prácticas no suponga una barrera económica para los centros educativos.

Más allá del bajo coste inicial, el kit ha sido diseñado pensando en su sostenibilidad y durabilidad a largo plazo. Se ha priorizado el uso de materiales que puedan ser reutilizados en múltiples ocasiones y a lo largo de varios cursos escolares. Si bien algunos reactivos deberán reponerse periódicamente y ciertos elementos consumibles podrían estropearse o romperse con el tiempo, la estructura principal del kit está pensada para ser perdurable, minimizando la generación de residuos y la necesidad de nuevas inversiones.

Un aspecto distintivo de esta propuesta, que refuerza su sostenibilidad y accesibilidad, es el fomento de la reutilización de materiales domésticos. Por ejemplo, para los recipientes

de reactivos o para el almacenamiento, se ha verificado y comprobado la viabilidad de utilizar elementos comunes del hogar, como tarritos de paté, pequeños tupperes de salsas o envases similares. Esta estrategia no solo reduce aún más los costes, sino que también promueve una conciencia sobre la reutilización y el aprovechamiento de recursos en el propio alumnado y profesorado.

4.4 Atención a la diversidad

El diseño del kit didáctico parte del compromiso con una educación inclusiva y equitativa, tal como establece el marco normativo vigente en Castilla y León. De acuerdo con el Decreto 39/2022, por el que se regula la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria, uno de los principios fundamentales del sistema educativo es atender a la diversidad del alumnado, facilitando los medios y recursos necesarios para garantizar su desarrollo personal y académico.

Desde esta perspectiva, las prácticas experimentales incluidas en el kit han sido propuestas y redactadas teniendo en cuenta diferentes necesidades educativas, incorporando desde el inicio varias medidas de accesibilidad universal. Entre ellas destacan:

- El uso de un lenguaje claro y sencillo, que evita tecnicismos innecesarios y facilita la comprensión de las instrucciones y los conceptos científicos por parte de todo el alumnado.
- Una evaluación diversificada, basada en rúbricas visuales, observación directa, expresión oral y/o portfolios, que permite valorar el aprendizaje más allá de la expresión escrita, adaptándose a los diferentes estilos de aprendizaje y capacidades individuales.
- La estructuración de las prácticas en pasos numerados, con apoyos visuales (diagramas, ilustraciones y símbolos) para guiar el trabajo autónomo y cooperativo.
- La posibilidad de implementar roles diferenciados en los grupos de trabajo, permitiendo a cada estudiante asumir funciones que se ajusten a sus habilidades.

Además, se han definido medidas específicas de adaptación para alumnado con diferentes tipos de diversidad funcional o necesidades educativas especiales, tal como se detalla a continuación:

Tabla 2: Medidas de atención a la diversidad.

Tipo de diversidad	Medidas de adaptación propuestas
TDAH (Trastorno por Déficit de Atención con o sin Hiperactividad)	<ul style="list-style-type: none"> - Fragmentar las prácticas en tareas breves y bien definidas. - Utilizar cronogramas visuales y temporizadores para estructurar el tiempo. - Establecer normas claras y funciones dentro del grupo para mantener la concentración.
Dislexia	<ul style="list-style-type: none"> - Instrucciones escritas con tipografía legible y ampliada (ej. OpenDyslexic). - Apoyos visuales y pictogramas para reforzar los pasos del experimento. - Permitir explicaciones orales y grabadas como alternativas a la expresión escrita.

Tipo de diversidad	Medidas de adaptación propuestas
TEA (Trastorno del Espectro Autista)	<ul style="list-style-type: none"> - Estructuración clara y predecible de las actividades. - Uso de pictogramas y esquemas visuales para anticipar los pasos. - Ofrecer espacios tranquilos y rutinas estables durante la realización de las prácticas.
Diversidad motora	<ul style="list-style-type: none"> - Adaptar los materiales para facilitar la manipulación (utensilios con mangos anchos, bandejas antideslizantes). - Permitir la colaboración o asistencia de compañeros si es necesario. - Asegurar accesibilidad física al espacio de trabajo y a los materiales.
Diversidad sensorial (visual o auditiva)	<ul style="list-style-type: none"> - Para baja visión: textos ampliados, alto contraste y materiales táctiles. - Para discapacidad auditiva: apoyo visual constante y lenguaje no verbal. - Uso de tecnología de apoyo (lectores de pantalla, subtitulación o intérpretes si fuera necesario).

Con esta propuesta, el kit no solo responde a criterios de accesibilidad material y económica, sino que incorpora una mirada inclusiva y pedagógicamente sensible, en consonancia con los principios del Diseño Universal para el Aprendizaje (DUA), favoreciendo la participación activa y el éxito educativo de todo el alumnado, independientemente de sus características individuales.

4.5 Descripción del kit: estructura, materiales y recursos

El kit didáctico "Química Pokémon" ha sido diseñado como una herramienta integral y autónoma, pensada para facilitar la enseñanza experimental de la Química en 3º de ESO en diversos entornos educativos. Su estructura y selección de materiales responden a los criterios de accesibilidad, bajo coste y sostenibilidad previamente establecidos, añadiendo la premisa de la portabilidad para su uso flexible en el aula.

4.5.1 Estructura y contenido general del kit

El kit se concibe como una unidad compacta y fácilmente transportable, diseñada para contener todos los elementos necesarios para la realización de las prácticas. Se propone el uso de un maletín de plástico transparente (con dimensiones aproximadas de 31,5 x 23 x 19 cm), similar a una caja de almacenamiento de medicinas, que facilita la visualización del contenido y su manejo. Esta solución de empaquetado optimiza la organización y el transporte del kit, permitiendo que la experimentación pueda llevarse a cabo en cualquier aula, sin requerir espacios especializados.

Además de los reactivos y el material fungible específico para cada práctica, el kit incluye elementos esenciales para garantizar la seguridad y el desarrollo adecuado de las actividades:

- **Equipamiento de Protección Individual (EPI):** un par de guantes de nitrilo y una bata de papel desechable para el docente o el alumno que manipule

directamente, dada la habitual ausencia de batas de tela individuales en el alumnado de esta etapa.

- **Material de limpieza y seguridad adicional:** una bayeta de microfibra para la limpieza de superficies, papel absorbente para posibles derrames y, de manera muy recomendable, unas gafas de seguridad transparentes para la protección ocular durante las prácticas que lo requieran, así como una pequeña botella de agua destilada para posibles lavados oculares de emergencia o para diluciones precisas.
- **Material para la reutilización:** se incorporan recipientes reutilizados (como tarritos de paté o pequeños tupperes de salsas) para el almacenamiento de algunos reactivos o para la realización de mezclas, reforzando la filosofía de sostenibilidad del kit.

4.5.2 Materiales y reactivos específicos

El inventario de materiales y reactivos del kit 'Química Pokémon' (tablas 3, 4, 5, y 6) ha sido optimizado para la modalidad de demostración docente, considerando específicamente el uso en un aula sin acceso directo a puntos de agua o lavado. Las cantidades reflejan la necesidad de evitar la reutilización de material húmedo o con residuos entre prácticas en una misma sesión. Se ha priorizado el uso de material fungible de bajo coste que puede desecharse tras su uso o material reutilizable que se pueda limpiar completamente al finalizar la sesión o en casa. Los reactivos vienen en cantidades suficientes para múltiples demostraciones o para reponer el kit periódicamente.

Tabla 3: Inventario de recipientes y utensilios incluidos en el kit.

Recipientes y utensilios		
Material/Recurso	Cantidad total	Observaciones/Usos
Vasos transparentes (plástico o vidrio)	15 unidades	Suficiente para cubrir todas las necesidades de "un solo uso" por sesión (7-8 en sesión 1, 6-7 en sesión 2)
Vasos/recipientes pequeños opacos/semitransparentes	6 unidades	Para preparar/presentar sustancias de práctica 3, para práctica 2 y práctica 7
Bandejas (para evitar derrames)	1 unidades	Una por sesión principal; se reutilizan
Cucharillas (plástico)	8 unidades	Suficientes para dosificar los distintos reactivos sólidos y mezclar sin necesidad de lavar
Cucharas medidoras / Dosificadores	1 set (con varias medidas)	Para medir solutos
Varillas para remover (plástico)	4 unidades	Para mezclar, se pueden usar diferentes por práctica si es necesario
Cuentagotas / Goteros	1 unidades	Uno para el indicador de pH
Vaso medidor (graduado, pequeño)	1 unidad	Para medir volúmenes de líquidos. Se puede enjuagar con un poco de agua del propio kit si es necesario entre usos
Recipiente de vidrio resistente al calor	1 unidad	Específico para la práctica de Heatran

Tabla 4: Inventario de reactivos y consumibles incluidos en el kit.

Reactivos y consumibles		
Material/Recurso	Cantidad total	Observaciones/Usos
Rotuladores de diferentes colores	3-4 rotuladores	Para cromatografía (Smeargle)
Papel de filtro, cocina o filtros de café	1 paquete/rollo (con 10-15 tiras)	Para cromatografía
Agua (desmineralizada o destilada)	1 botella (500mL-1L)	Para cromatografía, disoluciones, y posibles enjuagues muy rápidos o lavado de ojos
Alcohol (isopropílico o de quemar)	1 botella pequeña (100-250mL)	Para cromatografía de rotuladores permanentes
Extracto de col lombarda (Indicador de pH)	1 botella (100-200ml)	Preparado y conservado adecuadamente
Vinagre (ácido acético)	1 botella (250ml)	Reactivo para varias prácticas
Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)	1 paquete pequeño (250g)	Reactivo para varias prácticas
Detergente líquido para platos	1 botella pequeña (100ml)	Para Grimer y Aurorus
Jabón líquido diluido (muestra preparada)	1 recipiente pequeño	Para la práctica de pH (Aurorus), ya diluido
Agua del grifo (muestra)	1 recipiente pequeño	Para la práctica de pH (Aurorus), ya pre-ensada
Sal común (NaCl)	1 paquete pequeño (250g)	Para disoluciones (Vaporeon)
Azúcar	1 paquete pequeño (250g)	Opcional, para comparar solubilidad (Vaporeon)
Agua oxigenada (3-5% farmacia)	1 botella (250ml)	Para la práctica de Grimer
Levadura (seca o fresca)	1 paquete/sobre	Para la práctica de Grimer (catalizador)
Óxido de calcio (cal viva)	1 paquete pequeño (50-100g)	Para la práctica de Heatran
Urea granulada	1 paquete pequeño (50-100g)	Para la práctica de Glaceon
Colorante alimentario	1 set pequeño (2-3 colores)	Opcional, para la práctica de Grimer

Tabla 5: Inventario de equipamiento y protección incluidos en el kit.

Equipamiento y protección		
Material/Recurso	Cantidad total	Observaciones/Uso
Guantes de nitrilo	2 pares	Para el docente por sesión, o un par si solo manipula en momentos clave
Bata de papel desechable	1 unidad	Para el docente que realiza la demostración
Gafas de seguridad	1 unidad	Protección ocular para el docente que realiza la demostración
Bayeta de microfibra	1 unidad	Para limpieza de superficies al terminar
Papel absorbente	1 rollo pequeño	Para derrames inesperados

Tabla 6: Inventario de material complementario incluido en el kit.

Material complementario		
Material/Recurso	Cantidad total	Observaciones/Uso
Lápiz	1 unidad	Para anotaciones
Regla	1 unidad	Para mediciones en cromatografía
Termómetro	1 unidad	Para medir temperaturas
Fuente de calor suave (vela + soporte seguro)	1 unidad	Para calentamiento controlado

Además de los materiales listados, se ha tenido en cuenta la flexibilidad en la elección y sustitución de algunos componentes, promoviendo el ingenio y el aprovechamiento de recursos comunes:

- **Medición de sólidos:** en ausencia de cucharas medidoras específicas, se puede utilizar un tapón de botella de refresco enrasado como unidad de medida aproximada para la dosificación de solutos sólidos, ofreciendo una alternativa práctica y accesible.
- **Colorantes:** para las prácticas que requieren un elemento de color (como la simulación de lava o la espuma coloreada), el colorante alimentario puede sustituirse eficazmente por cúrcuma o colorante para paellas. Aunque el color resultante será amarillo/anaranjado, es perfectamente adecuado para representar, por ejemplo, la lava de Magcargo (la lava volcánica puede variar en color, incluyendo tonos amarillentos y anaranjados). Otra opción es usar un trozo de remolacha o el zumo de algún fruto rojo diluido.
- **Indicadores de pH:** además del extracto de col lombarda, el té negro, el zumo de uva morada o de mora (diluido) también puede funcionar como un indicador de pH casero, virando de color según la acidez o basicidad.

4.5.3 Presupuesto del kit

El diseño del kit "Química Pokémon" ha priorizado en todo momento la asequibilidad y el bajo coste, garantizando que sea una herramienta accesible para cualquier centro educativo, independientemente de sus recursos económicos. Para ello, se ha optado por materiales de uso común y reactivos domésticos que pueden adquirirse fácilmente en supermercados, bazares o farmacias, en lugar de recurrir a proveedores especializados de material de laboratorio.

El presupuesto detallado (ver Anexo II) se ha elaborado considerando los precios actuales del mercado español (junio de 2025). Se han incluido tanto los materiales fungibles como los reutilizables, así como los elementos de seguridad y el propio contenedor del kit. Se ha calculado un rango de precios (mínimo y máximo estimado) para cada componente, reflejando las variaciones que pueden encontrarse según el punto de venta o la marca.

El coste total estimado del kit completo, listo para su uso demostrativo en el aula, oscila entre 58,68 € y 106,80 €. Este rango es notablemente inferior al de la mayoría de los kits didácticos de Química disponibles en el mercado, especialmente aquellos diseñados para entornos escolares, que suelen superar con creces los 150 €, llegando incluso a los 300 € o más (tal y como se observa en la tabla 7 de comparativa de kits).

El elemento más significativo en el coste del kit es el maletín contenedor, que representa una inversión inicial más elevada (entre 25 € y 50 €), pero que es un elemento duradero y esencial para la organización y transporte seguro del material. El resto de los materiales y reactivos contribuyen a mantener el coste por debajo de lo esperado para un recurso educativo de este tipo. Esta estrategia de bajo coste asegura que el kit sea una opción viable y sostenible para la implementación de prácticas de química en aulas con recursos limitados.

4.5.4 Comparativa de kits didácticos de Química en el mercado

Para contextualizar el valor económico y pedagógico del kit "Química Pokémon", se presenta una comparativa con otras opciones de kits didácticos de química disponibles actualmente en el mercado. La tabla 7 ilustra la diversidad de enfoques y costes, resaltando la propuesta de bajo coste y accesibilidad de este proyecto.

Tabla 7: Comparativa de diversos kits didácticos de Química

Kit Didáctico	Público Objetivo / Enfoque	Características Principales	Precio (€)	Observaciones
Kit de Química básico (juguete educativo)	Niños/as (8 - 12 años), iniciación	Incluye material de plástico (tubos de ensayo, vasos), reactivos seguros (sales, colorantes), manual con experimentos guiados. Foco en la seguridad	25 - 50	Muy básico, pocas prácticas y reactivos muy simples. Los resultados pueden ser poco espectaculares. Material de baja durabilidad
Kit de Química intermedio (Thames & Kosmos Chem 1000)	Jóvenes (10 - 14 años), educativo	Material robusto (plástico de calidad, algunos accesorios más específicos), reactivos variados y seguros. Manual detallado con más	50 - 90	Un salto cualitativo respecto a los juguetes. Ofrece una introducción más seria y amplia a la química. Ideal para la exploración guiada en casa. Requiere supervisión adulta

Kit Didáctico	Público Objetivo / Enfoque	Características Principales	Rango de Precio (€)	Observaciones
Kit de Química Escolar (Proveedores Educativos: IMDCiencia material y reactivos)	Instituciones educativas (ESO/Bachillerato), laboratorio escolar	Material de laboratorio de vidrio y/o plástico de mayor calidad, reactivos más variados y a veces especializados. Diseñado para currículo escolar y prácticas específicas, por lo que a menudo se presentan como módulos o kits enfocados a una experiencia o concepto concreto, no como kit general	100 - 400+	Diseñado para el uso en el aula, pero el coste puede ser una barrera. Los reactivos suelen ser de mayor pureza, lo que eleva el precio. Requiere reabastecimiento continuo de consumibles
Kit "Química Pokémon" (Propuesta TFM)	Alumnado de 3º ESO, docente/alumnado	Material de bajo coste y reutilizable, reactivos de uso común, enfocado en la accesibilidad. Gamificación y seguridad	58,68 - 106,80	Diseñado específicamente para superar barreras económicas y de acceso a laboratorio. Versátil para demostración o experimentación directa. Coste muy competitivo

4.5.5 Recursos complementarios incluidos en el kit

Para potenciar la experiencia de aprendizaje y facilitar la labor del profesorado, el maletín del kit también contendrá recursos impresos esenciales:

- **Fichas de prácticas "Pokémon":** un juego de cartas impresas que servirán como guías ilustradas para cada práctica, diseñadas con la estética Pokémon para aumentar el atractivo visual y la motivación del alumnado. Estas fichas detalladas se pueden consultar en el Anexo III.
- **Guía de buenas prácticas y seguridad:** un documento esencial que proporciona al profesorado y al alumnado las directrices fundamentales para la manipulación segura de los materiales, la organización del espacio de trabajo y las precauciones a tomar durante la experimentación. Esta guía se encuentra disponible para su consulta e impresión en el Anexo IV.
- **Listado de pictogramas de seguridad:** una referencia visual rápida y clara sobre los pictogramas de seguridad de productos químicos y las acciones asociadas,

fundamental para educar sobre la seguridad en el laboratorio. Este listado está incluido en el Anexo V.

4.6 Guía para su implementación en el aula

El kit didáctico ha sido diseñado pensando en la máxima flexibilidad pedagógica, permitiendo al profesorado adaptarlo a las necesidades específicas de su alumnado, los recursos disponibles y la dinámica de cada clase. Esta versatilidad se manifiesta en dos modalidades principales de implementación: como una herramienta de demostración guiada por el docente o como un recurso para la experimentación directa por parte del alumnado. Ambas aproximaciones buscan potenciar el aprendizaje activo y significativo de la Química.

4.6.1 Implementación por el docente

Cuando el docente es quien lidera la práctica, el kit se convierte en una potente herramienta para realizar demostraciones experimentales en el aula. Esta modalidad es especialmente útil en contextos con grupos numerosos, limitaciones de espacio o cuando se prioriza la seguridad y el control de los materiales. El docente tiene la oportunidad de:

- Guiar la observación: dirigir la atención del alumnado hacia los fenómenos químicos clave, formulando preguntas que estimulen el pensamiento crítico y la formulación de hipótesis.
- Facilitar la comprensión conceptual: explicar los principios teóricos subyacentes a cada reacción o proceso mientras se desarrolla la práctica, conectando directamente la teoría con la evidencia empírica.
- Fomentar la participación activa (no manipulativa): invitar a los estudiantes a tomar notas detalladas, registrar observaciones, dibujar los montajes o los resultados, y participar en debates sobre los datos obtenidos y las conclusiones. Aunque la manipulación física es del docente, la implicación cognitiva del alumnado se maximiza.
- Modelar el procedimiento científico: mostrar de forma clara los pasos del método científico, desde la preparación del experimento hasta la interpretación de los resultados y las precauciones de seguridad.

Dentro de esta modalidad, el docente puede optar por dos enfoques de temporalización como se comentan a continuación:

4.6.1.1 Integración en sesiones de teoría

El kit puede ser utilizado para ilustrar y complementar la explicación teórica de los contenidos curriculares. De esta manera, el docente puede llevar a cabo la práctica o prácticas relacionadas con el tema que se esté abordando en ese momento de la sesión. Esta flexibilidad permite que el orden de las prácticas no tenga por qué seguir la secuencia propuesta en el kit, sino que se adapte al ritmo y la programación del temario del curso. Por ejemplo, al explicar las mezclas y su separación, se podría realizar la práctica "Smeargle, el artista Pokémon" en ese mismo momento.

4.6.1.2 Realización consecutiva de las prácticas

En el caso de que el docente decida realizar todas las prácticas del kit de forma consecutiva, se estima una dedicación de dos sesiones completas al final de la explicación teórica de los contenidos. La distribución propuesta sería la siguiente:

- Primera sesión (50 minutos aprox.): realización de las prácticas 1 ("Smeargle, el artista Pokémon"), 2 ("Magcargo, el caracol de magma") y 3 ("Aurorus, el Pokémon de las auroras").

- Segunda sesión (50 minutos aprox.): realización de las prácticas 4 ("Los secretos del agua con Vaporeon"), 5 ("Grimer, el maestro de la espuma"), 6 ("El calor de Heatran") y 7 ("El frío de Glaceon").

El docente debe tener en cuenta que aunque el tiempo está ajustado a 50 minutos por sesión, la eficiencia en la preparación previa y la agilidad en la transición entre prácticas son clave para asegurar la cobertura de todas las demostraciones.

4.6.2 Implementación por el alumnado

La segunda modalidad de implementación permite que los propios estudiantes realicen las prácticas directamente en el aula, siempre bajo la supervisión y guía del docente. Esta aproximación fomenta un mayor grado de autonomía, manipulación y desarrollo de destrezas experimentales. Para esta modalidad, se estima una dedicación de tres sesiones completas de 50 minutos cada una, distribuidas de la siguiente manera:

- Primera sesión (60 minutos aprox.): realización de las prácticas 1 ("Smeargle, el artista Pokémon") y 2 ("Magcargo, el caracol de magma").
- Segunda sesión (60 minutos aprox.): realización de las prácticas 3 ("Aurorus, el Pokémon de las auroras") y 4 ("Los secretos del agua con Vaporeon").
- Tercera sesión (60 minutos aprox.): realización de las prácticas 5 ("Grimer, el maestro de la espuma"), 6 ("El calor de Heatran") y 7 ("El frío de Glaceon").

Dada la participación activa del alumnado, esta modalidad requiere una gestión más cuidadosa del tiempo. La preparación previa de los materiales por parte de los estudiantes, la claridad de las instrucciones y una buena organización en el aula son fundamentales para completar las prácticas en el tiempo asignado. Se recomienda al docente prever un tiempo adicional para la recogida de material y la reflexión final.

4.7. Seguridad en la implementación de las prácticas

La seguridad es un pilar fundamental en la enseñanza experimental de la química. El kit didáctico ha sido diseñado priorizando la minimización de riesgos mediante el uso de reactivos comunes, concentraciones bajas y material no especializado. Sin embargo, es imprescindible que tanto el docente como el alumnado comprendan y apliquen las medidas de seguridad básicas. Este apartado describe la identificación de peligros y enfatiza su importancia en el currículo de 3º de ESO.

4.7.1 Directrices generales de seguridad

Para una manipulación segura de los materiales, la organización del espacio de trabajo y las precauciones a tomar durante la experimentación, es imprescindible consultar la guía de buenas prácticas y seguridad, disponible en el Anexo IV del kit. Este documento proporciona al profesorado y al alumnado las directrices fundamentales a seguir antes, durante y después de cada actividad experimental.

4.7.2 Identificación de peligros y consejos de prudencia por sustancia

El Sistema Globalmente Armonizado (GHS) de clasificación y etiquetado de productos químicos es una herramienta esencial para la identificación de peligros. Aunque muchos de los reactivos de este kit se encuentran en concentraciones que no suponen un riesgo significativo, es didácticamente valioso familiarizar al alumnado con los pictogramas asociados a estas sustancias en su forma más concentrada o pura, como parte del currículo de 3º de ESO.

Los pictogramas GHS y un listado más exhaustivo de las frases H (indicaciones de peligro) y P (consejos de prudencia) para los principales reactivos utilizados en el kit se encuentran detallados en el listado de pictogramas de seguridad incluido en el Anexo V.

4.8. Evaluación de las prácticas experimentales

La evaluación de las prácticas experimentales es un componente integral del proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo al docente verificar la adquisición de conocimientos, el desarrollo de destrezas científicas y la implicación del alumnado. El kit propone un enfoque de evaluación formativa y sumativa que se alinea con los objetivos curriculares y la naturaleza práctica de las actividades.

4.8.1 Instrumentos de evaluación propuestos para el alumnado

Para cada práctica, se recomienda que el alumnado elabore una memoria de laboratorio simplificada o un informe de práctica. Este documento debe ser conciso y enfocado en los aspectos clave de la actividad, sirviendo como evidencia del proceso de aprendizaje. Se sugiere que la memoria incluya los siguientes elementos:

- Breve descripción de la actividad: un resumen de lo observado o realizado durante la práctica, incluyendo el montaje, los materiales utilizados y los pasos principales.
- Observaciones y datos registrados: apuntes detallados de los fenómenos presenciados (cambios de color, aparición de burbujas, cambios de temperatura, etc.) y cualquier dato cuantitativo relevante.
- Respuestas a preguntas guía: cada práctica del kit incluye una serie de preguntas específicas, diseñadas para fomentar la reflexión, la conexión entre teoría y práctica, la interpretación de resultados y la formulación de conclusiones. La calidad de las respuestas a estas preguntas será un indicador clave de la comprensión del alumnado.
- Conclusiones personales: un breve apartado donde el alumno sintetice lo aprendido, reflexione sobre los resultados y exprese cualquier duda o interés surgido.

Se recomienda que el formato de estas memorias sea flexible, pudiendo realizarse en un cuaderno de laboratorio, fichas pre-diseñadas o incluso formatos digitales, según los recursos del centro.

4.8.2 Criterios de evaluación para el docente

La evaluación por parte del docente deberá centrarse no solo en la precisión de los resultados, sino también en el proceso y la comprensión conceptual demostrada por el alumnado. Los principales aspectos a evaluar incluyen:

- Participación y actitud en el aula: implicación en la actividad, respeto por las normas de seguridad, colaboración con compañeros (si aplica) y cuidado del material.
- Calidad de las observaciones: detalle, rigor y pertinencia de los datos registrados.
- Comprensión de Conceptos: capacidad para relacionar lo observado con los principios químicos subyacentes y para aplicar los conocimientos teóricos.
- Análisis y resolución de problemas: habilidad para interpretar los resultados, responder a las preguntas planteadas y extraer conclusiones coherentes.
- Comunicación científica: claridad y organización en la presentación de la memoria o informe de la práctica.

4.8.3 Rúbricas de evaluación

Para facilitar y estandarizar el proceso de evaluación según la modalidad de implementación elegida, se han diseñado dos rúbricas específicas. Estas rúbricas permiten al docente proporcionar *feedback* constructivo al alumnado y asignar una calificación objetiva. Pueden consultarse en el Anexo VI.

5. Prácticas experimentales del kit

Práctica 1: Smeargle, el artista Pokémon.



Figura 1: Anverso y reverso de la carta-ficha de Smeargle.

Smeargle es un Pokémon artístico y curioso, que va dejando huellas de color con su cola manchada de pintura. Al aplicar la cromatografía en papel, la tinta se desplaza y revela sus colores ocultos, igual que Smeargle al desatar su ataque especial.

Objetivo

Separar los diferentes pigmentos que componen la tinta de rotuladores mediante la técnica de cromatografía en papel, y observar cómo una tinta aparentemente homogénea puede estar formada por una mezcla de varios colores.

Fundamento teórico

La cromatografía en papel es un método físico sencillo que permite separar los distintos componentes de una mezcla. Este proceso se basa en dos elementos: un soporte y un disolvente que ayuda a moverse a los distintos componentes por el soporte.

Aunque a simple vista una tinta pueda parecer que contiene un único color, en realidad puede estar formada por una mezcla de varios pigmentos. Cuando colocamos una gota de tinta sobre el papel y sumergimos una parte del papel en el disolvente, este sube por el papel gracias a la capilaridad.

Al subir, arrastra los pigmentos que en la tinta, cada uno se moverá con una velocidad diferente según su afinidad con el disolvente y el papel. Lo que provoca la separación de los colores a lo largo del papel, apareciendo un dibujo de bandas de distintos tonos. Como si Smeargle hubiera pintado con ellos.

Este tipo de separación permite comprender mejor la composición de mezclas y que sus componentes pueden separarse aplicando la técnica adecuada. En esta práctica se puede comprobar, por simple observación visual, de forma clara y directa cómo funciona el proceso de separación.

Materiales

- Rotuladores de diferentes colores (preferiblemente incluir alguno oscuro, como negro, marrón o morado).
- Papel de filtro, papel de cocina absorbente o filtros de café.
- Vasos pequeños y transparentes (2 o 3, según el número de rotuladores).
- Agua (para rotuladores lavables o no permanentes).

- Alcohol isopropílico o alcohol de quemar (para rotuladores permanentes).
- Lápiz.
- Regla.

Procedimiento

1. Cortar tiras de papel absorbente de unos 3 cm de ancho por 10-12 cm de largo.
2. Trazar una línea con lápiz a 2 cm del borde inferior de cada tira.
3. Hacer un pequeño punto con un rotulador en el centro de la línea hecha a lápiz.
4. Echar en un poco de agua (para rotuladores lavables) o alcohol (para rotuladores permanentes), sin que el nivel supere la línea trazada a lápiz.
5. Introducir la tira de papel en el vaso. Asegurarse de que el extremo inferior toque el líquido por debajo del punto de tinta, pero que la tinta no esté sumergida.
6. Observar cómo el disolvente sube por el papel arrastrando los pigmentos.
7. Retirar la tira cuando el disolvente haya subido casi hasta el borde superior. Dejarla secar.



Cuestiones para el alumno

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué se observa en las tiras de papel después de la cromatografía?
- ¿Qué indica la aparición de varios colores a partir de una tinta de apariencia uniforme?

Seguridad

Antes de empezar, es fundamental revisar la guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) y familiarizarse con el listado de pictogramas de seguridad (Anexo V). Para esta práctica, presta especial atención a:

Tabla 8: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Smeargle.

Pictograma GHS	Sustancia Principal Implicada	Indicaciones de Peligro Clave	Consejos de Prudencia Clave
GHS02  GHS07 	Alcohol (isopropílico o de quemar)	H225: Líquido y vapores muy inflamables. H319: Provoca irritación ocular grave. (Para isopropílico)	P210: Mantener alejado de fuentes de calor. P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente.

- Importante: el alcohol es inflamable y sus vapores pueden ser irritantes. Trabaja siempre en un lugar con buena ventilación y evita cualquier llama abierta o fuente de calor.
- Protege tus ojos: usa siempre gafas de seguridad para evitar posibles salpicaduras en los ojos.
- Lavado: si el alcohol entra en contacto con la piel o los ojos, enjuaga inmediatamente con abundante agua.

Práctica 2: Aurorus, el Pokémon de las auroras.



Figura 2: Anverso y reverso de la carta-ficha de Aurorus.

Aurorus es un Pokémon de tipo Roca/Hielo, vinculado con las auroras boreales, fenómenos naturales de luces coloreadas en el cielo polar. En esta práctica crearemos un arcoíris químico usando un indicador natural. La variedad de colores que se obtiene es tan impactante como una aurora, y permite visualizar el carácter ácido o básico de distintas sustancias.

Objetivo

El objetivo de esta práctica es observar la variedad de colores que se obtienen al agregar un indicador natural de pH a disoluciones aparentemente homogéneas, se revela el arcoíris invisible. La variedad de colores dependerá del carácter ácido o básico de las distintas sustancias que se propone analizar.

Fundamento teórico

El agua de cocer col lombarda contiene un colorante natural llamado antocianina. Este pigmento tiene la propiedad de que cambia de color en función del pH del líquido en el que se encuentra, por ello puede ser utilizado como indicador natural de pH.

El pH nos indica si una sustancia es ácida, básica o neutra. Gracias al agua de cocer la col lombarda, podemos saberlo observando el color:

- Ácido: tonos rojizos o rosados.
- Neutro: púrpura.
- Básico: azul, verde o amarillo.

Esto ocurre porque las antocianinas reaccionan con las sustancias del medio. Esa interacción química cambia su estructura y por eso también cambia el color.

Una alternativa es utilizar té negro como indicador de pH, ya que contiene compuestos fenólicos que oscurecen o aclaran ligeramente su color en función del pH, aunque no producen cambios tan intensos como los que se consiguen con el agua de col lombarda. En general:

- Ácido: color más claro o rojizo.
- Neutro: ámbar o marrón oscuro.
- Básico: marrón-negruzco o con un matiz verdoso apagado.

Este experimento nos permite ver con nuestros propios ojos cómo una sustancia natural puede ayudarnos a estudiar si otras sustancias tienen carácter ácido o básico sólo con observar su color.

Materiales

- Indicador de pH: extracto de col lombarda (agua de cocer col lombarda en agua).
- 4 vasos de plástico transparentes.
- Cucharas. No necesario si las disoluciones ya están preparadas
- Sustancias a analizar:
 - Vinagre
 - Bicarbonato de sodio disuelto
 - Detergente líquido diluido
 - Agua del grifo
- Cuentagotas para dosificar.

Procedimiento

1. Colocar los vasos alineados sobre una superficie estable.
2. Añadir a cada vaso una pequeña cantidad de la disolución de una de las sustancias a analizar.
3. Con ayuda del gotero o cucharilla, añadir la misma cantidad de indicador de pH
4. Observar y registrar el color resultante en cada caso.
5. Relacionar los colores observados con el carácter ácido, neutro o básico de cada disolución.



Cuestiones para el alumno

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué colores se observan al añadir el indicador a cada sustancia?
- ¿Qué relación hay entre el color y el carácter ácido o básico de la disolución?
- ¿Qué información aporta el cambio de color sobre la composición química de una sustancia?

Seguridad

Antes de empezar, es fundamental revisar la guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) y familiarizarse con el listado de pictogramas de seguridad (Anexo V). Para esta práctica, presta especial atención a:

Tabla 9: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Aurorus.

Pictograma GHS	Sustancia Principal Implicada	Indicaciones de Peligro Clave	Consejos de Prudencia Clave
GHS05 	Vinagre	No presenta riesgos significativos en las condiciones de uso.	P102: Mantener fuera del alcance de los niños. P262: Evitar todo contacto con los ojos.
GHS07 	Detergente	No presenta riesgos significativos en las condiciones de uso.	P102: Mantener fuera del alcance de los niños. P262: Evitar todo contacto con los ojos.

- Importante: todas las sustancias de esta práctica son de uso común en el hogar y son seguras en las concentraciones de nuestro kit.
- Protege tus ojos: usa siempre gafas de seguridad para evitar cualquier salpicadura accidental, especialmente con las disoluciones.

Práctica 3: Magcargo, el caracol de magma.



Figura 3: Anverso y reverso de la carta-ficha de Magcargo.

Magcargo, el caracol de magma, es un Pokémon de tipo Fuego/Roca cuyo cuerpo incandescente recuerda a la lava ardiente de un volcán. Aunque nuestro experimento no alcanza esas temperaturas, simularemos una erupción volcánica espumosa usando una reacción química espectacular, pero completamente segura.

Objetivo

El objetivo didáctico de esta práctica es observar experimentalmente una reacción química ácido-base que produce un gas generando una erupción espumosa similar a la de un volcán, e interpretar sus efectos visibles mediante el análisis de los productos generados.

Fundamento teórico

En esta práctica vamos a observar que al mezclar bicarbonato de sodio (que es una base) con vinagre (que es un ácido) se produce una efervescencia, es decir, aparecen muchas burbujas.

Estas burbujas son un gas llamado dióxido de carbono (CO_2), que es el mismo gas que sale cuando se abre una botella de refresco. En esta reacción también se forman otras dos sustancias: acetato de sodio, que queda disuelto en el líquido y agua. La reacción simplificada sería la siguiente:



Esta reacción es un ejemplo claro de cambio químico, ya que al mezclar dos sustancias se forman nuevas sustancias. Además es una reacción segura, sencilla y que permite ver claramente cómo se puede detectar una transformación química mediante señales como la formación de burbujas, cambio de temperatura o la aparición de nuevas sustancias.

Materiales

- Un recipiente pequeño (vaso, taza o bote).
- 2 cucharaditas de bicarbonato de sodio (NaHCO_3).
- Un chorrito de vinagre.
- Jabón líquido para platos (unas gotas).
- Colorante alimentario (opcional).
- Una cuchara.
- Bandeja o plato para evitar derrames.

Procedimiento

1. Colocar el recipiente pequeño sobre la bandeja o plato que permita recoger el posible derrame de la espuma producida durante la reacción.
2. Introducir en el recipiente aproximadamente dos cucharadas de bicarbonato de sodio.
3. Añadir unas gotas de colorante alimentario (opcional) para hacer la erupción más vistosa.
4. Incorporar al recipiente unas gotas de jabón líquido para platos. Este componente ayudará a atrapar el gas producido en forma de burbujas, generando una espuma más abundante.
5. Agregar con rapidez un chorro de vinagre sobre los ingredientes del recipiente.
6. Observar la reacción: se producirá una abundante espuma burbujeante que simula la erupción de un volcán.



Cuestiones para el alumno

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué evidencias te permiten saber que ha ocurrido una reacción?
- ¿Qué función cumple el jabón en la erupción espumosa?
- ¿Cuál es el gas que se forma?

Seguridad

Antes de empezar, es fundamental revisar la guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) y familiarizarse con el listado de pictogramas de seguridad (Anexo V). Para esta práctica, presta especial atención a:

Tabla 10: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Magcargo.

Pictograma GHS	Sustancia Principal Implicada	Indicaciones de Peligro Clave	Consejos de Prudencia Clave
GHS05 	Vinagre	No presenta riesgos significativos en las condiciones de uso.	P102: Mantener fuera del alcance de los niños. P262: Evitar todo contacto con los ojos.
GHS07 	Detergente	No presenta riesgos significativos en las condiciones de uso.	P102: Mantener fuera del alcance de los niños. P262: Evitar todo contacto con los ojos.

- Importante: aunque las sustancias de esta práctica son de uso doméstico y seguras en estas concentraciones, es esencial seguir las directrices de seguridad básicas.
- Protege tus ojos: usa siempre gafas de seguridad para evitar posibles salpicaduras de la espuma.
- Contención: realiza la práctica sobre la bandeja para contener la "lava" y evitar derrames en la mesa

Práctica 4: Los secretos del agua con Vaporeon.



Figura 4: Anverso y reverso de la carta-ficha de Vaporeon.

Vaporeon es un Pokémon acuático con una habilidad asombrosa, puede disolverse en el agua y volverse casi invisible. En esta práctica, al igual que Vaporeon activa su ataque especial ¡Disolución Total!, aprenderemos a preparar disoluciones y a entender qué factores influyen en la solubilidad, como la temperatura, la agitación o la naturaleza del soluto y el disolvente.

Objetivo

Comprender el proceso de preparación de disoluciones y analizar los factores que influyen en la solubilidad: temperatura, agitación, naturaleza del soluto y del disolvente.

Fundamento teórico

Una disolución es una mezcla homogénea en la que no se distinguen sus componentes por estar completamente combinados. En una disolución siempre hay dos partes: el disolvente, que normalmente es agua, la mejor amiga de Vaporeon, y el soluto, que es la sustancia que se disuelve.

La solubilidad nos dice cuánta cantidad de una sustancia se puede disolver en el agua. Sin embargo, esta cantidad no siempre es la misma, puede cambiar según las condiciones. Por eso, en esta práctica vamos a observar cómo algunos factores afectan a la solubilidad:

- La temperatura: cuando el agua está más caliente, muchas sustancias se disuelven mejor y más rápido.
- La agitación: si removemos con una cuchara o agitamos el recipiente, ayudamos a que el soluto se mezcle más rápidamente con el disolvente.
- El tipo de sustancia: no todo se disuelve en agua. Algunas cosas como el aceite, no se mezclan con el agua, son inmiscibles.

Comprender estos factores nos ayuda a entender mejor cómo se forman las mezclas en la vida cotidiana, como en los refrescos, medicamentos o incluso en los océanos. Además, saber preparar disoluciones es una habilidad básica y muy útil en cualquier laboratorio.

Materiales

- Sal común o azúcar (o ambas para comparar).
- Agua del grifo.
- 1 vaso medidor
- 3 vasos transparentes.
- Cucharillas.

- Dosificador de soluto: una cuchara dosificadora o un tapón de botella de refresco (utilizado como medida de soluto).
- Termómetro (opcional).
- Fuente de calor suave: velita y soporte, calderín.

Procedimiento

1. Llenar los 3 vasos con 100 mL de agua cada uno, ayudarse del vaso medidor.
2. En el vaso 1, sin agitar:
 - Añadir una medida enrasada del soluto elegido, remover suavemente hasta que se disuelva. Ir añadiendo soluto hasta que ya no se disuelva más.
 - Anotar la cantidad de soluto añadida hasta saturar la disolución (número de medidas añadidas).
3. En el vaso 2, con agitación intensa:
 - Añadir una medida enrasada del soluto elegido, remover vigorosamente hasta que se disuelva. Ir añadiendo soluto hasta que ya no se disuelva más.
 - Anotar la cantidad de soluto añadida hasta saturar la disolución (número de medidas añadidas).
4. En el vaso 3, con calor:
 - Calentar suavemente el agua antes de añadir el soluto.
 - Añadir una medida enrasada del soluto elegido, remover suavemente hasta que se disuelva. Ir añadiendo soluto hasta que ya no se disuelva más.
 - Anotar la cantidad de soluto añadida hasta saturar la disolución (número de medidas añadidas).



Cuestiones para el alumno

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué tipo de mezcla es una disolución: homogénea o heterogénea? ¿Por qué?
- ¿Qué vaso permitió disolver una mayor cantidad de soluto? ¿Por qué?
- ¿Qué efecto tuvo la agitación sobre la disolución del soluto?

Seguridad

Antes de empezar, es fundamental revisar la guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) y familiarizarse con el listado de pictogramas de seguridad (Anexo V). Para esta práctica, presta especial atención a:

Tabla 11: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Vaporean.

Pictograma GHS	Sustancia/Elemento Implicado	Indicaciones de Peligro Clave	Consejos de Prudencia Clave
GHS02  GHS07 	Fuente de Calor (vela, mechero)	H220: Gas extremadamente inflamable. H225: Líquido y vapores muy inflamables.	P210: Mantener alejado de fuentes de calor, chispas, llama abierta o superficies calientes. No fumar.

- Cuidado con la llama: la vela o cualquier otra fuente de calor suave es inflamable. Mantén la llama alejada de cualquier material combustible (papel, telas, pelo) y no la dejes sin supervisión en ningún momento. Asegúrate de que el soporte sea estable para evitar vuelcos.
- Protege tus ojos: usa siempre gafas de seguridad. Son tu protección más importante contra salpicaduras de agua caliente. No se permite realizar la práctica sin ellas.
- Cuidado con el agua caliente: el agua se calentará y podría causar quemaduras. Manipula los vasos calientes con precaución y déjalos enfriar antes de tocarlos directamente o desecharlos.
- Importante: las sustancias de esta práctica (sal, azúcar, agua) son comestibles y no representan peligro, pero no deben probarse en el contexto del experimento.

Práctica 5: Grimer, el maestro de la espuma.



Figura 5: Anverso y reverso de la carta-ficha de Grimer.

Grimer es un Pokémon viscoso y escurridizo, capaz de extenderse y cubrirlo todo con su cuerpo amorfo, como la espuma que aparece en esta reacción. Cuando el catalizador actúa, la mezcla burbujea y crece sin control, igual que Grimer al desatar su ataque especial.

Objetivo

Observar cómo una sustancia natural puede acelerar una reacción química que libera gas, el cual al combinarse con un agente espumante genera una gran cantidad de espuma.

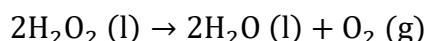
Fundamento teórico

La descomposición del agua oxigenada (peróxido de hidrógeno, H_2O_2) es una reacción química que produce agua (H_2O) y oxígeno (O_2), pero es muy lenta en condiciones normales.

Sin embargo, si añadimos levadura, la reacción se acelera notablemente. Esto sucede porque la levadura contiene una sustancia, la catalasa, que actúa como catalizador, es decir, hace que la reacción ocurra más rápido, pero sin gastarse.

El oxígeno gas que se forma queda atrapado en el detergente, produciendo espuma. Esa espuma es señal de que está ocurriendo una transformación química, y al igual que Grimer, se expande como una masa amorfa y viscosa, cubriendo las superficies.

La reacción que tiene lugar se escribe de forma sencilla como:



Este experimento permite ver cómo varía la velocidad de una reacción química cuando se añade un catalizador.

Materiales

- Agua oxigenada (3-5% de farmacia).
- Levadura seca o fresca.
- Agua templada.
- Detergente líquido.
- 2 Vasos transparente altos.
- Bandeja para evitar derrames.
- Cucharilla o varilla para mezclar.

Procedimiento

1. Preparación de la mezcla catalizadora (preparar con anterioridad):
 - Disolver una cucharadita de levadura en un poco de agua templada (no caliente).
 - Dejar reposar 5 minutos para activar la catalasa.
2. Verter en cada vaso aproximadamente 50 mL de agua oxigenada.
3. Añadir un buen chorro de detergente y unas gotas de colorante alimentario si se desea. Mezclar suavemente.
4. Agregar a uno de los vasos la disolución de levadura.
5. Observar la reacción y ver en qué vaso tarda menos en aparecer la espuma. Medir el tiempo y la cantidad de espuma.


Cuestiones para el alumno

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué diferencias observas entre los dos vasos?
- ¿Qué función cumple la levadura en esta práctica? ¿Se consume durante la reacción?
- ¿Qué otros factores pueden influir en la velocidad de una reacción química?

Seguridad

Antes de empezar, es fundamental revisar la guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) y familiarizarse con el listado de pictogramas de seguridad (Anexo V). Para esta práctica, presta especial atención a:

Tabla 12: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Grimer.

Pictograma GHS	Sustancia Principal Implicada	Indicaciones de Peligro Clave	Consejos de Prudencia Clave
GHS07 	Agua Oxigenada (Peróxido de Hidrógeno 3-5%)	H319: Provoca irritación ocular grave.	P264: Lavarse concienzudamente tras la manipulación. P280: Llevar gafas de protección. P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos.

- Importante: el agua oxigenada de uso farmacéutico (3-5%) puede causar irritación, especialmente en los ojos.
- Protege tus ojos: usa siempre gafas de seguridad para evitar el contacto directo con el agua oxigenada y las salpicaduras de la espuma.
- Contención: realiza la práctica sobre una bandeja grande, ya que la espuma puede desbordarse rápidamente del vaso.

Práctica 6: El calor de Heatran.



Figura 6: Anverso y reverso de la carta-ficha de Heatran.

Heatran habita en lo más profundo de las cuevas volcánicas, donde el calor es tan intenso como su cuerpo incandescente. En esta práctica, al mezclar óxido de calcio con agua, se libera energía en forma de calor, como si Heatran desatara su ataque Calor Interno

Objetivo

Demostrar que algunas reacciones químicas liberan energía en forma de calor, produciendo un aumento de la temperatura.

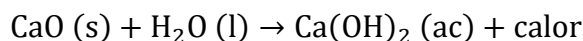
Fundamento teórico

Las reacciones químicas pueden clasificarse según el intercambio de energía con el entorno en:

- Exotérmicas si liberan energía, normalmente en forma de calor, lo que provoca un aumento de temperatura.
- Endotérmicas si necesitan aporte de energía (calor) para producirse, lo que se traduce en una disminución de la temperatura del entorno.

El óxido de calcio (CaO), también conocido como cal viva, reacciona con el agua formando hidróxido de calcio (Ca(OH)_2), también cal apagada. Durante esta reacción se libera una gran cantidad de calor, lo que produce un calentamiento espontáneo de la mezcla.

El aumento de la temperatura y la formación de una suspensión blanquecina, hidróxido de calcio que no se disuelve del todo, son señales claras de que ha ocurrido una reacción química cuya ecuación es:



En esta práctica se genera una auténtica reacción exotérmica. Será como ver a Heatran usar su ataque más potente: ¡liberará tanto calor que se puede notar con las manos!

Materiales

- Óxido de calcio.
- Agua del grifo.
- Vaso medidor
- Recipiente de vidrio resistente al calor.
- Termómetro.
- Cucharilla.
- Varilla para remover.

- Superficie protegida (bandeja).

Procedimiento

1. Colocar el vaso de precipitados sobre una superficie protegida.
2. Llenar el vaso con 50 mL de agua.
3. Medir la temperatura inicial del agua y anotarla.
4. Añadir con cuidado una cucharadita de óxido de calcio al agua.
5. Remover suavemente con una varilla.
6. Medir y anotar la temperatura final al terminar la reacción.

(Precaución: tocar el vaso con cuidado puesto que se puede calentar demasiado).



Cuestiones para el alumno

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué se observa tras mezclar el óxido de calcio con el agua?
- ¿Qué señales indican que ha ocurrido una reacción química?
- ¿Ha aumentado o disminuido la temperatura del agua? ¿Es una reacción exotérmica o endotérmica?

Seguridad

Antes de empezar, es fundamental revisar la guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) y familiarizarse con el listado de pictogramas de seguridad (Anexo V). Para esta práctica, presta especial atención a:

Tabla 13: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Heatron.

Pictograma GHS	Sustancia Principal Implicada	Indicaciones de Peligro Clave	Consejos de Prudencia Clave
GHS05  GHS07 	Óxido de Calcio (Cal viva)	H315: Provoca irritación cutánea. H318: Provoca lesiones oculares graves.	P264: Lavarse concienzudamente tras la manipulación. P280: Llevar guantes/gafas/máscara de protección. P305+P351+P338: EN CASO DE CONTACTO CON LOS OJOS: Enjuagar con agua cuidadosamente durante varios minutos.

- Riesgo: El óxido de calcio es una sustancia corrosiva e irritante que puede provocar quemaduras. La reacción con agua genera mucho calor.
- Es imprescindible que el docente y cualquier persona que manipule el óxido de calcio use guantes y gafas de seguridad.
- Cuidado con el calor: no toques el recipiente directamente durante ni inmediatamente después de la reacción, ya que se calentará mucho.
- Manipulación: maneja el óxido de calcio con cuidado para evitar levantar polvo. Realiza la práctica sobre la bandeja.

Práctica 7: ¡El frío de Glaceon!



Figura 7: Anverso y reverso de la carta-ficha de Glaceon.

Glaceon es un Pokémon de tipo Hielo capaz de bajar la temperatura de su entorno en cuestión de segundos. Cuando desata su ataque especial Frío Ártico, el aire a su alrededor se congela en un instante. En esta práctica, como si invocáramos a Glaceon, vamos a sentir cómo el calor desaparece al mezclar urea con agua.

Objetivo

Observar una reacción química endotérmica entre sustancias comunes, y comprender que algunas reacciones absorben calor del entorno.

Fundamento teórico

No todas las reacciones químicas liberan energía; algunas hacen lo contrario: absorben calor del entorno para poder llevarse a cabo. Estas se llaman reacciones endotérmicas.

Cuando mezclamos ciertas sustancias, como urea y agua, ocurre una reacción en la que se necesita energía para romper enlaces. Esa energía se toma del entorno y por eso sentimos frío.

Este tipo de reacciones también suceden en la naturaleza, en nuestro cuerpo o en procesos industriales. Nos ayudan a entender que la energía en la química no siempre se nota con calor o burbujas.

Como Glaceon, que enfría el aire a su alrededor, la mezcla de esta práctica absorberá calor y nos mostrará el efecto del enfriamiento químico.

Materiales

- Urea granulada.
- Agua del grifo.
- Un vaso o recipiente pequeño.
- Cucharilla y varilla para remover.
- Termómetro.

Procedimiento

1. Llena el vaso con 50 mL de agua.
2. Mide la temperatura del agua y toma nota.
3. Añade con cuidado dos cucharadas de urea al agua.
4. Remueve con suavidad hasta la disolución total.
5. Mide la temperatura del agua al finalizar la reacción y toma nota.


Cuestiones para el alumno

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué se observa tras mezclar el óxido de calcio con el agua?
- ¿Qué señales indican que ha ocurrido una reacción química?
- ¿Ha aumentado o disminuido la temperatura del agua? ¿Es una reacción exotérmica o endotérmica?

Seguridad

Antes de empezar, es fundamental revisar la guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) y familiarizarse con el listado de pictogramas de seguridad (Anexo V). Para esta práctica, presta especial atención a:

Tabla 14: Pictogramas GHS asociados a la práctica de Glaceon.

Pictograma GHS	Sustancia Principal Implicada	Indicaciones de Peligro Clave	Consejos de Prudencia Clave
GHS07 	Urea granulada	No presenta riesgos significativos en las condiciones de uso.	P262: Evitar todo contacto con los ojos, la piel o la ropa.

- Importante: La urea es una sustancia de baja toxicidad y se usa comúnmente como fertilizante. Sin embargo, es buena práctica evitar el contacto directo prolongado con la piel y los ojos.
- Protege tus ojos: Usa siempre gafas de seguridad para evitar salpicaduras, especialmente durante la disolución.
- Manipulación: No ingieras la urea ni la solución. Lávate las manos después de la práctica.

6. Evaluación de la propuesta

6. Evaluación de la propuesta

El presente proyecto de TFM ha tenido como principal resultado el diseño y desarrollo de un kit didáctico accesible para la enseñanza de la química en 3º de ESO, concebido como una respuesta concreta a las limitaciones materiales que muchos centros educativos aún enfrentan. La evaluación de esta propuesta se realiza considerando los objetivos planteados al inicio del trabajo y la viabilidad de su implementación en el contexto educativo español.

6.1. Cumplimiento de objetivos y criterios de diseño

A lo largo del proceso de diseño, se ha procurado que el kit sea coherente con el currículo oficial de 3º de ESO, manejable en el aula y viable desde el punto de vista técnico y económico. Los principales aspectos evaluados son:

- **Accesibilidad y bajo coste:** este ha sido un objetivo central y se ha logrado plenamente. El presupuesto detallado en el Anexo II: presupuesto desglosado del kit "Química Pokémon" revela un coste total estimado que oscila entre 63,68 € y 111,80 €. Esta cifra es significativamente inferior a la de la mayoría de los kits didácticos de química disponibles en el mercado, como se evidencia en la Tabla 7 de comparativa de kits. Esto posiciona el kit como una solución genuinamente asequible y sostenible para centros con recursos limitados.
- **Viabilidad técnica y material:** el kit está compuesto mayoritariamente por materiales de uso doméstico y reactivos de fácil adquisición en comercios locales (supermercados, farmacias, bazares). La elección de estas sustancias y utensilios simplifica su reposición y evita la dependencia de proveedores especializados, haciendo la propuesta viable para su reproducción en cualquier contexto escolar.
- **Seguridad:** se ha puesto un énfasis riguroso en la seguridad. La selección de reactivos de bajo riesgo en concentraciones adecuadas, la inclusión de elementos de protección individual como gafas de seguridad, y la elaboración de una guía de buenas prácticas y seguridad (Anexo IV) junto con un listado de pictogramas de seguridad (Anexo V), garantizan que las actividades puedan realizarse de forma segura bajo la supervisión docente, incluso en aulas sin equipamiento de laboratorio.
- **Coherencia curricular y didáctica:** las siete prácticas experimentales diseñadas se alinean directamente con los contenidos del bloque de Química de 3º de ESO, abordando conceptos fundamentales como reacciones ácido-base, disoluciones, estados de la materia, cromatografía y reacciones exotérmicas/endotérmicas. La incorporación de la gamificación mediante la temática Pokémon busca aumentar la motivación y la implicación del alumnado, transformando el aprendizaje en una experiencia lúdica y significativa.
- **Manejabilidad en el aula:** el diseño del maletín contenedor y la organización de los materiales permiten una fácil preparación, desarrollo y recogida de las prácticas en un entorno de aula convencional, incluso sin acceso a una toma de agua o instalaciones de laboratorio específicas. Las fichas de prácticas (Anexo III) están concebidas para ser autónomas y autoexplicativas, facilitando la labor del docente.

7. Conclusiones

Este TFM ha culminado en el diseño y desarrollo exitoso de un kit didáctico accesible para la enseñanza de la química en 3º de ESO. Más allá de la materialización del kit, esta investigación ha proporcionado una comprensión más profunda de las dificultades reales que enfrentan los docentes al intentar incorporar la experimentación en sus clases, especialmente en contextos con limitaciones materiales. Esta toma de conciencia ha sido un aprendizaje relevante por sí mismo, enriqueciendo mi perspectiva como futura docente y mi capacidad para generar propuestas didácticas realistas.

7.1. Contribuciones y aprendizajes clave

- El kit "Química Pokémon" ofrece una solución tangible y económica para la brecha existente entre la teoría y la práctica en la enseñanza de la química, promoviendo la equidad educativa al hacer la experimentación accesible a todos los centros.
- Se ha validado la posibilidad de diseñar actividades experimentales significativas con materiales cotidianos y de bajo coste, desmitificando la idea de que la química práctica requiere laboratorios caros y equipamiento especializado.
- La propuesta demuestra cómo la gamificación, a través de una temática atractiva para los jóvenes, puede ser una herramienta poderosa para motivar el aprendizaje de contenidos científicos, sin sacrificar la rigurosidad.

7.2. Limitaciones del trabajo

Algunas de las limitaciones de esta propuesta educativa son:

- Contexto específico: El kit está diseñado para el currículo de 3º de ESO en España y su adaptación a otros niveles educativos o sistemas curriculares requeriría modificaciones sustanciales.
- Prototipado por el investigador: El prototipo ha sido desarrollado íntegramente por mí como investigadora. No se ha involucrado directamente al profesorado o al alumnado en la fase de diseño o construcción del kit.
- Generalizabilidad: Si bien el kit ofrece un punto de partida valioso, los resultados obtenidos están ligados a un contexto de diseño específico y no son directamente generalizables a todas las situaciones, aunque sí pueden servir de inspiración para otros centros con necesidades similares.

7.3. Reflexión final y futuras líneas de investigación

Desarrollar este proyecto ha supuesto un proceso de aprendizaje permitiendo aplicar conocimientos teóricos sobre didáctica de las ciencias, accesibilidad y diseño universal. En él se enfrenta el reto real de pensar una propuesta viable y útil para contextos con recursos limitados.

Todo ello ha supuesto no solo una tarea técnica, sino un proceso de toma de decisiones pedagógicas, una búsqueda continua para encontrar la manera más adecuada e inclusiva de llevar las experiencias prácticas y manipulativas a las aulas, atendiendo a los criterios de accesibilidad y bajo coste autoimpuesto. En el desarrollo del kit, se ha intentado mantener una perspectiva realista y crítica, aceptando las limitaciones que aún presenta, pero siendo consciente de que éstas representan un punto de partida para futuras mejoras y desarrollos.

En el futuro, sería conveniente estudiar cómo incorporar la participación activa del profesorado y el alumnado en la construcción y mejora de este tipo de recursos, ya que podría fortalecer aún más el aprendizaje activo y el sentido de apropiación por parte de

los estudiantes. Asimismo, se podría investigar la efectividad pedagógica del kit a través de una implementación piloto y una evaluación cualitativa y cuantitativa con grupos de alumnos reales, que permita validar la funcionalidad de los materiales en un entorno práctico y el impacto real de las actividades propuestas.

8. Bibliografía

- Abrahams, I., & Millar, R. (2008). Does practical work really work? A study of the effectiveness of practical work as a teaching and learning method in school science. *International Journal of Science Education*, 30(14), 1945–1969.
- Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento: Una perspectiva cognitiva*. Paidós.
- Chonillo-Sislema, L., Sucari, W., Rocha, N., & Solís-Luis, F. (2023). Kits didácticos, una estrategia de innovación educativa en química y biología: Una revisión sistemática. *Revista Arbitrada Interdisciplinaria KOINONIA*, 8(1), 162–177.
- Decreto 39/2022, de 29 de septiembre (2022). *Por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad de Castilla y León*. [Decreto]. Boletín Oficial de Castilla y León, 30 de septiembre de 2022, pp. 46830-47120.
- Driver, R., Asoko, H., Leach, J., Mortimer, E., & Scott, P. (1994). Constructing Scientific Knowledge in the Classroom. *Educational Researcher*, 23(7), 5–12.
- Gee, J. P. (2003). *What video games have to teach us about learning and literacy*. Palgrave Macmillan.
- Gil Pérez, D., & Vilches, A. (2001). *La orientación constructivista de la enseñanza de las ciencias: fundamentos y estrategias didácticas*. Graó.
- Hamari, J., Koivisto, J., & Sarsa, H. (2014). Does gamification work? A literature review of empirical studies on gamification. In *System Sciences (HICSS), 2014 47th Hawaii International Conference on* (pp. 3025–3034). IEEE.
- Hodson, D. (2014). *Science education for a pluralist society*. Sense Publishers.
- Hofstein, A., & Lunetta, V. N. (2004). *The laboratory in science education: Foundations for the twenty-first century*. *Science Education*, 88(1), 28–54. <https://doi.org/10.1002/sce.10106>.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: Game-based methods and strategies for training and education*. Pfeiffer.
- Malanca, F. E., & Lopez Rivilli, M. J. (2019). *Kit educativo de química. Enseñar ciencia a partir de experimentos*. Gobierno de Córdoba. https://repositoriosdigitales.mincyt.gob.ar/vufind/Record/CONICETDig_3467e2dad819aa45b81bf3efe688da7d
- Molina, M. F., Palomeque, L., & Carriazo, J. G. (2016). Experiencias en la enseñanza de la química con el uso de kits de laboratorio. *Entre Ciencia e Ingeniería*, 10(20), 76–81. https://www.scielo.org.co/scielo.php?pid=S1909-83672016000200011&script=sci_arttext
- Ruiz Hidalgo, J. (2009). Preparación de materiales didácticos para química por parte del alumnado de la educación secundaria obligatoria. *Revista CSIF*, (23), 1-10. https://archivos.csif.es/archivos/andalucia/ensenanza/revistas/csicsif/revista/pdf/Numero_23/JAVIER_RUIZ_1.pdf

Ryan, R. M., & Deci, E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *American Psychologist*, 55(1), 68–78.

Solbes, J., & Traver, M. (2003). La enseñanza de las ciencias y la alfabetización científica. *Enseñanza de las Ciencias*, 21(3), 401–410. <https://ensciencias.uab.cat/article/view/v21-n3-solbes-traver>

9. Anexos

ANEXO I: Competencias clave, competencias específicas y criterios de evaluación

Las Competencias Clave del currículo que se desarrollan de manera general con el uso del kit son las siguientes:

- CCL: Competencia en Comunicación Lingüística.
- STEM: Competencia STEM (científica, tecnológica, ingeniería y matemática).
- CD: Competencia Digital.
- CPSAA: Competencia Personal, Social y de Aprender a Aprender.
- CE: Competencia Emprendedora.

Las Competencias Específicas (CEE) según Decreto 39/2022 con las que está vinculado el kit son:

- CEE 1.1 – Identificar y plantear cuestiones científicas relacionadas con fenómenos físicos y químicos del entorno, formulando hipótesis comprobables.
- CEE 1.2 – Utilizar y comunicar información científica relevante (gráficas, datos, conceptos) para argumentar explicaciones.
- CEE 2.1 – Emplear modelos y técnicas experimentales para estudiar y caracterizar propiedades de sustancias y mezclas.
- CEE 3.1 – Reconocer e interpretar transformaciones químicas habituales en la vida diaria, en términos de reactivos y productos.
- CE 3.2 – Diferenciar, con evidencia experimental, entre cambios físicos y químicos.
- CEE 4.1 – Explicar comportamientos de sustancias (pH, acidez/básico) mediante el uso de indicadores o pruebas sencillas.
- CEE 4.2 – Analizar cómo las condiciones (temperatura, concentración, etc.) modifican procesos químicos o disoluciones.
- CEE 4.3 – Comunicar con rigor los resultados experimentales, identificando errores posibles y proponiendo mejoras.
- CEE 5.1 – Emplear con responsabilidad normas de seguridad y organización en la realización de actividades de laboratorio.

Los Criterios de Evaluación según Decreto 39/2022 con las que está vinculado el kit son:

- C1.1 – Formular cuestiones, diseñar hipótesis y planificar procedimientos de comprobación mediante experimentos o investigaciones sencillas.
- C1.2 – Interpretar y relacionar datos, resultados y evidencias obtenidas en una actividad, utilizando distintos lenguajes (gráficos, numéricos o verbales).
- C2.1 – Seleccionar métodos experimentales y procedimientos para identificar sustancias, analizando sus propiedades y características.
- C3.1 – Reconocer y explicar fenómenos y transformaciones químicas cotidianos, relacionándolos con cambios de materia y energía.
- C3.2 – Distinguir entre cambios físicos y químicos en función de sus evidencias experimentales.
- C4.1 – Interpretar la acidez, basicidad o neutralidad de sustancias empleando pruebas con indicadores, colores o cambios detectables.
- C4.3 – Presentar resultados y conclusiones experimentales de forma ordenada, clara y correcta, usando terminología científica.

- C5.1 – Aplicar normas de seguridad y hábitos de trabajo ordenado y limpio durante las actividades experimentales.

ANEXO II: Presupuesto desglosado del kit

El siguiente presupuesto ofrece una estimación del coste de adquisición de los materiales y reactivos que componen el kit, optimizado para el escenario de demostración docente individual en aula sin acceso a puntos de agua. Los precios son orientativos y corresponden a productos de bajo coste y fácil adquisición en el mercado español, basados en una investigación de precios actual.

Tabla 15: Presupuesto desglosado

Material/Recurso	Cantidad Total	Precio Unitario (por envase/ pack) (€)	Precio Total Estimado (€)	Observaciones/Lugar de Compra
Recipientes y Utensilios				
Vasos transparentes (plástico)	15 unidades	0,10 - 0,15	1,50 - 2,25	Bazar, supermercado
Vasos/recipientes pequeños (reutilizados)	6 unidades	0,00	0,00	Reciclado doméstico (paté, salsas)
Bandejas (plástico)	1 unidad	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00	Bazar, ferretería, supermercado
Cucharillas (plástico)	8 unidades	0,05 - 0,10	0,40 - 0,80	Bazar, supermercado (paquetes grandes suelen ser baratos)
Cucharas medidoras / Dosificadores	1 set	1,50 - 3,00	1,50 - 3,00	Bazar, supermercado, menaje
Varillas para remover (plástico)	4 unidades	0,20 - 0,40	0,80 - 1,60	Bazar, material escolar
Cuentagotas / Goteros	1 unidad	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	Farmacia, bazar
Vaso medidor (graduado, 100 mL)	1 unidad	0,90	0,90	Bazar, supermercado, menaje
Recipiente de vidrio resistente al calor	1 unidad	3,00 - 5,00	3,00 - 5,00	Menaje, bazar (ej. tipo "pirex" pequeño)
Reactivos y Consumibles				
Rotuladores de diferentes colores	3-4	0,50 - 1,00/ud	1,50 - 4,00	Papelería, supermercado
Papel de filtro, cocina o filtros de café	1 paquete/ rollo	1,00 - 3,00	1,00 - 3,00	Supermercado

Material/Recurso	Cantidad Total	Precio Unitario (por envase/ pack) (€)	Precio Total Estimado (€)	Observaciones/Lugar de Compra
Agua (desmineralizada o destilada)	1 botella (1 L)	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00	Supermercado
Alcohol (isopropílico o de quemar)	1 botella (500 mL/ 965mL)	2,25 - 3,90	2,25 - 3,90	Farmacia (etanol 70%), droguería (metanol)
Extracto de col lombarda	1 botella (200 mL)	0,50	0,50	Preparación casera (coste de la col)
Vinagre (ácido acético)	1 botella (250 mL)	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	Supermercado
Bicarbonato de sodio (NaHCO ₃)	1 paquete (250 g)	1,50	0,38 (aprox. por 250 g)	Supermercado, farmacia
Detergente líquido para platos	1 botella (100 mL)	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	Supermercado (mini-envase)
Jabón líquido diluido	1 recipiente	0,00	0,00	Preparación casera a partir de detergente
Agua del grifo (muestra)	1 recipiente	0,00	0,00	Grifo
Sal común (NaCl)	1 paquete (250 g)	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	Supermercado
Azúcar	1 paquete (250 g)	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	Supermercado
Agua oxigenada (3-5% farmacia)	1 botella (250 mL)	1,50 (precio por 500 mL)	0,75 (aprox. si compras 250 mL)	Farmacia, supermercado
Levadura (seca o fresca)	1 paquete/ sobre	0,50 - 1,00	0,50 - 1,00	Supermercado
Óxido de calcio (cal viva)	1 paquete (50-100 g)	2,00 - 4,00	2,00 - 4,00	Droguería, tiendas de bricolaje (buscar envases pequeños)
Urea granulada	1 paquete (50-100 g)	2,00 - 4,00	2,00 - 4,00	Jardinería (fertilizante), tiendas de químicos
Colorante alimentario	1 set (2-3 colores)	1,50 - 3,00	1,50 - 3,00	Supermercado
Equipamiento y Protección				
Guantes de nitrilo (o látex)	20-25 pares (caja)	3,00 - 5,00 (por caja)	3,00 - 5,00	Farmacia, supermercado, droguería
Bata de papel desechable	1 unidad	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00	Tiendas de bricolaje, farmacia

Material/Recurso	Cantidad Total	Precio Unitario (por envase/ pack) (€)	Precio Total Estimado (€)	Observaciones/Lugar de Compra
Gafas de seguridad transparentes	1 unidad	2,00 - 5,00	2,00 - 5,00	Ferretería, tiendas de bricolaje, bazar
Bayeta de microfibra	1 unidad	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00	Supermercado, bazar
Papel absorbente (rollo pequeño)	1 unidad	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00	Supermercado
Material Complementario (asumido existente en el aula)				
Lápiz	1 unidad	0,00	0,00	Se asume disponible en el aula o por el alumnado
Regla	1 unidad	0,00	0,00	Se asume disponible en el aula
Termómetro (digital o de alcohol)	1 unidad	3,00 - 7,00	3,00 - 7,00	Farmacia, supermercado, bazar
Fuente de calor suave (vela + soporte seguro)	1 unidad	1,00 - 2,00	1,00 - 2,00	Supermercado, bazar
Cronómetro (opcional, pero incluido)	1 unidad	3,00 - 7,00	3,00 - 7,00	Bazar, tiendas de deporte, app móvil (0€)
Maletín de plástico transparente	1 unidad	25,00 - 50,00	25,00 - 50,00	Bazar, tiendas de manualidades/organización
Total estimado del Kit:			58,68€ - 106,80€	(Rango Bajo - Rango Alto)

Nota: El coste total del kit se incrementa debido al precio del maletín.

ANEXO III: Imágenes de las cartas para imprimir

Este anexo contiene las fichas de las siete prácticas experimentales del kit, diseñadas como guías visuales y funcionales para el alumnado. Cada ficha está presentada en formato apaisado, lista para su impresión a doble cara y posterior manipulación.

El diseño de cada ficha consta de dos caras:

- **Anverso (Cara exterior):** muestra el nombre de la práctica, la imagen del Pokémon asociado y una breve descripción motivadora y las cuestiones para el alumnado.
- **Reverso (Cara interior):** incluye la lista de materiales y el procedimiento paso a paso. También incorpora una sección destacada sobre seguridad, con los pictogramas GHS clave.

Para optimizar su uso y fomentar el registro de observaciones, cada ficha se ha maquetado para ser impresa en una única cara de un folio en apaisado. De esta manera, al doblar el folio por la mitad (coincidiendo el anverso con la parte exterior de la carta y el reverso con la parte interior), se crea un espacio en blanco central. Este espacio está destinado a que los alumnos puedan tomar notas, dibujar sus observaciones y registrar sus resultados directamente en la ficha, facilitando así el seguimiento de la práctica y la consolidación de su aprendizaje.

Las fichas están organizadas a continuación en el orden propuesto para la realización de las prácticas, tal y como se detalla en la guía de implementación (Apartado 4.6).



Rastro de Color



Materiales

- Rotuladores de diferentes colores (incluir alguno oscuro).
- Papel de filtro (cortado en tiras).
- Vasos pequeños y transparentes (3 o 4 según el número de rotuladores).
- Agua (para rotuladores lavables o no permanentes).
- Alcohol isopropílico para rotuladores permanentes.



Procedimiento

1. Toma un tira de papel de filtro.
2. Dibuja un punto con un rotulador en la línea hecha a lápiz.
3. Echa en un vaso un poco de agua o alcohol, en función del tipo de rotulador, sin que supere la línea trazada a lápiz.
4. Introduce la tira de papel en el vaso de forma que la línea a lápiz quede por encima del nivel del líquido.
5. Observa lo que ocurre.
6. Retira la tira cuando el disolvente haya subido casi hasta el borde superior.

BASIC

Smeargle

PS 70



Nº. 235 Pokémon Artista Ataque: Rastro de Color Altura 1,2 m Peso 58 kg



Rastro de Color

110+

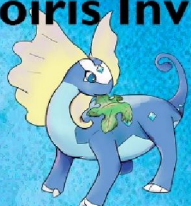
Smeargle es un Pokémon artístico y curioso, que va dejando huellas de color con su cola manchada de pintura. Al aplicar la cromatografía en papel, la tinta se desplaza y revela sus colores ocultos, igual que Smeargle al desatar su ataque especial ¡Así se revela la ciencia de separar los componentes de una mezcla!

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué se observa en las tiras de papel después de la cromatografía?
- ¿Qué indica la aparición de varios colores a partir de una tinta de apariencia uniforme?



Arcoiris Invisible



Materiales

- Indicador de pH: extracto de col lombarda/té negro.
- 4 vasos de plástico transparente.
- Disoluciones a analizar.
 - Vinagre
 - Bicarbonato de sodio
 - Detergente líquido
 - Agua del grifo
- Cuentagotas



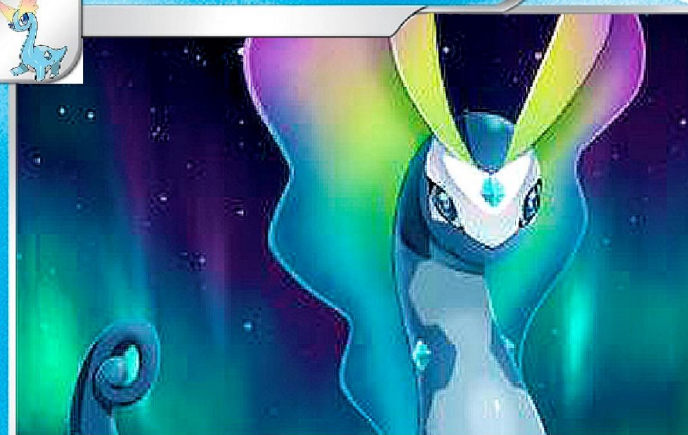
Procedimiento

1. Coloca los recipientes de las disoluciones sobre una superficie estable.
2. Añade, con ayuda del gotero, el indicador de pH.
3. Observa los colores resultantes y toma nota

STAGE 1

Aurorus

HP 180



Nº. 699 Pokémon Tundra Ataque: Arcoiris Invisible Altura: 2,7 m Peso: 225 kg



Arcoiris Invisible 180+

Aurorus es un Pokémon de tipo Roca/Hielo, vinculado con las auroras boreales, fenómenos naturales de luces coloreadas en el cielo polar. En esta práctica crearemos un arcoíris químico usando un indicador natural. La variedad de colores que se obtiene es tan impactante como una aurora, y permite visualizar el carácter ácido o básico de distintas sustancias.

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué colores se observan al añadir el indicador a cada sustancia?
- ¿Qué relación hay entre el color y el carácter ácido o básico?
- ¿Qué información aporta el cambio de color sobre la composición química de una sustancia?



Volcán Espumoso



Materiales

- Un recipiente pequeño (vaso, taza o bote).
- 2 cucharaditas de bicarbonato de sodio.
 - Un chorrito de vinagre.
 - Unas gotas de jabón líquido.
- Colorante alimentario (opcional).
 - Una cuchara.
- Una bandeja o plato como base.



Procedimiento

1. Coloca el recipiente sobre una bandeja.
2. Añade el bicarbonato al fondo del recipiente.
3. (Opcional) Incorpora unas gotas de colorante.
4. Agrega el jabón líquido.
5. Vierte el vinagre de una vez.
6. ¡¡Observa la erupción espumosa!!

FASE 1

Magcargo

PS 130



Caracol de Magma



Nº. 219 Pokémon Lava Ataque: Volcán Espumoso Altura 0,8 m Peso 55,0 kg



Volcán Espumoso 180+

Magcargo, el caracol de magma, es un Pokémon de tipo Fuego/Roca cuyo cuerpo incandescente recuerda a la lava ardiente de un volcán. Aunque nuestro experimento no alcanza esas temperaturas, simularemos una erupción volcánica espumosa usando una reacción química espectacular, pero completamente segura. ¡Una forma divertida de aprender sobre reacciones ácido-base y la formación de gases!

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué evidencias te permiten saber que ha ocurrido una reacción?
- ¿Qué función cumple el jabón en la erupción espumosa?



Maestro de la Espuma



Materiales

- Agua oxigenada (3-5%).
- Levadura y agua templada.
- Unas gotas de detergente líquido.
- 2 vasos transparentes altos.
- Una cuchara o varilla para mezclar.
- Una bandeja o plato como base.



Procedimiento

1. Prepara la mezcla catalizadora: disuelve una cucharadita de levadura en un poco de agua templada. Deja unos minutos.
2. Vierte 50 ml de agua oxigenada en cada caso.
3. Añade un buen chorro de detergente.
4. Agrega a uno de los vasos la levadura.
5. ¡¡Observa cómo avanza la espuma!! Compara ambos vasos.
6. (opcional) Mide el tiempo que tarda la espuma en subir hasta el borde del vaso

BÁSICO

Grimer

PS 80



Nº. 88 Pokémon Lodo Ataque: Maestro de la Espuma Altura 0,9 m Peso 30,0 kg



Maestro de la Espuma 10+

Grimer es un Pokémon viscoso y escurridizo, capaz de extenderse y cubrirlo todo con su cuerpo amorfo, como la espuma que aparece en esta reacción. Cuando el catalizador actúa, la mezcla burbujea y crece sin control, igual que Grimer al desatar su ataque especial. ¡Una forma espectacular de ver cómo un catalizador acelera una reacción química!

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué diferencias observas entre los dos vasos?
- ¿Qué función cumple la levadura en esta práctica? ¿Se consume durante la reacción?
- ¿Cuál es el gas que se forma?



Disolución Total



Materiales

- Sal común o azúcar (o ambas para comparar).
- Agua del grifo.
- 1 vaso medidor y 3 vasos transparentes.
- Dosificador de soluto y cucharillas/varillas.
- Termómetro (opcional).
- Fuente de calor suave: velita y soporte, calderín.



Procedimiento

1. Llena los 3 vasos con 100 mL de agua cada uno, ayúdate del vaso medidor.
2. Vaso 1, sin agitar.
3. Vaso 2, con agitación intensa.
4. Vaso 3, con calor: calienta suavemente el agua.
5. Agrega una medida de soluto a cada vaso, remueve suavemente hasta la disolución total.
6. Añade soluto hasta que ya no se disuelva más.
7. Anota la cantidad de soluto añadida hasta saturar cada una de las disoluciones.

©2025 Pokémon/Nintendo/Creatures/GAME FREAK

FASE 1

Vaporeon

Evoluciona de Eevee

PS 120



Nº. 0134 Pokémon Burbuja Ataque: Disolución Total Altura: 1m Peso: 29 kg



Disolución Total 150+

Vaporeon es un Pokémon acuático con una habilidad asombrosa: puede disolverse en el agua y volverse casi invisible. En esta práctica, al igual que Vaporeon activa su ataque especial ¡Disolución Total!, aprenderemos a preparar disoluciones y a entender qué factores influyen en la solubilidad, como la temperatura, la agitación o la naturaleza del soluto y el disolvente. ¡Un viaje líquido al corazón de los secretos del agua!

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué tipo de mezcla es una disolución: homogénea o heterogénea? ¿Por qué?
- ¿Qué vaso permitió disolver una mayor cantidad de soluto?
- ¿Qué efecto tuvo la agitación sobre la disolución del soluto?

©2025 Pokémon/Nintendo/Creatures/GAME FREAK



Calor Interno



Materiales

- Óxido de calcio.
- Agua del grifo.
- Vaso medidor.
- Recipiente de vidrio resistente al calor.
- Termómetro.
- Cucharilla y varilla para remover.
- Superficie protegida (bandeja).




Procedimiento

1. Coloca el vaso de precipitados sobre una superficie protegida.
2. Llena el vaso con 50 mL de agua.
3. Mide la temperatura del agua y toma nota.
4. Añade con cuidado una cucharadita de óxido de calcio al agua.
5. Remueve con suavidad.
6. Mide la temperatura del agua al finalizar la reacción y toma nota.

BASIC

Heatran

HP 140




Nº. 0485 Pokémon Domo Lava Ataque: Calor Interno Altura 1,7 m Peso 430 kg



Calor Interno


50+

Heatran habita en lo más profundo de las cuevas volcánicas, donde el calor es tan intenso como su cuerpo incandescente. En esta práctica, al mezclar óxido de calcio con agua, se libera energía en forma de calor, como si Heatran desatara su ataque Calor Interno. ¡Una demostración directa de cómo algunas reacciones químicas desprenden calor!


Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué se observa tras mezclar el óxido de calcio con el agua?
- ¿Qué señales indican que ha ocurrido una reacción química?
- ¿Es una reacción exotérmica o endotérmica?

©2023 Pokémon / Nintendo / Creatures / GAME FREAK




Frío Ártico



Materiales

- Urea granulada.
- Agua del grifo.
- Vaso medidor.
- Un vaso o recipiente pequeño.
- Termómetro.
- Una cucharilla o varilla para mezclar.



Procedimiento

1. Llena el vaso con 50 mL de agua.
2. Mide la temperatura del agua y toma nota.
3. Añade con cuidado dos cucharadas de urea al agua.
4. Remueve con suavidad hasta la disolución total.
5. Mide la temperatura del agua al finalizar la reacción y toma nota.

©2025 Pokémon/Nintendo/Creatures/GAME FREAK



Glaceon

Evoluciona de Eevee



PS 120 

Nº. 0471 Pokémon Nieve Fresca Ataque: Frío Ártico Altura: 0,8m Peso: 25,9 kg



Frio Artico

150+

Glaceon es un Pokémon de tipo Hielo capaz de bajar la temperatura de su entorno en cuestión de segundos. Cuando desata su ataque especial Frío Ártico, el aire a su alrededor se congela en un instante. En esta práctica, como si invocáramos a Glaceon, vamos a sentir cómo el calor desaparece al mezclar urea con agua. ¡Notaremos el frío en nuestras propias manos!

Contesta las siguientes preguntas:

- ¿Qué tipo de cambio ocurre en esta práctica: físico o químico?
- ¿Qué se observa tras mezclar urea con el agua?
- ¿Qué señales indican que ha ocurrido una reacción química?
- ¿Es una reacción exotérmica o endotérmica?

©2025 Pokémon/Nintendo/Creatures/GAME FREAK

ANEXO IV: Guía de buenas prácticas y seguridad

1. Normas generales de seguridad

Estas reglas son fundamentales para todas las prácticas:

- Siempre con tu profesor/a: Nunca realices un experimento del kit sin la supervisión directa de tu profesor/a. Él o ella te dará las instrucciones específicas para cada práctica.
- Lee antes de actuar: Antes de empezar cualquier práctica, lee con calma toda la ficha de la actividad (Anexo III) y esta guía de buenas prácticas. Si tienes dudas, pregunta a tu profesor/a.
- No comas ni bebas: En el área de trabajo, está prohibido comer, beber o masticar chicle. Los materiales del kit no son alimentos.
- No pruebes los reactivos: ¡Nunca pruebes, huelas directamente ni toques con la boca los productos químicos! Usa solo los utensilios del kit para manipularlos.
- Lávate las manos: Lávate bien las manos con agua y jabón antes y después de cada práctica.
- Recoge tu pelo: Si tienes el pelo largo, recógelo.
- Ropa adecuada: Evita ropa holgada o mangas anchas que puedan engancharse o mancharse.
- Orden y limpieza: Mantén tu espacio de trabajo ordenado. Al finalizar, limpia bien todo el material y la superficie de trabajo según las indicaciones de tu profesor/a.

2. Equipamiento de protección individual (EPI)

Tu seguridad es lo más importante. Usa siempre estos elementos cuando se te indique:

- Gafas de Seguridad: Son obligatorias en todas las prácticas para proteger tus ojos de salpicaduras o proyecciones. Asegúrate de que te ajusten bien.
- Guantes: Tu profesor/a usará guantes para manipular ciertos reactivos. Si tu profesor/a te pide que uses guantes, es por tu protección.
- Bata: Si bien el kit no incluye batas individuales para cada alumno, es recomendable que el que manipule los reactivos use la bata para la realización de la práctica.

3. Manipulación de materiales y reactivos

- Material de vidrio/plástico: Manipula los vasos y recipientes con cuidado para evitar roturas o derrames. Aunque la mayoría son de plástico, los de vidrio requieren más precaución.
- Medición: Usa las cucharas medidoras o el tapón de refresco para sólidos, y el vaso medidor o cuentagotas para líquidos, según las instrucciones. No uses tus propias manos para coger los reactivos.
- Calor: Si la práctica involucra calentamiento (con una vela o agua caliente), tu profesor/a te indicará cómo hacerlo de forma segura. Nunca dejes una llama sin supervisión y mantén la distancia.
- Sustancias no peligrosas, pero con precaución: Muchos reactivos del kit son de uso doméstico (vinagre, bicarbonato, sal, etc.) y en las cantidades usadas no son

peligrosos. Sin embargo, siempre debemos tratarlos con respeto y precaución, como si estuviéramos en un laboratorio profesional.

- **Identificación de peligros (GHS):** En el Anexo V encontrarás un Listado de Pictogramas de Seguridad que te ayuda a identificar posibles peligros de las sustancias. En cada ficha de práctica (Anexo III), también se te recordarán los pictogramas más relevantes para esa actividad y las precauciones específicas. Es importante que aprendas a reconocerlos.

4. ¿Qué hacer en caso de incidente?

Mantén la calma y actúa rápidamente:

- **Derrames:** Si derramas algo, informa inmediatamente a tu profesor/a. Él o ella te indicará cómo limpiar la zona de forma segura usando el papel absorbente o la bayeta del kit.
- **Contacto con la piel o los ojos:** Si algún reactivo (especialmente agua oxigenada, alcohol o cal viva) entra en contacto con tu piel o, lo que es más importante, con tus ojos, avisa inmediatamente a tu profesor/a. Lávate la zona afectada con abundante agua del grifo o con la botella de agua del kit si es necesario.
- **Cortes o quemaduras:** Cualquier corte o quemadura, por pequeño que sea, debe ser informado a tu profesor/a para recibir atención.

5. Gestión de residuos










- **Desecha correctamente:** Al finalizar la práctica, tu profesor/a te indicará dónde y cómo desechar los residuos. La mayoría de los líquidos pueden ir por el desagüe con mucha agua, y los sólidos a la basura normal.
- **Reutiliza:** Los recipientes y materiales reutilizables (como vasos pequeños o cucharas que se puedan lavar) se limpiarán y guardarán para futuras prácticas, promoviendo la sostenibilidad del kit.

ANEXO V: Listado de pictogramas

El Sistema Globalmente Armonizado (GHS) de clasificación y etiquetado de productos químicos es un sistema estandarizado internacionalmente para comunicar los peligros asociados a las sustancias químicas. Su objetivo es garantizar que la información sobre los peligros de los productos químicos sea comprensible en todo el mundo, promoviendo así un uso más seguro de estas sustancias. Los pictogramas son símbolos gráficos que transmiten rápidamente un tipo de peligro específico.

La siguiente tabla detalla los pictogramas GHS:

Tabla 16: Listado de pictogramas

	Pictograma	Peligro con el que se identifica
GHS01		Explosivo
GHS02		Inflamable
GHS03		Oxidante
GHS04		Gas presurizado
GHS05		Corrosivo
GHS06		Toxicidad aguda (categorías 1ª, 2ª y 3ª)
GHS07		Toxicidad aguda (resto de categorías), sensibilizante cutáneo, irritante, narcótico.
GHS08		Peligroso para el cuerpo, sensibilizante respiratorio, mutágeno, carcinógeno, reprotóxico
GHS09		Dañino para el medio ambiente

ANEXO VI Rúbricas

Tabla 17: Rúbrica para la Memoria de la Práctica (Prácticas Demostrativas Realizadas por el Docente)

Indicador	4 - Excelente	3 - Bien	2 - Suficiente	1 - Insuficiente
Observación y Registro	Anota con detalle y precisión todos los fenómenos relevantes observados.	Registra lo esencial con claridad, con pocas omisiones.	Anotaciones incompletas o con falta de claridad en algunos puntos.	No toma notas o las registradas son irrelevantes/incorrectas.
Análisis y Respuesta a Preguntas	Relaciona de forma profunda y correcta lo observado con la teoría. Responde a las preguntas con coherencia y rigor científico.	Relaciona lo observado con la teoría y responde a las preguntas con sentido y coherencia.	Las respuestas son vagas o poco precisas; la relación teoría-práctica es limitada.	Respuestas incorrectas o ausentes; no se establece relación entre teoría y práctica.
Conclusiones	Claras, lógicas, bien fundamentadas y excelentemente redactadas, reflejando un aprendizaje profundo.	Claras y coherentes, aunque podrían ser más profundas o detalladas.	Superficiales, poco relacionadas con la práctica o con algunas inconsistencias.	Ausentes, incorrectas o sin relación con lo realizado en la práctica.
Presentación y Redacción	Excelente organización, limpieza y uso de un lenguaje técnico adecuado. Cero errores gramaticales/ortográficos.	Bien redactado y organizado, con pocos errores o de menor importancia.	Errores frecuentes de redacción o faltas de organización.	Presentación deficiente, desorganizada y con numerosos errores.

Tabla 18: Rúbrica para la Experimentación y Memoria (Prácticas Realizadas por el Alumnado).

Indicador	4 - Excelente	3 - Bien	2 - Suficiente	1 - Insuficiente
Manipulación del Material	Utiliza todo el material correctamente, con precisión y cuidado, demostrando destreza experimentas	Utiliza el material de forma adecuada, con pequeñas correcciones necesarias	Manipulación poco precisa, con algún descuido o falta de atención	Uso incorrecto del material o que pone en riesgo la integridad de este o la seguridad
Seguimiento del Procedimiento	Sigue las instrucciones del procedimiento con autonomía, atención y lógica, sin necesidad de ayuda	Sigue el procedimiento con pocas desviaciones, requiriendo mínima ayuda	Sigue el procedimiento con dificultad, cometiendo errores que afectan el resultado.	No sigue las instrucciones, realizando la práctica de manera incorrecta o sin sentido
Trabajo en Equipo (si aplica)	Colabora activamente con los compañeros, asume responsabilidades y fomenta un reparto equilibrado de tareas	Participa de forma respetuosa en el equipo, contribuyendo a la tarea	Participación mínima o pasiva; no contribuye significativamente al equipo	No colabora, interfiere en el trabajo ajeno o genera conflictos
Seguridad en el Laboratorio	Cumple rigurosamente todas las normas de seguridad establecidas	Sigue la mayoría de las normas de seguridad, con alguna omisión menor	Ignora algunas normas de seguridad básicas, mostrando falta de precaución	Incumple normas de seguridad fundamentales, poniendo en riesgo su integridad o la de otros
Memoria de la Práctica (Contenido y Forma)	Memoria completísima, clara, rigurosa y muy bien redactada, con análisis profundo y conclusiones sólidas	Memoria clara y correcta, que refleja una buena comprensión y registro de la práctica	Memoria incompleta, superficial o con errores que dificultan la comprensión	Memoria poco clara, incorrecta, ausente o que no refleja el trabajo realizado