



Universidad de Valladolid



EL LABORATORIO COMO HERRAMIENTA CLAVE EN LA ENSEÑANZA DE LAS REACCIONES QUÍMICAS: UNA PROPUESTA PARA 4º DE ESO

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Máster en Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y
Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas

Especialidad: Física y Química

Autor:

José Toledo Sánchez

Tutora:

Ana María Velasco Sanz

Año 2025

RESUMEN

Este Trabajo de Fin de Máster presenta una propuesta didáctica para la enseñanza de la unidad de “Reacciones químicas” en la asignatura de Física y Química de 4º de Educación Secundaria Obligatoria, centrada en el uso de prácticas de laboratorio como eje metodológico. A partir de una revisión bibliográfica del estado actual de la enseñanza de las ciencias en secundaria, se identifican como principales problemas la baja motivación del alumnado, la escasa contextualización de los contenidos y la falta de conexión entre teoría y práctica.

La propuesta diseñada responde a estas necesidades mediante una secuencia de diez prácticas experimentales contextualizadas y alineadas con el currículo establecido por la LOMLOE y el Decreto 40/2022 de Castilla y León. Las actividades permiten trabajar de forma integrada los contenidos disciplinares y las competencias específicas de la materia, promoviendo el aprendizaje significativo, la indagación científica, el trabajo cooperativo y el uso responsable de recursos. Asimismo, se han adaptado las prácticas para atender a la diversidad del aula, incluyendo pautas específicas para alumnado con Trastorno de déficit de atención (TDA) y daltonismo.

La evaluación se plantea desde un enfoque competencial e incluye rúbricas, informes de laboratorio y un cuestionario de percepción del alumnado, orientado a evaluar su motivación, con el fin de valorar tanto el desarrollo de competencias como el impacto de la propuesta sobre la actitud del alumnado hacia la materia.

ABSTRACT

This Master's Thesis presents a didactic proposal for teaching the "Chemical Reactions" unit in the Physics and Chemistry subject of the 4th year of Compulsory Secondary Education, focusing on the use of laboratory practices as a methodological axis. Based on a bibliographic review of the current state of science teaching in secondary school, the main problems identified are low student motivation, poor contextualization of content, and a lack of connection between theory and practice.

The designed proposal responds to these needs through a sequence of ten contextualized experimental practices aligned with the curriculum established by the LOMLOE (Legal and Educational Law of the Spanish Ministry of Labor) and Decree 40/2022 of Castilla y León. The activities allow for an integrated approach to the disciplinary content and subject-specific competencies, promoting meaningful learning, scientific inquiry, cooperative work, and the

responsible use of resources. Likewise, practices have been adapted to address the diversity of the classroom, including specific guidelines for students with Attention Deficit Disorder (ADD) and color blindness.

The assessment is approached from a competency-based perspective and includes rubrics, lab reports, and a student perception questionnaire, designed to assess student motivation. This is intended to evaluate both the development of competencies and the impact of the proposal on students' attitudes toward the subject.

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.....	1
2. OBJETIVOS.....	3
3. JUSTIFICACIÓN.....	4
4. MARCO TEÓRICO.....	6
4.1. Motivación.....	6
4.2. Aprendizaje significativo.....	7
4.3. Metodologías activas.....	8
<i>4.3.1. Aprendizaje vivencial.....</i>	<i>8</i>
<i>4.3.2. Aprendizaje basado en la indagación (ABI).....</i>	<i>9</i>
<i>4.3.3. Aprendizaje colaborativo.....</i>	<i>9</i>
4.4. El laboratorio como recurso didáctico.....	10
5. MARCO LEGAL.....	12
6. CONTEXTUALIZACIÓN.....	14
6.1. Nivel educativo y etapa.....	14
6.2. Centro educativo.....	14
6.3. Alumnado.....	14
6.4. Conocimientos previos.....	14
6.5. Contenido de la unidad.....	15
7. METODOLOGÍA.....	16
8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA.....	17
8.1. Competencias clave.....	17
8.2. Desarrollo de las prácticas.....	20
<i>8.2.1. Precipitación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y cálculo del rendimiento.....</i>	<i>20</i>
<i>8.2.2. El reactivo limitante de lo cotidiano al rigor científico.....</i>	<i>20</i>

8.2.3. Volúmenes de reactivos utilizados en reacciones de neutralización ácido-base...	21
8.2.4. Preparación de haluros de cobre (I)	21
8.2.5. Reloj de yodo.....	22
8.2.6. Lluvia de oro.....	22
8.2.7. Efecto de los catalizadores: Pasta de dientes de elefantes	23
8.2.8. Determinación de pH con col lombarda.....	23
8.2.9. Equilibrio químico: Peta Zetas.....	24
8.2.10. Reacción Redox con golosinas.....	25
9. TEMPORALIZACIÓN.....	27
9.1. Temporalización de la unidad didáctica.....	27
9.2. Temporalización de las prácticas de laboratorio.....	27
9.2.1. Precipitación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y cálculo del rendimiento.....	28
9.2.2. El reactivo limitante de lo cotidiano al rigor científico	28
9.2.3. Volúmenes de reactivos utilizados en reacciones de neutralización ácido-base...	28
9.2.4. Preparación de haluros de cobre (I)	28
9.2.5. Reloj de yodo.....	29
9.2.6. Lluvia de oro.....	29
9.2.7. Efecto de los catalizadores: Pasta de dientes de elefantes	29
9.2.8. Determinación de pH con col lombarda.....	29
9.2.9. Equilibrio químico: Peta Zetas.....	30
9.2.10. Reacción Redox con golosinas.....	30
10. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.....	31
10.1. Alumno con daltonismo.....	31
10.2. Alumnos con Trastorno por Déficit de Atención (TDA).....	31
11. EVALUACIÓN.....	32

11.1. Criterios de evaluación.....	32
11.2. Herramientas de evaluación.....	36
11.3. Rúbricas de evaluación.....	36
11.4. Evaluación de la motivación.....	39
11.5. Evaluación de la propuesta.....	39
12. CONCLUSIONES.....	40
13. BIBLIOGRAFÍA.....	41
ANEXO I: GUIONES DE PRÁCTICAS.....	47
ANEXO II: ESTRUCTURA DE LOS INFORMES DE LABORATORIO.....	70
ANEXO III: NORMAS DE LABORATORIO.....	72
ANEXO IV: CUESTIONARIO SOBRE LA MOTIVACIÓN DE ALUMNADO....	74

1. INTRODUCCIÓN

La enseñanza de la Física y la Química en la educación secundaria española presenta desde hace años importantes desafíos. Numerosos estudios evidencian que el alumnado percibe esta asignatura como compleja y alejada de su realidad cotidiana, lo que contribuye a un bajo nivel de motivación e implicación. Según el informe PISA 2022, solo un 35 % del alumnado español afirma disfrutar aprendiendo ciencias, frente al 49 % en el conjunto de la OCDE, lo que pone de manifiesto un déficit de motivación intrínseca (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023).

A esta falta de interés se suma una escasa perspectiva de aplicación futura: menos del 20 % del alumnado considera que trabajará en un ámbito relacionado con las ciencias (Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes, 2023). Esta desafección repercute directamente en el rendimiento académico. En el mismo informe, la puntuación media de España en ciencias fue de 485 puntos, coincidiendo con la media OCDE (485) y con una tendencia descendente respecto a informes anteriores. Además, se constató que el alumnado con mayor motivación alcanzó resultados significativamente superiores al de sus compañeros desmotivados.

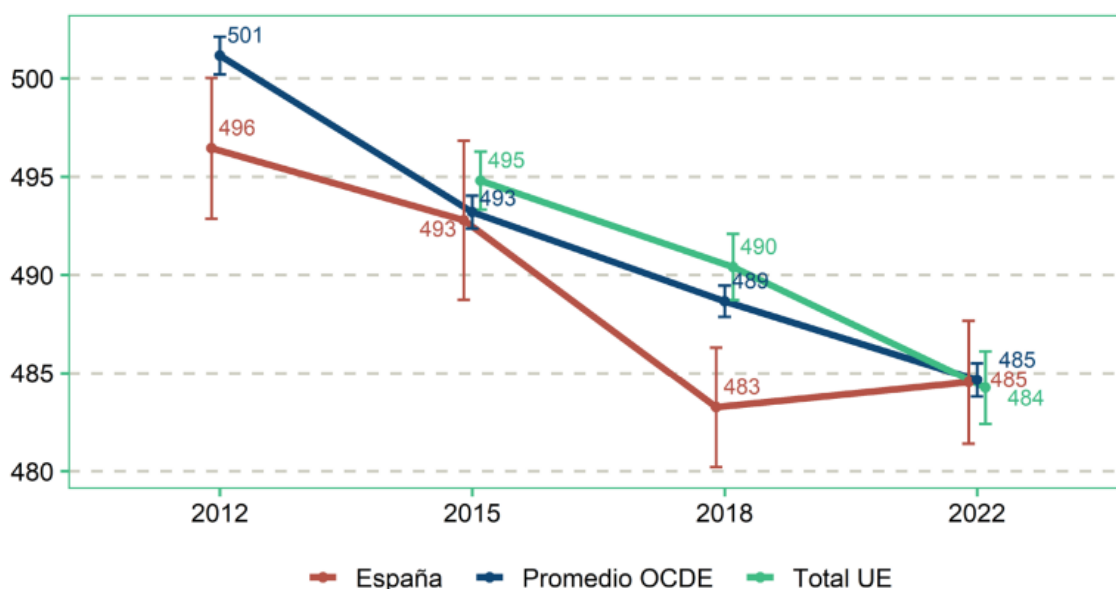


Figura 1.1. Evolución de los rendimientos medios estimados en ciencias entre 2012 y 2022 para España, el Promedio OCDE y el Total UE. Imagen obtenida del informe PISA español de 2022.

Investigaciones realizadas en el contexto español refuerzan esta relación entre motivación, percepción de utilidad y rendimiento. Ardura y Pérez-Bitrián (2018, 2019) identifican la motivación profesional y la autoeficacia como factores clave en la elección de

continuar con esta materia. Asimismo, se ha comprobado que los métodos tradicionales reducen la implicación del alumnado, mientras que el uso de metodologías activas, como el aprendizaje cooperativo, las TIC o proyectos científicos autogestionados, incrementa el interés y el disfrute de la asignatura (Coca, 2015; Gollerizo-Fernández & Clemente-Gallardo, 2019).

Diversos estudios han señalado que las metodologías innovadoras basadas en la experimentación práctica son especialmente eficaces para mejorar tanto la motivación como los resultados en Ciencias. En particular, la enseñanza mediante prácticas de laboratorio ha demostrado tener un mayor impacto en la comprensión de los conceptos científicos que la enseñanza exclusivamente teórica (Sugano & Nabua, 2020; Odutuyi et al., 2015; Cetin et al., 2018; Jehovah, 2021). Estos hallazgos sustentan la necesidad de replantear la enseñanza de la Física y la Química en secundaria, incorporando enfoques didácticos que favorezcan el aprendizaje activo, contextualizado y significativo.

Se ha demostrado que el aprendizaje vivencial en la asignatura de Física y Química mejora la participación y la comprensión conceptual del alumnado. Este enfoque, caracterizado por actividades prácticas y la construcción activa del conocimiento, aborda las limitaciones de los métodos de enseñanza tradicionales (Yao, 2023). Diversos estudios han demostrado que las experiencias de aprendizaje vivencial tienen un impacto positivo en la comprensión de conceptos y en el rendimiento académico (Thote y Gowri, 2021). Se ha comprobado que las experiencias de laboratorio indagatorias mejoran la comprensión, la resolución de problemas y la participación del alumnado, beneficiando especialmente al alumnado de bajo y medio rendimiento académico (Mcdonnell, 2013). Sin embargo, la implementación del aprendizaje experiencial en la enseñanza de la química presenta retos relacionados con la seguridad, los recursos y la evaluación (Yao, 2023). A pesar de estos obstáculos, el aprendizaje experiencial muestra potencial para revitalizar la educación científica y mejorar los resultados de los estudiantes en las aulas de química de la escuela secundaria.

En este contexto, las prácticas de laboratorio son una herramienta clave para contextualizar los contenidos, fomentar el interés y mejorar el aprendizaje en la asignatura de Física y Química. Los estudios mencionados anteriormente coinciden en que la experimentación activa no solo facilita la comprensión conceptual, sino que también incrementa la motivación del alumnado. Por ello, el presente Trabajo Fin de Máster tiene como objetivo diseñar una propuesta didáctica basada en prácticas de laboratorio, orientada a la enseñanza de las reacciones químicas en 4º de ESO, con el fin de contribuir a una enseñanza más significativa, motivadora y eficaz.

2. OBJETIVOS

El **objetivo general** de este TFM es hacer una propuesta didáctica basada en prácticas de laboratorio para la enseñanza de las reacciones químicas en la asignatura de Física y Química de 4º de la ESO con el fin de mejorar la motivación y el rendimiento de los alumnos.

Los **objetivos específicos** de este TFM son:

- **Analizar los diferentes enfoques metodológicos** que emplean las prácticas de laboratorio como herramienta didáctica en la enseñanza de las ciencias.
- **Seleccionar y adaptar prácticas de laboratorio** aplicables a la unidad de reacciones químicas de 4º de la ESO, a partir de una revisión de la literatura científica y educativa.
- **Elaborar una propuesta didáctica fundamentada en la revisión bibliográfica**, que integre prácticas de laboratorio alineadas con el currículo vigente y orientadas al desarrollo competencial del alumnado.
- **Diseñar un sistema de evaluación** que permita valorar el aprendizaje del alumnado en el marco de la propuesta didáctica.
- **Establecer una evaluación de la propia propuesta didáctica** para analizar su eficacia y posibles mejoras.

3. JUSTIFICACIÓN

Como se ha señalado en la introducción los alumnos de Física y Química de ESO en España presentan un problema de motivación frente a la asignatura lo cual repercute en un bajo rendimiento académico y en una baja comprensión de los contenidos de la asignatura. Esta situación trasciende más allá del ámbito escolar ya que limita la adquisición de una cultura científica básica y una visión informada sobre el mundo natural.

Los estudios mencionados anteriormente relacionan esta falta de motivación con una falta de conexión de los contenidos vistos en clase con la vida cotidiana. Esta desconexión hace que no vean la utilidad de la asignatura. También se ha observado una falta de motivación profesional ya que los alumnos no contemplan un futuro laboral relacionado con las ciencias. Por ello uno de los principales retos de los docentes es contextualizar el aprendizaje y hacerlo relevante para la vida cotidiana de los alumnos.

En este sentido, el aprendizaje vivencial se presenta como una estrategia eficaz. Esta metodología, centrada en el aprender haciendo, transforma el rol del alumno de receptor pasivo a agente activo en su proceso de aprendizaje. Una de sus aplicaciones más potentes en el área de ciencias es el uso de prácticas de laboratorio, que permiten aplicar los conocimientos teóricos en situaciones reales, favoreciendo así una comprensión más profunda y significativa. Estas prácticas también fomentan la autonomía, la indagación y la cooperación, alineándose con los principios metodológicos que promueve la LOMLOE.

A pesar de la utilidad demostrada de las prácticas de laboratorio están no se aplican en el desarrollo de la asignatura de Física y Química debido a diversos motivos. Las principales barreras para la implementación efectiva de prácticas de laboratorio en las aulas de Física y Química de secundaria incluyen la limitación de tiempo ya que generalmente son sesiones de 50 minutos, la falta de personal de gestión de laboratorio y la disponibilidad limitada de sustancias químicas (Nurhafidhah et al., 2021). Además, las creencias de los docentes sobre la enseñanza y el aprendizaje puesto que algunos docentes se niegan a realizar ningún tipo de práctica de laboratorio, así como la ausencia de una red escolar de apoyo, influyen significativamente en la implementación del currículo (Roehrig et al., 2007). Las instalaciones e infraestructura de laboratorio inadecuadas también dificultan las actividades prácticas, lo que lleva a algunas escuelas a recurrir a experimentos sencillos en espacios abiertos o laboratorios virtuales (Namira et al., 2020). Estos factores contribuyen colectivamente a los desafíos que se enfrentan en la implementación de prácticas de laboratorio efectivas en la educación química de secundaria en diversos contextos.

Considerando tanto los beneficios de estas actividades como las barreras existentes, el presente Trabajo de Fin de Máster propone una serie de prácticas de laboratorio contextualizadas, asequibles y fácilmente aplicables en entornos educativos con recursos limitados. Esta propuesta pretende facilitar su integración en la práctica docente real y contribuir a mejorar la motivación, el interés y el aprendizaje del alumnado de Física y Química en 4º de ESO.

4. MARCO TEÓRICO

4.1. Motivación

Como ya se ha planteado en la introducción de este TFM existe un problema de motivación en los alumnos de Física y Química de la ESO en España lo que se traduce en un rendimiento académico bajo una comprensión limitada de los contenidos. Pero para poder abordar este problema primero hay que definir la motivación y como se relaciona con el rendimiento.

La motivación es definida por la RAE como conjunto de factores internos o externos que determinan en parte las acciones de una persona. En el ámbito educativo se diferencian dos tipos de motivación según Udegbumam, 2024:

- La motivación intrínseca surge de las recompensas internas y la satisfacción inherente de la actividad en sí.
- La motivación extrínseca la motivación extrínseca está fomentada por factores externos como premios, calificaciones o sanciones.

La literatura científica muestra que, aunque ambos tipos de motivación pueden influir en el rendimiento académico, la motivación intrínseca está más estrechamente relacionada con una mayor implicación, mejores resultados y una comprensión más profunda del conocimiento (Udegbumam, 2024).

Las investigaciones sugieren que estrategias pedagógicas específicas pueden influir significativamente en la motivación de los estudiantes de Física y Química de secundaria. Se ha demostrado que el aprendizaje basado en proyectos mejora eficazmente la motivación de los estudiantes hacia la química en comparación con los métodos de instrucción tradicionales (Yalçınkaya et al., 2012). El uso de diversas estrategias de enseñanza por parte de los docentes, como presentaciones de PowerPoint y ejemplos ilustrativos, puede aumentar el interés y la concentración de los estudiantes (Dufitumukiza y Mugiraneza, 2024).

Las estrategias didácticas orientadas a fomentar la comprensión conceptual —más que la obtención de resultados inmediatos— tienen un efecto positivo en la participación activa del alumnado (Mendes de Oliveira & Catão, 2017). De hecho, variables como la autoeficacia, el interés por la tarea y la percepción de utilidad se correlacionan

positivamente con el rendimiento académico en ciencias (Dindar & Geban, 2011; Ferrell et al., 2016).

Diversos estudios han demostrado que la autoeficacia es el predictor más sólido de las calificaciones del curso, seguida del interés situacional (Ferrell et al., 2016). Se ha descubierto que los enfoques centrados en proyectos basados en la indagación que conectan los conceptos de química con aplicaciones del mundo real aumentan la percepción del valor de utilidad de la química por parte de los estudiantes y sus intenciones de continuar sus estudios en química (Duffin et al., 2016).

En resumen, las investigaciones coinciden en que una enseñanza que promueva la participación activa, la contextualización y el desarrollo de la autoeficacia y el interés personal contribuye decisivamente a mejorar la motivación y el rendimiento del alumnado en la enseñanza de la Física y la Química en secundaria.

4.2. Aprendizaje significativo

El aprendizaje es el proceso por el cual adquirimos nuevos conocimientos y habilidades o mejoramos los que ya poseemos. Entre los distintos tipos de aprendizaje, el aprendizaje significativo, formulado por David Ausubel, ocupa un lugar central en la teoría constructivista y en las metodologías didácticas contemporáneas.

Ausubel define el aprendizaje significativo como aquel aprendizaje que se caracteriza por la interacción entre los conocimientos previos y los nuevos. En el proceso, los nuevos conocimientos adquieren significado para el individuo y los previos adquieren un significado nuevo o una mayor estabilidad cognitiva. Para que esto ocurra, deben cumplirse tres condiciones: que el contenido tenga un significado lógico, que el alumno disponga de conocimientos previos pertinentes, y que exista una actitud favorable hacia el aprendizaje significativo. (Ausubel, 2002).

Las metodologías activas se usan para que los alumnos alcancen el aprendizaje significativo. El aprendizaje cooperativo, una forma de aprendizaje significativo, mejoró la comprensión de los estudiantes sobre la cinética química y aumentó su motivación para estudiar química (Kırık y Boz, 2012). Un metaanálisis reveló que diversas estrategias de enseñanza, en particular el aprendizaje basado en problemas, mejoraron el rendimiento estudiantil en química en comparación con los métodos tradicionales (Ahmad et al., 2023). La Instrucción Basada en Materiales de Intervención Estratégica (SIM-BI) también demostró ser eficaz para mejorar el

rendimiento y el enfoque de aprendizaje de los estudiantes, beneficiando por igual tanto a los estudiantes superficiales como a los profundos (Salviejo, 2014).

En este sentido, las actividades prácticas y experimentales constituyen una vía idónea para facilitar el aprendizaje significativo en ciencias. Al conectar la teoría con la experiencia directa, las prácticas de laboratorio permiten al alumnado construir significado a partir de la observación, la manipulación y la reflexión, fortaleciendo así la retención del conocimiento y su aplicación en contextos diversos. Por ello, en la propuesta didáctica de este TFM, se apuesta por un enfoque metodológico basado en prácticas de laboratorio como vía para promover un aprendizaje más profundo, contextualizado y duradero.

4.3. Metodologías activas

Las metodologías activas son enfoques de enseñanza-aprendizaje en la que se pone al alumno en el centro del proceso educativo fomentando así su participación activa y la construcción de su propio conocimiento. Estos enfoques incluyen el aprendizaje cooperativo, los estudios de caso, los mapas conceptuales, los juegos de rol y las prácticas de laboratorio (Sökmen, 2000; Kovac, 1999).

La implementación de metodologías activas ha demostrado beneficios como una mayor participación, autonomía y comprensión del contenido por parte del alumnado. Sin embargo, persisten desafíos, como la investigación limitada sobre ciertas metodologías, la formación docente insuficiente y la infrautilización de las tecnologías de la información y la comunicación (Soares et al., 2023). A pesar de estos obstáculos, las metodologías de aprendizaje activo siguen siendo herramientas valiosas para enriquecer la educación en química, promover el aprendizaje centrado en el estudiante y alinearse con los objetivos del Espacio Europeo de Educación Superior (Recatalá, 2016; Soares et al., 2023).

La propuesta didáctica de este TFM se apoya en tres metodologías activas: aprendizaje vivencial, aprendizaje basado en la indagación (ABI) y aprendizaje colaborativo.

4.3.1. Aprendizaje vivencial

El aprendizaje vivencial es un proceso de generación de conocimiento, habilidades y valores a través de experiencias directas. Enfatiza enfoques centrados en el estudiante, como lo

defendió Dewey, quien enfatizó los principios de continuidad e interacción (Anderson, 2006). El ciclo de aprendizaje experiencial de Kolb incluye experiencias concretas contextualizadas, observación reflexiva, conceptualización abstracta contextualizada y experimentación activa (Morris, 2019).

Numerosos estudios han demostrado que el aprendizaje vivencial mejora la comprensión de conceptos, la motivación y el pensamiento crítico (U-senYang, 2024). En el ámbito de la enseñanza de la química, este enfoque se traduce en prácticas de laboratorio, simulaciones y actividades manipulativas. Zendler y Greiner (2020) comprobaron que las simulaciones por ordenador pueden tener un efecto comparable al de los experimentos físicos, lo que las convierte en una alternativa viable cuando existen restricciones materiales o de seguridad. La integración exitosa del aprendizaje experiencial requiere una planificación cuidadosa, apoyo institucional e investigación e innovación continuas (U-senYang, 2024).

4.3.2. Aprendizaje basado en la indagación (ABI)

Los investigadores educativos definen el aprendizaje basado en la indagación (ABI) en química como una pedagogía centrada en el estudiante que permite a los estudiantes experimentar la creación de conocimiento a través del cuestionamiento, la investigación y el análisis (Sekhri y Mehar, 2013; Nedungadi et al., 2014). El ABI fomenta el pensamiento complejo, el razonamiento científico y las habilidades de resolución de problemas (Sekhri y Mehar, 2013; Suryati et al., 2024). Puede implementarse en tres modalidades: indagación estructurada, guiada y abierta (Nedungadi et al., 2014). Se ha demostrado que el ABI mejora la autoeficacia de los estudiantes en química (Nzomo et al., 2023) y mejora los resultados de aprendizaje, especialmente cuando se integra con enfoques constructivistas y tecnologías modernas como la gamificación y la realidad virtual (Suryati et al., 2024). A pesar de sus beneficios la implementación de esta metodología presenta desafíos como la limitación de recursos y la insuficiente formación docente dificultan su adopción generalizada (Suryati et al., 2024).

4.3.3. Aprendizaje colaborativo

El aprendizaje colaborativo en la enseñanza de la química se define como un modelo cooperativo en el que dos o más estudiantes trabajan para alcanzar un objetivo común, respetando las contribuciones individuales. Enfatiza la interacción social y puede

implementarse mediante diversos enfoques (Afrahamiryano et al., 2022). Las investigaciones indican que las estrategias de aprendizaje colaborativo mejoran el rendimiento y la participación de los estudiantes en comparación con los métodos tradicionales basados en clases expositivas (Okeke Modesta Nkechinyere y Okey Kelechi Ordu, 2018).

Múltiples estudios han demostrado que los enfoques colaborativos mejoran el rendimiento académico y la comprensión conceptual en química. En concreto, se ha descubierto que el aprendizaje colaborativo mejora el rendimiento de los estudiantes en el ajuste de ecuaciones químicas (Yusuf, 2014), la comprensión de la cinética química (Kırık y Boz, 2012) y la clasificación de óxidos (Niyonsaba et al., 2022). Además, se ha demostrado que estos métodos reducen los niveles de ansiedad de los estudiantes (Yusuf, 2014) y mejoran la motivación para estudiar química (Kırık y Boz, 2012). Las estrategias de aprendizaje colaborativo, como la investigación en grupo, el método del rompecabezas y el método piensa-compartelo-compáralo, brindan a los estudiantes oportunidades para interactuar, explorar e indagar juntos, lo que fomenta mejores resultados de aprendizaje (Pradhan, 2021).

4.4. El laboratorio como recurso didáctico

Numerosos estudios han demostrado que los estudiantes que utilizan métodos de laboratorio demuestran un mejor dominio de los conceptos, mayor capacidad de resolución de problemas y un mejor rendimiento general en química (Okam y Zakari, 2016; Famuwagun et al., 2024). La enseñanza en laboratorio también fomenta actitudes más positivas hacia la química entre los estudiantes (Okam y Zakari, 2016). Curiosamente, los laboratorios virtuales también han demostrado ser eficaces (Penn y Ramnarain, 2019). Estos hallazgos sugieren que la incorporación de la instrucción en laboratorio, ya sea presencial o virtual, puede mejorar significativamente la enseñanza de la química en las escuelas secundarias, en comparación con los métodos de enseñanza presencial tradicionales.

Dentro las experiencias de laboratorio que se pueden llevar a cabo se pueden distinguir en tres tipos:

- Demostrativas o experiencias de cátedra: El docente realiza la experiencia ante el grupo y quia la interpretación de los fenómenos.
- Manipulativas: el alumnado ejecuta la práctica siguiendo un guion establecido que orienta cada paso.

- Indagatorias: El alumnado, además de ejecutar la práctica, debe investigar y decidir cómo abordarla, formulando hipótesis y diseñando procedimientos.

5. MARCO LEGAL

La propuesta didáctica desarrollada en este Trabajo Fin de Máster se fundamenta en el marco legislativo vigente que regula el sistema educativo español y su concreción en la comunidad autónoma de Castilla y León. Este marco legal proporciona los principios, objetivos y elementos curriculares que orientan la práctica docente en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, y que son de obligado cumplimiento para garantizar una educación de calidad, equitativa, inclusiva y adaptada a las necesidades del alumnado.

En primer lugar, la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE), modificada por la Ley Orgánica 3/2020 (LOMLOE), recoge como principios rectores del sistema educativo la equidad, la calidad, la inclusión, la innovación pedagógica y el desarrollo integral del alumnado. La LOMLOE otorga especial relevancia al enfoque competencial del currículo, al aprendizaje significativo y al uso de metodologías activas que favorezcan la participación, la autonomía y la motivación del alumnado. Asimismo, esta normativa subraya la necesidad de adaptar la enseñanza a la diversidad, promover la igualdad de oportunidades y fomentar el pensamiento crítico y la alfabetización científica.

En el ámbito curricular, el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, establece la ordenación y los elementos del currículo de la Educación Secundaria Obligatoria a nivel estatal. Este real decreto define el perfil de salida del alumnado al finalizar la etapa, estructurado en torno a competencias clave, e introduce los saberes básicos, los criterios de evaluación y las competencias específicas para cada materia. En el caso de Física y Química, el currículo enfatiza el uso del método científico, el desarrollo de la capacidad de observación y análisis, la interpretación de fenómenos y la resolución de problemas mediante actividades experimentales.

A nivel autonómico, el currículo se concreta en Castilla y León mediante el Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en esta comunidad. Este decreto desarrolla los elementos curriculares definidos en el Real Decreto 217/2022 y los adapta al contexto regional. Para la asignatura de Física y Química de 4º de ESO, se incluyen saberes básicos relacionados con el bloque “Transformaciones químicas”, que abordan el reconocimiento de reacciones químicas, la conservación de la masa, la formulación de ecuaciones químicas y los factores que influyen en las reacciones. Además, se fomenta el trabajo experimental, la indagación y la aplicación del

conocimiento científico a situaciones cotidianas, lo que fundamenta la inclusión de prácticas de laboratorio en esta propuesta didáctica.

La propuesta se enmarca, además, en los principios metodológicos recogidos en ambos textos normativos, que promueven una enseñanza activa, competencial, inclusiva, basada en la indagación y el trabajo colaborativo. Estos principios resultan esenciales para alcanzar los objetivos de etapa y contribuir al desarrollo integral del alumnado, tal como señala el artículo 13 del Real Decreto 217/2022, dedicado a la metodología didáctica.

Por último, la propuesta atiende al principio de inclusión educativa establecido en el artículo 71 de la LOE/LOMLOE, que garantiza una respuesta educativa adecuada a la diversidad del alumnado mediante la adaptación de la metodología, los recursos y la evaluación, aspecto que se contempla en esta unidad didáctica.

En resumen, este TFM se alinea plenamente con el marco legal vigente, tanto en sus objetivos como en su estructura curricular y metodológica, y responde a las exigencias de una enseñanza moderna de las ciencias, fundamentada en la experimentación, la contextualización del aprendizaje y el desarrollo de competencias clave.

6. CONTEXTUALIZACIÓN

6.1. Nivel educativo y etapa

Esta propuesta está dirigida a los alumnos de 4º de la ESO de la asignatura de Física y Química. En este nivel, la materia se cursa como asignatura específica común, tal como establece el currículo vigente (Real Decreto 217/2022 y Decreto 40/2022 de Castilla y León).

6.2. Centro educativo

Esta propuesta se ha planteado para un instituto público de Valladolid cuya ratio es de 25 alumnos por clase. El centro dispone de un laboratorio con material básico para realizar experimentos sencillos. Además el centro cuenta con ordenadores y tabletas con acceso a internet para que los alumnos puedan utilizar en clase siempre que lo requieran.

6.3. Alumnado

El grupo destinatario de la propuesta está formado por estudiantes que han optado por el itinerario científico, pero que muestran una motivación media-baja hacia la asignatura de Física y Química. La percepción mayoritaria es que se trata de una materia abstracta, con escasa aplicabilidad a la vida cotidiana, lo cual afecta tanto a su implicación como a su rendimiento académico. Para esta metodología se ha supuesto que en la clase hay un alumno con daltonismo y dos alumnos con Trastorno de Deficit de Atención (TDA).

6.4. Conocimientos previos

Esta unidad didáctica se ubica al final de los contenidos de química, por lo que el alumnado ya habrá trabajado contenidos clave como la estructura atómica, el sistema periódico, el enlace químico, la formulación inorgánica, la química orgánica, los gases y las disoluciones. Por tanto, se parte de una base conceptual que permite aplicar e integrar estos saberes previos a través de actividades experimentales contextualizadas.

Estos alumnos ya han realizado prácticas de laboratorio previamente por lo que saben trabajar en el laboratorio y procedimientos básicos como la filtración o la preparación de disoluciones.

6.5. Contenido de la unidad

La propuesta se centra en el desarrollo de la unidad didáctica “Reacciones químicas” de la asignatura de Física y Química de 4º de ESO. Los contenidos que se abordan se articulan en torno a cuatro bloques:

- Reacciones químicas y ecuaciones químicas. Este apartado contiene el concepto de reacción química, como representar una reacción mediante una ecuación química y como ajustar las ecuaciones químicas.
- Estequiometría. Este apartado contiene las diferentes interpretaciones de una ecuación química, realización de cálculos estequiométricos además de los conceptos de reactivo limitante y en exceso, reactivos impuros, reactivos en disolución y rendimiento de una reacción además de cómo afectan a los cálculos estequiométricos.
- Factores que afectan a la velocidad de las reacciones. Este apartado contiene la teoría de colisiones, el concepto de cinética química y los factores que influyen en la velocidad de reacción y como.
- Tipos de reacciones químicas. Este apartado contiene diferentes reacciones químicas de interés y en qué consisten.

Estos contenidos desarrollan saberes básicos de los bloques A (“Destrezas científicas básicas”) y E (“El cambio”), y de forma transversal, del bloque B (“La materia”), tal como establece el currículo de Castilla y León (Decreto 40/2022).

7. METODOLOGÍA

Esta propuesta didáctica se ha desarrollado a partir de una revisión bibliográfica centrada en el estado actual de la educación de Física y Química la Educación Secundaria Obligatoria en España. Los estudios analizados evidencian que los principales problemas se relacionan con la baja motivación y la falta de contextualización de los contenidos. Estos problemas los alumnos tienen una percepción negativa de la asignatura de Física y Química y un bajo rendimiento académico.

Para dar respuesta a esta problemática, se han seleccionado distintas metodologías que han demostrado ser eficaces en la mejora de la motivación, la comprensión conceptual y el aprendizaje significativo en el área de ciencias, y específicamente en química. Entre las metodologías más efectivas destacan el aprendizaje vivencial, el aprendizaje basado en la indagación (ABI) y el aprendizaje colaborativo. Por tanto, el desarrollo de esta propuesta didáctica se fundamenta principalmente en estos enfoques metodológicos.

La herramienta principal empleada en el desarrollo de esta unidad son las prácticas de laboratorio, en las que el alumnado realizará diferentes experiencias diseñadas para trabajar los contenidos de la unidad de “Reacciones químicas”. Estas prácticas estarán contextualizadas de acuerdo con las características del alumnado y conectadas con situaciones de la vida cotidiana, favoreciendo así el aprendizaje significativo y el desarrollo de las competencias clave.

Durante la realización de las prácticas, los estudiantes trabajarán en parejas o en pequeños grupos, organizándose de manera colaborativa y autónoma para llevar a cabo los procedimientos experimentales. Además, cada práctica irá acompañada de un informe de laboratorio en el que se recoja el procedimiento seguido, los resultados obtenidos, las conclusiones alcanzadas a partir de la experimentación y la resolución de cuestiones relacionadas con la práctica.

Se fomentará también la indagación, animando al alumnado a buscar procedimientos alternativos, interpretar los fenómenos observados y realizar pequeñas búsquedas bibliográficas que refuercen la comprensión teórica.

La evaluación del aprendizaje adquirido se realizará mediante la observación del trabajo en el laboratorio, la valoración de los informes de prácticas y la realización de una prueba final que recoja los contenidos trabajados en las prácticas.

Con la aplicación de esta metodología activa y vivencial, se espera favorecer una visión más cercana, comprensible y motivadora de la asignatura de Física y Química.

8. DESARROLLO DE LA PROPUESTA DIDÁCTICA

En este apartado se expone el desarrollo de una propuesta didáctica centrada en el uso de prácticas de laboratorio como herramienta principal para la enseñanza de la unidad de “Reacciones químicas” en la asignatura de Física y Química de 4º de ESO. Esta propuesta surge como respuesta a los problemas de motivación, falta de contextualización y escasa conexión entre teoría y práctica que afectan al aprendizaje de esta materia, tal como se ha analizado en los apartados previos.

La unidad didáctica se articula en torno a una serie de actividades experimentales cuidadosamente seleccionadas para cubrir los contenidos curriculares y los saberes básicos establecidos por la LOMLOE, al tiempo que se fomenta el aprendizaje significativo, la autonomía, la indagación y el trabajo colaborativo. Las prácticas propuestas han sido diseñadas para ser viables en un entorno realista de aula, utilizando materiales accesibles y estrategias metodológicas activas como el aprendizaje vivencial, el aprendizaje basado en la indagación (ABI) y el aprendizaje colaborativo.

Cada práctica se vincula con uno o varios contenidos específicos de la unidad, permitiendo trabajar conceptos clave como el ajuste de ecuaciones químicas, la estequiometría, las reacciones ácido-base, las reacciones redox, las reacciones de precipitación y los factores que influyen en la velocidad de reacción. Asimismo, se ha procurado relacionar las actividades experimentales con situaciones cotidianas, con el objetivo de reforzar la contextualización y la relevancia de los aprendizajes para el alumnado.

8.1. Competencias Clave

La propuesta didáctica presentada se articula en torno a una serie de prácticas de laboratorio diseñadas para trabajar el bloque de contenidos relacionado con las reacciones químicas en 4.º de ESO. Este enfoque permite abordar de forma integrada las distintas competencias clave establecidas en el currículo oficial, favoreciendo el aprendizaje significativo, contextualizado y funcional del alumnado. A continuación, se detalla cómo se desarrollan estas competencias a lo largo de la propuesta:

- Competencia en comunicación lingüística (CCL).

Esta competencia se trabaja mediante la elaboración de informes de laboratorio, en los que el alumnado debe expresar con precisión el procedimiento seguido, interpretar los resultados obtenidos y justificar sus conclusiones utilizando un lenguaje científico adecuado. Asimismo, se fomenta la comunicación oral a través de puestas en común, debates y exposiciones breves de resultados, favoreciendo la argumentación y el uso correcto de términos científicos.

- Competencia plurilingüe (CP).

Aunque la materia de Física y Química se imparte habitualmente en lengua castellana, esta propuesta también contribuye al desarrollo de la competencia plurilingüe. En la práctica de síntesis de haluros de cobre (I), el alumnado debe realizar una búsqueda de información en internet, lo que incluye consultar fuentes en inglés, lo que amplía su exposición a otras lenguas.

- Competencia matemática y competencia en ciencia, tecnología e ingeniería (STEM)

La resolución de cálculos estequiométricos, el análisis de rendimientos, la identificación de reactivos limitantes y la representación gráfica de resultados permiten aplicar las matemáticas al contexto científico. A lo largo de las prácticas, el alumnado utiliza el método científico: observa fenómenos, formula hipótesis, experimenta, recoge datos y extrae conclusiones, fomentando una actitud crítica y reflexiva ante los hechos observados. Prácticas como la del reloj de yodo, la lluvia de oro o la neutralización ácido-base ejemplifican claramente esta competencia.

- Competencia digital (CD).

Se potencia mediante el uso de herramientas digitales para la elaboración y entrega de informes, la búsqueda de información científica fiable y la presentación de resultados. En la práctica de síntesis de haluros de cobre (I), el alumnado debe realizar una búsqueda bibliográfica y seleccionar el procedimiento más adecuado según criterios de viabilidad y sostenibilidad, desarrollando así su capacidad para gestionar información en entornos digitales. Además, se fomenta el uso de hojas de cálculo, programas de presentación o editores de texto como parte del trabajo experimental.

- Competencia personal, social y de aprender a aprender (CPSAA).

El trabajo en equipo durante las prácticas fomenta la colaboración, el respeto mutuo y la distribución equitativa de tareas. La planificación de las prácticas, la toma de decisiones conjunta y la resolución de problemas de forma cooperativa permiten desarrollar la autorregulación, la perseverancia y la conciencia sobre el propio aprendizaje.

- Competencia ciudadana (CC).

A través del análisis del impacto social y ambiental de las reacciones químicas trabajadas, se promueve la reflexión crítica sobre el uso responsable de los recursos, la gestión de residuos y el papel de la ciencia en el desarrollo sostenible. La práctica de los haluros de cobre (I), por ejemplo, se plantea desde un enfoque de química verde, en el que el alumnado debe valorar la generación de residuos y el impacto medioambiental de los procesos propuestos.

- Competencia emprendedora (CE).

La toma de decisiones en prácticas abiertas o con componente de indagación estimula la creatividad, la iniciativa personal y la responsabilidad. El alumnado aprende a diseñar procedimientos experimentales, a evaluar posibles alternativas y a justificar sus elecciones, desarrollando así la capacidad de afrontar retos reales con una actitud crítica e innovadora. Este aspecto se potencia especialmente en la práctica indagatoria de los haluros de cobre (I), donde el alumnado diseña su propio procedimiento.

- Competencia en conciencia y expresiones culturales (CCEC).

La propuesta incluye actividades que permiten al alumnado establecer vínculos entre los contenidos científicos y diferentes manifestaciones culturales. Por ejemplo, el uso de col lombarda como indicador de pH conecta la química con la alimentación y la tradición culinaria. Además, se fomenta la valoración del papel histórico de la ciencia en el progreso de la sociedad, así como el reconocimiento del conocimiento científico como parte de la cultura común de la humanidad.

8.2. Desarrollo de las prácticas

En total se han seleccionado 10 prácticas para esta propuesta didáctica las cuales se desarrollarán a lo largo de 8 sesiones de laboratorio de 50 minutos. Los alumnos se colocarán en parejas o en grupos pequeños dependiendo del número de alumnos y del espacio disponible en el laboratorio. A continuación se presenta una breve descripción de las prácticas seleccionadas junto con los contenidos que se trabajan y la metodología usada en cada práctica. La temporalización de las prácticas se encuentra en el punto 9 de este Trabajo de Fin de Máster, la evaluación de las prácticas en el punto 11 y los guiones desarrollados de las prácticas en el ANEXO 1.

8.2.1. *Precipitación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y cálculo del rendimiento*

El procedimiento de la práctica consiste en mezclar disoluciones de sulfato de cobre (CuSO_4) y de hidróxido de sodio (NaOH), lo que produce un precipitado azul de hidróxido de cobre (II) [$\text{Cu}(\text{OH})_2$]. El alumnado filtra, seca y pesa el precipitado para comparar el rendimiento real con el teórico calculado a partir de la ecuación química.

En esta práctica se podrá observar una reacción de precipitación a partir de reactivos en disolución, también verán métodos de separación físicos. Además realizarán ajuste de reacciones, cálculos estequiométricos y evaluarán los motivos de que el rendimiento de la reacción no sea del 100%.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.

8.2.2. *El reactivo limitante de lo cotidiano al rigor científico*

En esta práctica se hacen reaccionar 1 g de carbonato cálcico (CaCO_3) con distintos volúmenes de ácido clorhídrico (HCl). El alumnado determina qué volumen de ácido es suficiente para reaccionar completamente, identificando el reactivo limitante en cada caso realizando cálculos estequiométricos de los reactivos sin reaccionar y de los productos formados.

En esta práctica se podrá observar una reacción en la que se producen gases. También se observará como afectar a la formación de productos y el estado final de la reacción el que haya

un reactivo limitante. Trabajarán cálculos estequiométricos para poder calcular la cantidad de producto que se forma y la cantidad de reactivo que queda sin reaccionar.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.

8.2.3. Volúmenes de reactivos utilizados en reacciones de neutralización ácido-base

Se parte de una disolución problema de HCl cuya concentración debe determinarse añadiendo gradualmente NaOH de concentración conocida, usando fenolftaleína como indicador. El alumnado anota el volumen necesario para alcanzar el punto de equivalencia y realiza cálculos estequiométricos para deducir la concentración del ácido.

En esta práctica se podrá observar cómo se realiza una valoración ácido base sencilla y cómo funcionan los indicadores de pH. Se trabajará con reactivos en disolución y como realizar cálculos estequiométricos a partir de concentraciones.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.

8.2.4. Preparación de haluros de cobre (I)

El alumnado debe investigar y comparar distintos métodos para obtener haluros de cobre (I), analizando cuál produce menos residuos o es más seguro. El objetivo es seleccionar y aplicar un procedimiento de síntesis que cumpla principios de química verde para producir una cantidad determinada de haluro de cobre (I). Tras la práctica, se analizan los residuos generados y se discuten mejoras.

En esta práctica se realizarán diferentes reacciones dependiendo del método utilizado en la preparación de los haluros de cobre (I). Además se trabajarán los cálculos estequiométricos para calcular la cantidad de reactivo necesario para la preparación de una cantidad determinada de producto.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial, el aprendizaje basado en indagación y el aprendizaje colaborativo.

8.2.5. Reloj de yodo

Esta práctica se divide en dos partes en ambas se realiza la misma reacción pero cambiando las condiciones, en la primera se realizara la reacción con diferentes concentraciones de reactivo y en la segunda a diferentes temperaturas. Para la primera parte se mezclan varias disoluciones que contienen yoduro en diferentes concentraciones, peróxido de hidrógeno y tiosulfato. Tras un tiempo la disolución cambia repentinamente a color azul oscuro. El alumnado mide el tiempo de reacción en distintas condiciones para analizar la influencia de la concentración sobre la velocidad. En la segunda parte se prepararán dos disoluciones con las mismas concentraciones de yoduro, peróxido de hidrógeno y tiosulfato. Una vez preparadas una de ellas se realizará a temperatura ambiente y la otra se realizará a 50° C y se medirán los tiempos de reacción.

Esta práctica permite comprender como afectan la concentración y la temperatura a la velocidad de reacción. Transversalmente se trabajará la concentración de las disoluciones y la preparación de estas.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.



Figura 8.2.5.1. Cambio de color en la disolución. Fuente Quimitube

8.2.6. Lluvia de oro

En la primera parte, se mezclan disoluciones acuosas de yoduro de potasio (KI) y nitrato de plomo (II) $[\text{Pb}(\text{NO}_3)_2]$, generando un precipitado amarillo de yoduro de plomo (PbI_2). Se calienta a ebullición, se filtra y al enfriar, cristaliza nuevamente (efecto lluvia de oro). En la

segunda parte, se realiza la misma reacción utilizando reactivos sólidos para comparar la velocidad de la reacción.

Esta práctica permite ver cómo afecta el estado de agregación a la velocidad de la reacción. Transversalmente se trabaja un método de recristalización y métodos de separación.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.



Figura 8.2.6.1. Resultado de la “lluvia de oro”. Fuente blog “el fisico loco”

8.2.7. Efecto de los catalizadores: Pasta de dientes de elefantes

Se mezcla peróxido de hidrógeno (H_2O_2) con diferentes catalizadores en presencia de detergente Fairy. La descomposición acelerada del peróxido genera oxígeno que forma una gran cantidad de espuma. El alumnado observa el efecto del catalizador sobre la velocidad de la reacción.

En esta práctica se trabaja el efecto de los catalizadores sobre la velocidad de reacción, también se observa una reacción de descomposición.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.

8.2.8. Determinación de pH con col lombarda

Se elabora un indicador natural con extracto de col lombarda, que se utiliza para probar diferentes sustancias domésticas (vinagre, amoníaco, zumo de limón...). El alumnado relaciona el color con el pH y clasifica las sustancias en ácidas, básicas o neutras.

En esta práctica los alumnos trabajarán con indicadores de pH y podrán observar las propiedades ácidas o básicas de sustancias que se usan en vida cotidiana.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.

8.2.9. *Equilibrio químico: Peta Zetas*

Se introducen caramelos efervescentes (Peta Zetas) en agua con un indicador de pH (naranja de metilo o col lombarda) y se cierra el recipiente. Se observa el cambio de color de la disolución. Después se abre el recipiente y se observa que la disolución vuelve a cambiar de color. Los alumnos deben determinar porque se cambia el color de la disolución (Rodríguez Rodríguez et al, 2011).

En esta práctica se comprueba cómo funcionan los equilibrios y que factores afectan a que se desplacen en un sentido u otro. Además se refuerzan los contenidos de ácido-base vistos en la práctica anterior. También se promueve la indagación.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial, el aprendizaje basado en indagación y el aprendizaje colaborativo.



Figura 8.2.9.1. Secuencia de aparición de los colores del experimento. Utilizando naranja de metilo como indicador. Fuente Rodríguez et al, (2011).

8.2.10. *Reacción Redox con golosinas*

Se utiliza un Palote como agente reductor en una reacción redox con una disolución básica con KMnO_4 . Se produce una reacción redox visible por la alteración del color (Rodríguez Rodríguez et al, 2011).

En esta práctica trabaja el concepto de reacción redox.

La metodología utilizada en esta práctica es el aprendizaje vivencial y el aprendizaje colaborativo.

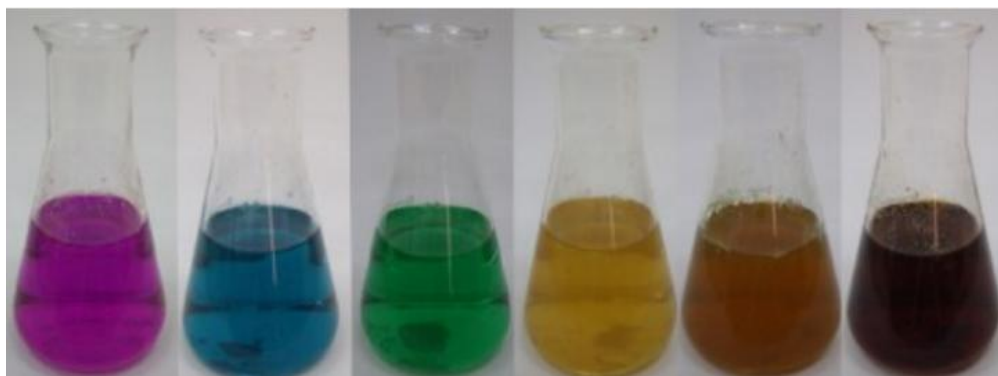


Figura 8.2.10.1. Gama de colores que aparecen durante la reacción redox. Fuente Rodríguez et al, (2011).

9. TEMPORALIZACIÓN

El presente apartado detalla la planificación temporal de las prácticas experimentales que conforman la propuesta didáctica. Se han distribuido en ocho sesiones de laboratorio de 50 minutos, teniendo en cuenta la progresión lógica de los contenidos, la complejidad de las actividades, y la organización realista del tiempo disponible en un centro educativo.

9.1. Temporalización de la unidad didáctica

En este apartado propone un orden lógico de las prácticas teniendo en cuenta los contenidos tratados.

Nombre de la práctica	Sesión
Precipitación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y cálculo del rendimiento	1
El reactivo limitante de lo cotidiano al rigor científico	2
Volúmenes de reactivos utilizados en reacciones de neutralización ácido-base	3
Preparación de haluros de cobre (I)	4
Reloj de yodo	5
Lluvia de oro y comparación con estado sólido	6
Efecto de los catalizadores: Pasta de dientes de elefantes	6
Determinación de pH con col lombarda	7
Equilibrio químico: Peta Zetas	7
Reacción redox con golosinas	8

Tabla 9.1.1. Orden lógico de realización de las prácticas propuestas.

Esta distribución temporal permite abordar de forma progresiva los distintos tipos de reacciones químicas, asegurando un equilibrio entre la adquisición de contenidos teóricos y el desarrollo de competencias prácticas, científicas y transversales.

9.2. Temporalización de las prácticas de laboratorio

En este apartado se organizarán las actividades realizadas en cada práctica y el tiempo estimado de estas. Cabe señalar que las explicaciones teóricas previas a las prácticas se harán fuera de las ocho sesiones de laboratorio señaladas al igual que la realización del informe de laboratorio.

9.2.1. Precipitación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y cálculo del rendimiento

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	5 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	35 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	5 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	10 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.1. Temporalización de la práctica Precipitación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y cálculo de rendimiento.

9.2.2. El reactivo limitante de lo cotidiano al rigor científico

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	30 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	30 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	5 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	15 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.2. Temporalización de la práctica El reactivo limitante de lo cotidiano al rigor científico.

9.2.3. Volúmenes de reactivos utilizados en reacciones de neutralización ácido-base

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	15 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	40 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	5 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	5 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.3. Temporalización de la práctica Volúmenes utilizados en reacciones de neutralización ácido-base.

9.2.4. Preparación de haluros de cobre (I)

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	30 minutos
Revisión bibliográfica	Casa	1 hora
Práctica experimental	Laboratorio	40 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	10 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.4. Temporalización de la práctica Preparación de haluros de cobre (I).

9.2.5. Reloj de yodo

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	30 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	40 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	5 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	5 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.5. Temporalización de la práctica Reloj de yodo.

9.2.6. Lluvia de oro

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	10 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	20 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	2 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	5 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.6. Temporalización de la práctica Lluvia de oro.

9.2.7. Efecto de los catalizadores: Pasta de dientes de elefantes

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	10 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	15 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	5 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	3 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.7. Temporalización de la práctica Efecto de los catalizadores: Pasta de dientes de elefantes.

9.2.8. Determinación de pH con col lombarda

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	20 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	20 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	3 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	5 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.8. Temporalización de la práctica Determinación de pH con col lombarda.

9.2.9. *Equilibrio químico: Peta Zetas*

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	20 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	15 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	2 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	5 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.9. Temporalización de la práctica Equilibrio químico: Peta zetas.

9.2.10. *Reacción Redox con golosinas*

Actividad	Lugar	Tiempo estimado
Preparación teórica previa	Aula	20 minutos
Práctica experimental	Laboratorio	20 minutos
Limpieza del laboratorio	Laboratorio	5 minutos
Debate de la experiencia	Laboratorio	25 minutos
Realización del informe	Casa/ Aula	Depende del alumno

Tabla 9.2.10. Temporalización de la práctica Reacción Redox con golosinas.

10. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD

La atención a la diversidad es un principio fundamental del sistema educativo recogido en la LOMLOE y se materializa en la adaptación de las propuestas didácticas a las necesidades, ritmos y características del alumnado. En este caso, se contemplan medidas específicas para:

10.1. Alumno con daltonismo

El daltonismo afecta a la percepción de ciertos colores, especialmente el rojo y el verde. Dado que varias prácticas implican la observación de cambios cromáticos (p. ej., indicadores de pH, cambios de color en reacciones redox), se adoptarán las siguientes medidas:

- Uso de escalas numéricas de pH junto con el indicador visual (por ejemplo, medidores digitales).
- Fotografías de referencia con etiquetas textuales o códigos QR con descripciones del color esperado en cada resultado.
- Apoyo verbal del docente y compañeros al describir los cambios visuales de color (“el líquido ha pasado de rosa a incoloro”).
- En prácticas donde el color es determinante (como la col lombarda o el permanganato), se facilitará una guía paso a paso con imágenes contrastadas y anotaciones alternativas (símbolos, formas, etc.).

10.2. Alumnos con Trastorno por Déficit de Atención (TDA)

Los alumnos con TDA pueden presentar dificultades en el mantenimiento de la atención, la planificación, la organización del trabajo y la autorregulación. Para favorecer su inclusión y participación activa, se adoptarán las siguientes estrategias:

- División de las tareas en pasos muy concretos y numerados, con hojas de seguimiento individualizadas.
- Uso de apoyos visuales, como esquemas o infografías del procedimiento de cada práctica.
- Asignación de roles específicos dentro del grupo (por ejemplo, cronometrador, anotador, observador), que les ayuden a mantener el foco.
- Reducción de estímulos distractores durante la explicación y ejecución de la práctica: mesas despejadas, instrucciones por escrito y breves recordatorios orales.

- Posibilidad de realizar pausas cortas durante el trabajo de laboratorio.
- Supervisión frecuente del docente para ofrecer retroalimentación inmediata y redirigir la atención si es necesario.
- Plantillas guiadas para los informes de prácticas, con espacios estructurados para observaciones, hipótesis, resultados y conclusiones.

11. EVALUACIÓN

En este apartado se describe el proceso de evaluación del aprendizaje y la motivación del alumnado, así como de la propia propuesta didáctica. La evaluación adoptará un enfoque formativo, al permitir el ajuste y la mejora continua del proceso de enseñanza-aprendizaje, y sumativo, valorando el grado de adquisición de los aprendizajes al finalizar la intervención. Asimismo, se fomentará la autoevaluación del alumnado y la evaluación reflexiva por parte del docente, manteniendo coherencia con los criterios de evaluación establecidos en el Decreto 39/2022, de 29 de septiembre, de Castilla y León. Criterios e instrumentos de evaluación.

11.1. Criterios de evaluación

A continuación se describen los criterios de evaluación utilizados,

Criterio de evaluación	Descriptor operativo	Prácticas asociadas	Justificación/ Ajuste
1.1 Comprender y explicar con rigor las reacciones químicas cotidianas (como la oxidación o la neutralización), utilizando las leyes y teorías científicas adecuadas, mediante representaciones gráficas, simbólicas y textuales.	CCL1, STEM2, CD1	Todas las prácticas	Todas las actividades se contextualizan en situaciones reales o materiales comunes (col lombarda, caramelos, cepillo de dientes eléctrico...), facilitando el vínculo entre teoría y práctica.
1.2 Resolver problemas relacionados con las reacciones químicas (ajuste de ecuaciones, estequiometría, rendimiento, reactivo limitante), razonando el procedimiento utilizado y expresando correctamente los resultados.	CCL1, STEM1, STEM2, STEM4	Prácticas 1, 2 y 3	En estas prácticas el alumnado aplica las leyes de conservación de la masa, estequiometría y modelos de reacción para resolver problemas reales.
1.3 Identificar situaciones reales donde intervienen reacciones químicas (cambios ambientales, procesos industriales o domésticos) y proponer soluciones científicas colaborativas analizando su impacto en el entorno.	CCL1, STEM2, CPSAA4	Prácticas 3, 4, 8, y 9	Se analizan residuos, impacto ambiental y utilidad social de las reacciones en contextos reales.
2.1 Aplicar el método científico para identificar y describir reacciones químicas a partir de experiencias de laboratorio y representaciones simbólicas o gráficas	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2, STEM4, CD1, CPSAA4, CCEC3	Todas las prácticas	Todas parten de observación, experimentación, uso de variables y registro de resultados.
2.2 Formular hipótesis sobre el comportamiento de los reactivos en una reacción química y comprobarlas experimental o teóricamente mediante razonamiento lógico y cálculos estequiométricos.	CCL1, CCL3, STEM1, STEM2,	Prácticas 3, 5, 6, 7, 8 y 9	Se fomenta la predicción del comportamiento químico en base a concentración, temperatura y presencia de catalizadores.

	CD1, CPSAA4		
2.3 Diseñar y desarrollar procedimientos experimentales para validar hipótesis sobre tipos de reacciones, variación de la velocidad o rendimiento, evaluando críticamente los resultados.	STEM1, STEM2, CPSAA4, CE1	Práctica 3 y 9	En prácticas más abiertas, el alumnado diseña parte del procedimiento o elige el método.
3.1 Seleccionar y organizar información fiable relacionada con reacciones químicas (tablas periódicas, gráficos de energía, datos experimentales), extrayendo lo relevante para resolver un problema.	STEM4, CD3, CPSAA4, CCEC2, CCEC4	Todas las prácticas	El alumnado consulta, contrasta y cita fuentes para justificar su procedimiento.
3.2 Utilizar con corrección las unidades de medida, la nomenclatura IUPAC y las fórmulas químicas en la resolución de cuestiones y problemas relacionados con las reacciones.	STEM4, CD3, CC1, CCEC2	Todas las prácticas	Las prácticas implican el uso de fórmulas químicas, nomenclatura inorgánica, unidades SI y operaciones con cantidades.
3.3 Aplicar normas de seguridad en el laboratorio al trabajar con sustancias químicas, asegurando el uso responsable del material y la protección del medio ambiente.	STEM5, CPSAA2, CC1	Todas las prácticas	Se trabaja con reactivos químicos, se requiere uso de gafas, guantes, manejo responsable del material y cumplimiento de normas.
4.1 Usar el laboratorio y herramientas digitales para investigar reacciones químicas, promoviendo el trabajo autónomo y colaborativo, y analizando las aportaciones individuales.	CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3, CPSAA4	Todas las prácticas	Se fomenta la documentación digital de resultados, el uso de plantillas e informes, y en algunos casos la búsqueda online de procedimientos.
4.2 Consultar fuentes fiables y elaborar contenidos (como informes de laboratorio) sobre reacciones químicas, valorando críticamente la información empleada.	CCL2, CCL3, STEM4, CD1, CD2, CD3, CPSAA3, CPSAA4,	Práctica 3	En esta práctica los alumnos tienen que buscar información acerca de diferentes métodos de síntesis de cloruro de cobre (I) y yoduro de cobre (I) seleccionando la que genere menos residuos y sea posible llevar a cabo en el laboratorio.

	CE3, CCEC4		
5.1 Participar activamente en la planificación y realización de prácticas de laboratorio sobre reacciones químicas, fomentando el trabajo colaborativo y la resolución cooperativa de problemas.	CCL5, CP3, STEM5, CD3, CPSAA3, CC3, CE2	Todas las prácticas	Se trabaja en parejas o pequeños grupos con reparto de roles, favoreciendo la cooperación.
5.2 Diseñar proyectos experimentales vinculados a reacciones químicas que respondan a problemas reales y promuevan el valor social del conocimiento científico	STEM3, STEM5, CE2	Práctica 3	En estas prácticas el alumnado decide procedimientos, evalúa residuos, etc., simulando un pequeño proyecto científico.
6.1 Valorar el carácter colectivo y evolutivo del conocimiento sobre reacciones químicas a través del análisis de descubrimientos científicos relevantes, destacando el papel de figuras históricas diversas.	STEM2, CD4, CPSAA1, CPSAA4, CC3, CCEC1	Práctica 3	Se reflexiona sobre cómo la ciencia se adapta a problemas ambientales actuales.
6.2 Identificar problemáticas actuales relacionadas con las reacciones químicas (como la contaminación o el consumo energético), analizando el papel de la ciencia en su resolución sostenible.	STEM5, CD4, CC4	Práctica 3	Las prácticas incluyen reflexión sobre sostenibilidad, economía de recursos y salud (p. ej. acidez en alimentos).

Tabla 10.1.1. Relación de los criterios de evaluación con los descriptores operativos y las prácticas de laboratorio y justificación.

11.2. Herramientas de evaluación

Para realizar una buena evaluación es necesario tener claras las herramientas que se van a usar a la hora de evaluar. En la siguiente tabla se detallan las herramientas de evaluación para cada criterio de evaluación.

Criterio de evaluación	Herramientas de evaluación
1.1	Informe de prácticas y examen final
1.2	Informe de prácticas y examen final
1.3	Informe de prácticas y debates en clase
2.1	Observación en laboratorio y informe de prácticas
2.2.	Informe de prácticas y examen final
2.3	Informe de prácticas y observación en el laboratorio
3.1	Informe de prácticas
3.2	Informe de prácticas y examen final
3.3	Observación en el laboratorio
4.1	Informe de prácticas y observación en el laboratorio
4.2	Informe de prácticas
5.1	Observación en el laboratorio
5.2	Informe de prácticas y debates en clase
6.1	Informe de prácticas y debates en clase
6.2	Informe de prácticas y debates en clase

Tabla 11.1.2. Relación de criterios de evaluación y herramientas de evaluación.

11.3. Rúbrica de evaluación

La rúbrica que se presenta a continuación permite valorar el nivel de logro del alumnado en relación con los criterios de evaluación seleccionados, con una escala de cinco niveles que va de “Muy bajo” a “Excelente”.

Criterio de Evaluación	Nivel 1 (Muy Bajo, 0-3)	Nivel 2 (Bajo, 4)	Nivel 3 (Adecuado, 5-6)	Nivel 4 (Notable, 7-8)	Nivel 5 (Excelente, 9-10)
1.1.	No identifica fenómenos ni los relaciona con la teoría.	Identifica algunos fenómenos pero con errores conceptuales.	Relaciona fenómenos cotidianos con conceptos básicos de reacciones químicas.	Explica correctamente los fenómenos con apoyo en leyes y teorías.	Integra conceptos y leyes científicas con rigor y ejemplos bien argumentados.
1.2.	No resuelve problemas o lo hace con procedimientos erróneos.	Aplica parcialmente las leyes sin llegar al resultado correcto.	Resuelve problemas básicos con procedimientos correctos.	Aplica con seguridad leyes químicas a problemas variados.	Resuelve con precisión y justificación clara problemas complejos.
1.3.	No identifica situaciones reales ni propone soluciones.	Identifica alguna situación sin análisis crítico.	Propone soluciones simples con apoyo del grupo.	Analiza críticamente situaciones reales y aplica soluciones científicas.	Propone soluciones creativas y éticas valorando su impacto social y ambiental.
2.1.	No realiza descripciones correctas ni observa detalles relevantes.	Describe parcialmente los fenómenos con ayuda.	Observa y describe fenómenos con términos básicos.	Relaciona la observación con conceptos científicos.	Describe rigurosamente, argumentando con conceptos, fórmulas y datos.
2.2.	No plantea hipótesis ni razona adecuadamente.	Plantea hipótesis con errores conceptuales.	Formula hipótesis sencillas con razonamiento lógico.	Contrasta hipótesis y las valida con resultados experimentales.	Plantea y valida hipótesis originales con razonamiento lógico y evidencias.
2.3.	No aplica teorías ni diseña procedimientos adecuados.	Aplica alguna teoría con diseño poco estructurado.	Aplica teorías básicas y sigue procedimientos pautados.	Diseña procedimientos ajustados con rigor.	Justifica la validez del diseño experimental y mejora sus propios procedimientos.
3.1.	No selecciona información relevante ni comunica adecuadamente.	Usa fuentes poco fiables o no pertinentes.	Selecciona información adecuada y comunica lo esencial.	Integra fuentes diversas y organiza bien la información.	Comunica de forma rigurosa, clara y con análisis crítico.

3.2.	Comete errores graves al usar unidades y nomenclatura.	Usa algunas reglas básicas con errores.	Utiliza adecuadamente unidades y fórmulas simples.	Aplica con corrección sistemas de unidades y nomenclatura compleja.	Maneja con precisión herramientas matemáticas, unidades y lenguaje IUPAC.
3.3.	No respeta las normas básicas de seguridad.	Conoce algunas normas pero las aplica de forma irregular.	Aplica normas básicas con supervisión.	Demuestra autonomía en el cumplimiento de normas de seguridad.	Actúa como referente para el grupo en seguridad, higiene y uso responsable de recursos.
4.1.	No usa recursos con fines de aprendizaje.	Usa recursos con baja eficacia o sin autonomía.	Utiliza recursos básicos para investigar y colaborar.	Emplea herramientas variadas con eficacia y respeto.	Usa con autonomía y rigor recursos digitales, proponiendo mejoras y aportaciones.
4.2.	No distingue fuentes fiables ni organiza contenidos.	Consulta fuentes sin criterio y con escasa calidad.	Emplea fuentes adecuadas y organiza contenidos aceptables.	Crea contenidos con base en información contrastada.	Genera contenidos originales, bien estructurados y éticamente elaborados.
5.1.	No colabora con el grupo ni respeta turnos o normas.	Participa de forma pasiva o poco eficiente.	Se integra y cumple tareas asignadas.	Colabora activamente proponiendo ideas y respetando a los demás.	Lidera procesos de cooperación fomentando la participación equitativa.
5.2.	No participa en actividades de mejora social.	Participa con escaso compromiso en proyectos sencillos.	Desarrolla ideas con impacto limitado en el entorno.	Propone proyectos útiles con componente social o ambiental.	Diseña y lidera propuestas con alto impacto, sostenibilidad y valor científico.
6.1.	No reconoce el valor social ni histórico de la ciencia.	Muestra interés limitado en avances científicos.	Identifica contribuciones importantes a lo largo de la historia.	Analiza el papel de la ciencia en el presente.	Reflexiona críticamente sobre el papel transformador de la ciencia.
6.2.	No identifica problemas ni aporta soluciones.	Propone soluciones genéricas o poco realistas.	Relaciona ciencia y sociedad en problemas concretos.	Aplica principios de sostenibilidad en las propuestas.	Propone soluciones científicas innovadoras con alto compromiso social.

Tabla 11.2.1. Rúbrica de evaluación.

11.4. Evaluación de la motivación

Esta evaluación permite valorar si la implementación de metodologías activas como el aprendizaje vivencial y el trabajo experimental incide positivamente en el interés del alumnado por la Física y la Química.

Para evaluar cómo ha cambiado la motivación del alumnado se pasará un cuestionario de escala Likert antes y después de la realización de la unidad didáctica. El cuestionario se encuentra en el Anexo IV.

11.5. Evaluación de la propuesta

El objetivo principal de esta propuesta didáctica es mejorar el rendimiento y la motivación. Para evaluar la mejora en el rendimiento se tendrá en cuenta el rendimiento medio de la clase antes de la propuesta didáctica y el rendimiento medio de la clase en esta unidad. Para evaluar la mejora en motivación se realizará un cuestionario de escala Likert que se pasará antes y después de la propuesta.

También se incentivará que los alumnos den feedback durante la realización de la propuesta didáctica. La recogida de impresiones del alumnado durante el desarrollo de la unidad permitirá adaptar la intervención y recoger evidencias sobre su impacto educativo desde una perspectiva cualitativa. Además la observación por parte del docente permitirá evaluar de manera más inmediata si la propuesta está funcionando o no.

12. CONCLUSIONES

La integración sistemática de prácticas experimentales se consolida como una herramienta eficaz para facilitar la comprensión de conceptos abstractos, incrementar la implicación del alumnado y promover una visión más aplicada y contextualizada de la ciencia.

La aplicación de estrategias como el aprendizaje basado en la indagación, el aprendizaje vivencial y el trabajo colaborativo contribuye de manera significativa a mejorar la actitud y la motivación del alumnado hacia la asignatura de Física y Química, especialmente en aquellos grupos con niveles iniciales de motivación bajos.

Las prácticas diseñadas permiten abordar de forma integrada los contenidos curriculares, las competencias clave y específicas, así como aspectos transversales como la sostenibilidad, el pensamiento crítico y la alfabetización científica, asegurando la alineación con el currículo vigente.

La propuesta incorpora medidas específicas de adaptación para el alumnado con necesidades educativas especiales, garantizando un enfoque inclusivo, equitativo y accesible en la enseñanza práctica de la Física y la Química.

13. BIBLIOGRAFÍA

Ministerio de Educación, Formación Profesional y Deportes. (2023). PISA 2022. Programa para la Evaluación Internacional de Estudiantes. Informe español. Madrid: INEE.

Ardura, D., & Pérez-Bitrián, A. (2018). The effect of motivation on the choice of chemistry in secondary schools: adaptation and validation of the Science Motivation Questionnaire II to Spanish students. *Chemistry Education Research and Practice*, 19, 905-918.

Ardura, D., & Pérez-Bitrián, A. (2019). Motivational pathways towards academic achievement in physics & chemistry: a comparison between students who opt out and those who persist. *Chemistry Education Research and Practice*.

Coca, D.M. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educacion Xx1*, 18, 215-235.

Gollerizo-Fernández, A., & Clemente-Gallardo, M. (2019). Aprender a comunicar ciencia aumenta la motivación del alumnado. “La Jornada Científica”, una propuesta didáctica en ESO. *Revista Electrónica Educare*.

Sugano, S.G., & Nabua, E.B. (2020). Meta-Analysis on the Effects of Teaching Methods on Academic Performance in Chemistry. *International Journal of Instruction*, 13, 881-894.

Odutuyi, Musili, & Olubu (2015). Influence of Laboratory Learning Environment on Students ' Academic Performance in Secondary School Chemistry. *US-China education review*, 5, 814-821.

Jehovah, C.L. (2021). Approahes to teaching and learning of chemistry at the second cycle secondary school level in Cameroon.

Yao, J. (2023). Exploring Experiential Learning: Enhancing Secondary School Chemistry Education Through Practical Engagement and Innovation. *Journal of Education, Humanities and Social Sciences*, 22, 475-484. <https://doi.org/10.54097/ehss.v22i.12508>

Thote, P., & Gowri, S. (2021). Evidence based learning: an analysis of impact of experiential learning on attainment of intended specific learning outcome. *International Journal of Research*, 9, 66-74.

Mcdonnell, J. (2013). The effects of guided inquiry on understanding high school chemistry.

Nurhafidhah, N., Mauliza, M., Hasby, H., Yakob, M., & Alvina, S. (2021). Analysis of chemistry lab readiness for practice in high school: A case study. En Proceedings of the 2nd International Conference on Science, Technology, and Modern Society (ICSTMS 2020) (Vol. 576, pp. 272–276). Atlantis Press. <https://doi.org/10.2991/assehr.k.210909.061>

Roehrig, G.H., Kruse, R.A., & Kern, A. (2007). Teacher and school characteristics and their influence on curriculum implementation. *Journal of Research in Science Teaching*, 44, 883-907. <https://doi.org/10.1002/TEA.20180>

Namira, F., Azura, W., Miranda, A., & Darmana, A. (2020). Analysis of constraints and innovation of chemistry experiment implementation in high school in Deli Serdang, Indonesia. *Jurnal Pendidikan Kimia*, 12(3), 106–115. <https://doi.org/10.24114/jpkim.v12i3.21159>

Udegbumam, C. A. (2024). Exploring the Effect of Intrinsic Motivation on Chemistry Students' Achievement and Retention in Ogidi Education Zone, Anambra State: A Gender-Based Analysis. *Asian Journal of Advanced Research and Reports*, 18(10), 80–88. <https://doi.org/10.9734/ajarr/2024/v18i10756>

Yalçinkaya, E., Boz, Y., & Erdur-Baker, Ö. (2012). Is case-based instruction effective in enhancing high school students' motivation toward chemistry? *Science education international*, 23, 102-116.

Dufitumukiza, B., & Mugiraneza, F. (2024). Effect of teachers' instructional strategies on students' motivation in chemistry subject in Rwandan public secondary schools: A case of Nyanza district. *International Journal of Advanced Research*, 12(7), 660–670. <https://doi.org/10.21474/IJAR01/19097>

Oliveira, D.M., & Catão, V. (2017). Teoria das metas de realização em sala de aula e as possíveis influências nos padrões motivacionais para a aprendizagem da química em duas turmas do ensino médio. *Góndola, Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias*, 12, 50-50. <https://doi.org/10.14483/UDISTRITAL.JOUR.GDLA.2017.V12N2.A3>

Çetin-Dindar, A., & Geban, Ö., (2011), What Affect High School Students' Chemistry Learning? Dokuz Eylül University. Institute of Education Sciences Western Anatolia Journal of Educational Sciences (WAJES), Special Issues, 439-442.

Ferrell, B., Phillips, M.M., & Barbera, J. (2016). Connecting achievement motivation to performance in general chemistry. *Chemistry Education Research and Practice*, 17, 1054-1066. <https://doi.org/10.1039/C6RP00148C>

Duffin, L.C., Starling, M.P., Day, M.M., & Cribbs, J.D. (2016). The Effects of a Consumer Chemistry Intervention on Urban At-Risk High School Students' Performance, Utility Value, and Intentions to Pursue STEM. *School Science and Mathematics*, 116, 356-365. <https://doi.org/10.1111/SSM.12188>

Ausubel, D. P. (2002). *Adquisición y retención del conocimiento*. Paidós.

Kırık, Ö., & Boz, Y. (2012). Cooperative learning instruction for conceptual change in the concepts of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 221-236. <https://doi.org/10.1039/C1RP90072B>

Ahmad, Z., Ammar, M., Sellami, A., & Al-Thani, N.J. (2023). Effective Pedagogical Approaches Used in High School Chemistry Education: A Systematic Review and Meta-Analysis. *Journal of Chemical Education*. <https://doi.org/10.1021/acs.jchemed.2c00739>

Salviejo, E.I. (2014). Strategic Intervention Material-Based Instruction, Learning Approach and Students' Performance in Chemistry.

Sökmen, N. (2000). Önlisans Öğrencilerinin Kimya Dersinde Uygulanan Aktif Eğitim Yöntemleri.

Kovac, J. (1999). Student Active Learning Methods in General Chemistry. *Journal of Chemical Education*, 76, 120-124. <https://doi.org/10.1021/ED076P120>

Soares, L. C. Do R., Reis, P. B., Bichara, C. N. C., de Paula, M. T., & Pontes, A. N. (2023). A importância da utilização de metodologias ativas no processo de ensino-aprendizagem de Biologia e Química. *Scientia Naturalis*, 5(2), 779–793. <https://doi.org/10.29327/269504.5.2-20>

Recatalá, D. (2016). Using active learning methodologies in physical chemistry in CLIL contexts. *Multidisciplinary Journal for Education, Social and Technological Sciences*, 3, 71-83. <https://doi.org/10.4995/MUSE.2016.3696>

Anderson, J. (2006). Educational Perspectives: Experiential Learning: From Theory to Practice. *Neoreviews*, 7. <https://doi.org/10.1542/NEO.7-6-E287>

Morris, T.H. (2020) 'Experiential learning – a systematic review and revision of Kolb's model', *Interactive Learning Environments*, 28 (8), pp. 1744-5191. <https://doi.org/10.1080/10494820.2019.1570279>

U-senyang, S. (2024). Experiential Learning in Action: Analyzing Outcomes and Educational Implications. *Journal of Education and Learning Reviews*. <https://doi.org/10.60027/jelr.2024.771>

Sekhri, A., & Mehar, R. (2013). The nature and use of inquiry based learning in meaningful chemistry. *Bioinformatics*.

Nedungadi, P., Malini, P., & Raman, R. (2014). Inquiry Based Learning Pedagogy for Chemistry Practical Experiments Using olabs. *Intelligence and Security Informatics*. https://doi.org/10.1007/978-3-319-11218-3_56

Suryati, S., Adnyana, P.B., Ariawan, I.P., & Wesnawa, I.G. (2024). Integrating Constructivist and Inquiry Based Learning in Chemistry Education: A Systematic Review. *Hydrogen: Jurnal Kependidikan Kimia*. <https://doi.org/10.33394/hjkk.v12i5.13571>

Nzomo, Christine & Rugano, Peter & Njoroge, Mungai & Gitonga, Ciriaka. (2023). Inquiry-based learning and students' self-efficacy in Chemistry among secondary schools in Kenya. *Heliyon*. <https://doi.org/10.1016/j.heliyon.2022.e12672>

Afrahamiriano, Afrahamiriano & Dasna, Wayan & Habiddin, Habiddin. (2022). Tinjauan Sistematis tentang Collaborative Learning pada Bidang Kimia. *Edukimia*. <https://doi.org/10.24036/ekj.v4.i3.a432>

Nkechinyere, O.M., & Ordu, O.K. (2018). Impact of Collaborative Learning Strategy on the Academic Achievement of Senior Secondary School Chemistry Students in Obio-Akpor Local Government Area.

Yusuf, S.D. (2014). Effects of Collaborative Learning on Chemistry Students' Academic Achievement and Anxiety Level in Balancing Chemical Equations in Secondary School in Katsina Metropolis, Nigeria. *Journal of Education and Vocational Research*, 5, 43-48. <https://doi.org/10.22610/JEVR.V5I2.151>

Kırık, Ö., & Boz, Y. (2012). Cooperative learning instruction for conceptual change in the concepts of chemical kinetics. *Chemistry Education Research and Practice*, 13, 221-236. <https://doi.org/10.1039/C1RP90072B>

Niyonsaba, A., Nkurunziza, J. B., & Hakizimana, E. (2022). Impacts of collaborative learning on learners' academic performance in chemistry in three selected secondary schools of Nyamasheke district. *African Journal of Educational Studies in Mathematics and Sciences*, 18(2), 17–27. <https://dx.doi.org/10.4314/ajesms.v18i2.2>

Pradhan, S. (2021). Impact of Collaborative Learning Approach on Secondary Students' Achievement in Chemistry.

Okam, C.C., & Zakari, I.I. (2016). Impact of Laboratory-Based Teaching Strategy on Students' Attitudes and Mastery of Chemistry: An Experimental Study. Journal Of Creative Writing (ISSN-2410-6259). <https://doi.org/10.70771/jocw.v2i2.30>

Famuwagun, S.T., Ayomide, A., & Awodun, A.O. (2024). Improving Senior Secondary School Students' Performance in Chemistry through Laboratory-Based Teaching Strategy. Bisawo- International Journal of Education and Social Science. <https://doi.org/10.61256/2024/bijess0004>

Penn, M., & Ramnarain, U. (2019). A comparative analysis of virtual and traditional laboratory chemistry learning. Perspectives in Education, 37(2), 80–97. <https://doi.org/10.18820/2519593X/pie.v37i2.6>

España. (2020). Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE. <https://www.boe.es/buscar/act.php?Id=BOE-A-2020-17264>

Gobierno de España. (2022). Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 76, de 30 de marzo de 2022, pp. 41017-41177. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2022/03/29/217>

Junta de Castilla y León. (2022). Decreto 40/2022, de 29 de septiembre, por el que se establece el currículo de Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. Boletín Oficial de Castilla y León, 190, de 3 de octubre de 2022, pp. 55234-55529. <https://bocyl.jcyl.es/boletines/2022/10/03/pdf/BOCYL-D-03102022-2.pdf>

Quimitube. (2014, 13 de noviembre). *Reacciones oscilantes: reloj de yodo*. Quimitube. <https://www.quimitube.com/reacciones-oscilantes-reloj-de-yodo/> visitado por ultima vez en junio de 202

EL Físico Loco. (2013, abril). *Solubilidad y precipitación (lluvia de oro)*. En Cosas de Física y Química. <https://elfisicoloco.blogspot.com/2013/04/solubilidad-y-precipitacion-lluvia-de.html> visitado por ultima vez en junio de 2025

Rodríguez Rodríguez, J. M., & Navarro de Tuero Bonán, J. A. (2011). Aprendiendo química con golosinas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8(Extraordinario), 476–486. <https://hdl.handle.net/10498/14554>

ANEXO I: GUIONES DE PRÁCTICAS

PRECIPITACIÓN DE $\text{Cu}(\text{OH})_2$ Y CÁLCULO DEL RENDIMIENTO

Introducción

Dentro de los diferentes tipos de reacciones que existen una de las más comunes son las reacciones de precipitación. Las reacciones de precipitación consisten en la mezcla de dos reactivos en disolución y la formación de un producto sólido que precipita. Para que el producto precipite hay que tener en cuenta la solubilidad del producto en el disolvente. Otra cosa a tener en cuenta para que el producto precipite es que este tiene que ser más insoluble que los reactivos ya que si no el precipitado que se encuentre en el medio será alguno de los reactivos o ambos.

La solubilidad se define como la cantidad máxima de soluto que se puede disolver en un disolvente a una temperatura determinada. La solubilidad depende de un soluto depende del disolvente y de la temperatura a la que se encuentre la disolución. En el caso del hidróxido de cobre (II) tiene una baja solubilidad en agua.

En esta práctica se hará reaccionar sulfato de cobre (II) con hidróxido de sodio para que se forme hidróxido de cobre (II). Las solubilidades en agua a 20°C de estas sustancias se encuentran en la siguiente tabla:

Sustancia	Solubilidad a 20°C (g soluto/100g de agua)
Sulfato de cobre (II)	20,3
Hidróxido de sodio	109
Hidróxido de cobre (II)	$2,9 \cdot 10^{-4}$

Teniendo en cuenta estas solubilidades se puede predecir que el precipitado formado será de hidróxido de cobre (II).

Las reacciones no siempre se dan al 100%, es decir, no siempre los reactivos se transforman en los productos por lo que cuando termina la reacción tendremos los productos formados y los reactivos que quedan sin reaccionar. La relación entre la cantidad de producto esperada y la cantidad de producto que se ha formado realmente es el rendimiento que se obtiene con la siguiente formula:

$$\% \text{Rendimiento} = \frac{\text{masa real de producto}}{\text{masa teorica de producto}} \cdot 100$$

Que el rendimiento de una reacción no sea del 100% se debe a diversos motivos como reacciones colaterales, reacciones secundarias, pérdidas de producto durante el proceso, y reacciones incompletas.

Objetivos

- Preparar disoluciones de concentraciones determinadas de sulfato de cobre (II) y de hidróxido de sodio.
- Realización de una reacción de precipitación.
- Separar de un sólido de un líquido por métodos físicos.
- Calcular el rendimiento de una reacción.

Materiales y reactivos

- Hidróxido de sodio
- Agua destilada
- Vasos de precipitados
- Sulfato de cobre (II) pentahidratado
- Embudo
- Papel de filtro
- Balanza
- Matraces aforados de 50 mL

Procedimiento

Primero se preparan dos disoluciones, una de 50 mL de sulfato de cobre 0,25 M y otra de 50 mL de NaOH 0,5 M. Una vez preparadas ambas disoluciones se mezclan y se observa la formación del precipitado. Cuando termine la reacción y se ha terminado de formar el precipitado se filtra la disolución con un embudo y un filtro liso. El líquido filtrado se deshecha y se deja el sólido secando. Una vez seco el sólido se pesa y se calcula el rendimiento.

Cuestiones

1. Escribe la ecuación de la reacción y ajústala.
2. ¿Cuál es la solubilidad del otro producto que se forma en la reacción? Teniendo en cuenta esta solubilidad, ¿cuál es el producto que ha precipitado?
3. ¿Qué se puede hacer para aumentar la solubilidad del hidróxido de cobre?
4. Calcula el rendimiento de la reacción.
5. ¿Por qué el rendimiento de la reacción no es del 100%? ¿Qué se puede hacer para aumentar el rendimiento?

EL REACTIVO LIMITANTE DE LO COTIDIANO AL RIGOR CIENTÍFICO

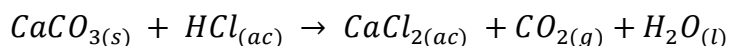
Introducción

Una de las maneras de aumentar el rendimiento de las reacciones es añadir uno de los reactivos en exceso lo cual hace que reaccione mayor cantidad del otro reactivo y formándose mayor cantidad de producto. También ocurre que cuando uno de los reactivos es el oxígeno (por ejemplo, las reacciones de combustión) y la reacción se realiza al aire el oxígeno se encuentra en exceso. Cuando tenemos un reactivo en exceso quiere decir que tiene que haber un reactivo limitante, este reactivo limitante será el que marque la cantidad de producto que se forme puesto que una vez se acabe este reactivo la reacción termina. Por lo que para poder saber la cantidad de producto esperada hay que realizar los cálculos estequiométricos con la cantidad de reactivo limitante utilizada.

Cuando los reactivos se agotan por completo suponiendo un rendimiento del 100% se dice que estos están en proporciones estequiométricas.

Para poder determinar cuál es el reactivo limitante hay que ver que cantidad de reactivos necesitamos para que todos reaccionen totalmente, aquel reactivo del cual tengamos menos cantidad de la necesaria será el limitante.

En esta práctica se verá cual es el reactivo limitante en una reacción de sustitución:



Objetivos

- Realizar una reacción de sustitución.
- Determinar cuál es el reactivo limitante en cada caso.
- Calcular la cantidad de reactivo en exceso que no ha reaccionado y la cantidad de producto que se ha formado.

Materiales y reactivos

- CaCO_3
- Una disolución de HCl comercial al 35% en masa
- Tubos de ensayo
- Balanza
- Pipetas de diferente graduación

Desarrollo de la práctica

Primero se pesa 1g de CaCO_3 comercial y se añaden a un tubo de ensayo previamente pesado. Ahora se añaden 2 mL de la disolución de HCl comercial y se deja reaccionar. Una vez terminada la reacción, cuando deja de burbujear la reacción, se pesa el tubo de ensayo con la disolución y se anota la masa. Una vez pesada la disolución se añaden otros 2 mL de HCl comercial y se repite el mismo procedimiento. Se continua con este procedimiento hasta que al añadir HCl la disolución deja de burbujear.

Cuestiones

1. Ajusta la reacción que se produce.
2. ¿A qué se debe el burbujeo que aparece al añadir el HCl? ¿Por qué no aparece?
3. Completa la siguiente tabla:

Masa de CaCO_3 inicial (g)	Moles de CaCO_3 iniciales	Volumen de HCl total (mL)	Moles de HCl totales	Moles de CaCO_3 sin reaccionar	Moles de HCl sin reaccionar	Masa de CaCl_2 formado (g)	Masa de CO_2 formado (g)	Masa de H_2O formada (g)
1		2						
1		4						
...	...	...	...	...	...	...	...	...

4. ¿En qué punto tenemos cantidades estequiométricas de ambos reactivos?
5. Representa gráficamente la el volumen de HCl añadido frente a la cantidad de CaCl_2 que se ha formado y comenta la gráfica.

VOLÚMENES DE REACTIVOS UTILIZADOS EN REACCIONES DE NEUTRALIZACIÓN ÁCIDO-BASE

Introducción

Los ácidos son sustancias que al entrar en contacto con el agua se disocian liberando un ion hidrógeno al medio. Las bases son sustancias que al entran en contacto con el agua liberan un ion hidroxilo al medio o que son capaces de captar un ion hidrógeno del medio. Los ácidos y las bases son sustancias toxicas que generalmente producen quemaduras en la piel al contacto.

Las reacciones de neutralización son reacciones en las que intervienen un ácido y una base formando generalmente una sal y agua. Para que la reacción de neutralización sea completa y el pH de la disolución sea neutro se debe añadir el ácido y la base en proporciones estequiométricas.

En esta práctica se trabajará con varias disoluciones problema de ácido por lo que no se sabe la concentración del ácido y por lo tanto no se puede calcular el volumen que hay que añadir de base para que se produzca la neutralización. Para poder saber si se ha neutralizado o no la disolución se utilizará un indicador de pH.

Los indicadores de pH son por lo general sustancias orgánicas que cambian de color en función del pH. Los indicadores tienen un intervalo de viraje el cual es el intervalo de pH en que cambian de color. En la siguiente tabla se encuentran diferentes indicadores de pH y sus intervalos de viraje.

Nombre del indicador	Color con pH bajo	Rango de pH	Punto final	Color con pH alto
violeta de metilo	amarillo	0.0 - 1.6	0,8	azul
azul de timol	rojo	1,2 - 2,8	2,8	amarillo
naranja de metilo	rojo	3,2 - 4,4	3,7	amarillo
azul de bromofenol	amarillo	2,8 - 4,6	4,0	azul
verde bromocresol	amarillo	3,8 - 5,4	4,7	azul
rojo de metilo	rojo	4,2 - 6,3	5,1	amarillo
azul de bromotimol	amarillo	6.0 - 7.6	7,0	azul
azul de timol	amarillo	8.0 - 9.6	8.1	azul
fenolftaleína	Incoloro	8,2 - 10.0	9.3	rosa / violeta
amarillo alizarina	amarillo	10,1 - 13,0	12,5	naranja/rojo

Para poder seleccionar correctamente hay que tener en cuenta que pH tendrá la disolución una vez haya terminado la reacción, una vez este determinado el pH final de la disolución se selecciona un indicador cuyo intervalo de viraje contenga dicho pH.

Objetivos

- Preparar una disolución de NaOH a una concentración determinada.
- Seleccionar correctamente el indicador de pH en función de la reacción que se lleva a cabo.
- Calcular la concentración de una disolución problema.

Materiales y reactivos

- Matraz aforado de 100 mL
- Pipetas de diferentes volúmenes
- Vaso de precipitados
- Diferentes indicadores de pH
- Disoluciones problema de HCl

Desarrollo de la práctica

Las disoluciones problema son de HCl por lo que se necesita una disolución básica para poder realizar la reacción de neutralización por lo tanto se va a preparar 100 mL de una disolución de NaOH 0,5 M. una vez preparada la disolución de NaOH se procede a seleccionar el indicador de pH más adecuado para la reacción de neutralización. Una vez seleccionado el indicador se toman 10 mL de la disolución problema y se añaden unas gotas de indicador a la disolución. Por último se va añadiendo un volumen de 2 mL de la disolución de NaOH a la disolución problema. Si no se observa ningún cambio en el color de la disolución se añaden otros 2 mL de NaOH, se repite el proceso hasta que la disolución cambie de color. Cuando la disolución cambie de color se anota el volumen de NaOH utilizado.

Disolución problema	Volumen de NaOH (mL)
1	
2	
3	

Cuestiones

1. ¿Qué indicador has utilizado y por qué?
2. Escribe la reacción de neutralización y ajústala.
3. Cuáles son las concentraciones de las disoluciones problema.
4. ¿Qué pH tiene la disolución antes de que el indicador cambie de color? ¿Cuál sería el pH si después de que cambiara de color seguimos añadiendo NaOH?

5. Conociendo las concentraciones de las disoluciones problema si en vez de NaOH se hubiese usado una disolución de Ca(OH)_2 , ¿se hubiese gastado el mismo volumen? Justifica la respuesta.

PREPARACIÓN DE HALUROS DE COBRE (I)

Introducción

La necesidad de la implantación, a nivel industrial, de nuevos procesos de preparación de productos químicos de bajo impacto medioambiental es universalmente reconocida, y se sitúa en el contexto del 'desarrollo sostenible'. Así, uno de los objetivos de la investigación química de hoy es el desarrollo de nuevos métodos de producción más limpios que los actuales, a la par que económicamente viables.

El horizonte hacia el que debe de moverse la Química, 'química verde', con frecuencia choca frontalmente con los dictados de la economía de libre mercado. Pero este proceso es sin duda imparable, en buena medida, por la creciente presión social para evitar la degradación del medio ambiente. Consecuentemente, una de las prioridades de la educación química es la mentalización y capacitación de los estudiantes, futuros profesionales del mundo de la producción, para actuar en el sentido apuntado.

Es de notar que, en muchos casos, la mejora de los métodos de producción actualmente vigentes no requiere esperar el descubrimiento previo de nuevos procedimientos sintéticos, sino simplemente la aplicación racional del conocimiento existente. Para ilustrar esto, se propone aquí la síntesis de dos haluros de cobre (I), CuCl y CuI , como ejemplo de un modo racional de proceder en situaciones concretas.

Objetivos

- Buscar diferentes procesos de síntesis de los haluros de cobre a partir de los reactivos proporcionados.
- Seleccionar un proceso de síntesis de haluros de cobre (I) que sea posible de llevar a cabo en el laboratorio y que genere la menor cantidad de productos de desecho posibles.
- Llevar a cabo en el laboratorio el proceso seleccionado.
- Discutir con los compañeros los diferentes procesos llevados a cabo y proponer mejoras a los procesos seleccionados.

Materiales y reactivos

Para esta práctica se dispone de todo el material del laboratorio necesario además de los reactivos.

Procedimiento

Primero se tiene que hacer una búsqueda bibliográfica de los procesos de síntesis del CuCl y del CuI . Lo que hay que tener en cuenta en estas búsquedas es que estos procesos de síntesis se puedan llevar a cabo con el material y los reactivos de los que dispone el laboratorio y que hay que partir de uno de estos reactivos: Cu metálico, CuO y $\text{CuSO}_4 \cdot 5 \text{H}_2\text{O}$.

Existen varios procesos de síntesis de estos reactivos por lo que a la hora de seleccionar el proceso que se llevara a cabo en el laboratorio hay que tener en cuenta cual es que genera menos productos de desecho.

RELOJ DE YODO

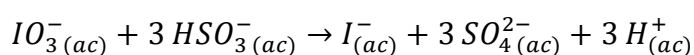
Introducción

La cinética química es la parte de la química que estudia la velocidad de las reacciones. La velocidad de las reacciones depende de diferentes factores como la concentración de los reactivos, la temperatura a la que se lleva a cabo la reacción, el estado de agregación de los solutos y la utilización o no de catalizadores. En esta práctica se estudiará como afecta la concentración de los reactivos y la temperatura a la velocidad de reacción.

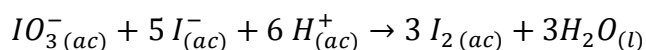
Para poder predecir como afectarían estas condiciones a la velocidad de reacción hay que tener en cuenta la teoría de colisiones. Esta teoría parte del supuesto de que, para que se produzca una reacción química, primero han de chocar las especies reaccionantes y después deben romperse los enlaces que haya entre sus átomos como consecuencia de la energía intercambiada en el choque. De esta manera los átomos se unirán de otro modo, es decir, formarán enlaces nuevos para dar lugar a los productos. Por lo tanto para que una colisión sea eficaz deben cumplirse dos condiciones:

- Las colisiones tienen que producirse con la orientación adecuada de manera que puedan interactuar los átomos que participan en la ruptura y formación de enlaces.
- Suponiendo que la orientación sea adecuada la energía cinética de la colisión debe ser capaz de romper los enlaces iniciales.

La reacción de la cual vamos a estudiar su cinética es:



En la reacción el IO_3^- está en exceso, por lo que la reacción termina cuando se ha consumido todo el HSO_3^- . En ese momento, el IO_3^- en exceso reacciona con el ion yoduro producido en la reacción formando I_2 :



El I_2 forma un complejo de adsorción intensamente coloreado con el almidón (azul violeta), lo que permite detectar el instante en el que la reacción termina.

Objetivos

- Comprobar cómo afecta la concentración de los reactivos a la velocidad de reacción.
- Comprobar cómo afecta la temperatura a la velocidad de reacción.
- Relacionar estos factores con la teoría de colisiones.

Materiales y reactivos

- 2 matraces aforados de 500 ml
- 3 vasos de precipitados de 250 ml
- 3 vasos de precipitados de 150 ml
- Probeta
- Cronómetro
- Disolución yodato de potasio 0,1M
- Disolución hidrogenosulfito de sodio (o disulfito de sodio) 0,25M
- Disolución de almidón 1 %.
- Termómetro
- Cristalizador con agua
- Placa calefactora

Procedimiento

Esta práctica se divide en dos partes la primera en la que se estudia el efecto de la concentración de los reactivos sobre la cinética de la reacción y la segunda en la que se estudia el efecto de la temperatura en la velocidad de la reacción.

Para la primera parte se etiquetan los vasos de precipitados de 250 ml con 1, 2 y 3. En el vaso 1 se añaden 75 ml de yodato de potasio 0,1 M, 25 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón 1 %. En el vaso 2 se añaden 50 ml de yodato de potasio 0,1 M, 50 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón al 1%. En el vaso 3 se pone 25 ml de yodato de potasio 0,1 M, 75 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón al 1 %. En cada vaso de precipitados de 150 ml se añaden 10 ml de hidrogenosulfito de sodio 0,25 M y 65 ml de agua. En el vaso 1 que contiene yodato de potasio y almidón se vierte el contenido de uno de los vasos de 150 ml que contiene hidrogenosulfito de sodio. Se mide con el cronómetro el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta y se anota el resultado. Se repite el ensayo con los otros vasos que contienen yodato y almidón.

Una vez realizado el experimento se completa la siguiente tabla:

Experiencia	Concentración de KIO_3 (M)	Concentración de NaHSO_4 (M)	Tiempo de reacción (s)
1			
2			
3			

Para la segunda parte de la experiencia en dos vasos de precipitados de 250 ml se añaden 50 ml de yodato de potasio 0,1 M, 50 ml de agua y 25 ml de disolución de almidón 1 %. En dos vasos de precipitados de 150 ml se ponen 10 ml de hidrogenosulfito de sodio 0,25 M y 65 ml de agua. Se prepara un baño a 50°C y se introduce un vaso con yodato potasico y otro con hidrogenosulfito de sodio. Cuando ambas disoluciones alcancen la temperatura se vierte el contenido de uno de los vasos de precipitados de 150 ml en uno de los vasos de precipitados de 250 ml. Se mide con el cronómetro el tiempo que transcurre desde la mezcla de las disoluciones hasta la aparición de un color azul violeta y se anota el resultado junto con la temperatura. Se repite el ensayo con los vasos de 150 y 250 ml, pero a temperatura ambiente, y se cronometra el tiempo.

Una vez realizado el experimento se completa la siguiente tabla:

Experiencia	Concentración de KIO_3 (M)	Concentración de NaHSO_4 (M)	Tiempo de reacción (s)
1 (T ambiente)			
2 (50°C)			

En caso de disponer de hielo se puede realizar la experiencia a 0° C.

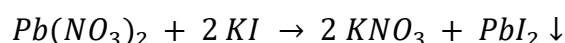
Cuestiones

1. ¿Como afecta la concentración de los reactivos a la velocidad de reacción? ¿Por qué?
2. ¿Cómo afecta la temperatura a la velocidad de la reacción? ¿Por qué?

LLUVIA DE ORO

Introducción

Ya se ha hablado de cinética química y de los factores que afectan a la velocidad de la reacción. En la práctica anterior se pudo observar cómo afectaba la concentración de los reactivos y la temperatura a la velocidad de la reacción. En esta práctica se observará como afecta el estado de agregación de los reactivos a la velocidad de la reacción. Para ello se va a realizar la misma reacción dos veces, en una de las experiencias los reactivos estarán en disolución y en la otra los reactivos serán sólidos. La reacción que se llevara a cabo es la siguiente:



Además para la reacción con los reactivos en disolución se recrystalizará el PbI_2 dando lugar al efecto llamado lluvia de oro.

Objetivos

- Preparar disoluciones de concentraciones determinadas de nitrato de plomo (II) y de yoduro de potasio.
- Comprobar cómo afecta el estado de agregación de los reactivos a la velocidad de reacción.
- Relacionar el estado como afecta el estado de agregación de los reactivos a la velocidad de reacción con la teoría de colisiones.
- Recrystalizar un sólido.

Materiales y reactivos

- Frasco pequeño con tapón a rosca
- 2 matraces aforados de 100 mL
- Cucharilla
- Nitrato de plomo (II)
- Yoduro de potasio
- Balanza
- Vaso de precipitados
- Embudo
- Papel de filtro
- Placa calefactora

Procedimiento

Con la ayuda de una espátula tomar masas similares de yoduro de potasio y de nitrato de plomo (II) y se añaden al mismo frasco se cierra bien y se mueve durante algunos segundos. Se verá el color amarillo del yoduro de plomo (II).

Se prepara una disolución de 100 mL 0,05 M de yoduro de potasio y otra disolución de 100 mL de nitrato de plomo (II) 0,05 M. Cuando estén preparadas se mezclan ambas disoluciones en un vaso de precipitados y se observa cómo se forma el yoduro de plomo (II).

Una vez formado el yoduro de plomo (II) la disolución se calienta hasta ebullición observando que parte del precipitado amarillo se ha disuelto. La mezcla se filtra con un filtro de pliegues. El líquido recogido se deja enfriar y conforme se va enfriando se observa que se forman unos pequeños cristales dorados.

Cuestiones

1. ¿Cómo afecta el estado de agregación de los reactivos a la velocidad de reacción?
¿Por qué?
2. ¿El precipitado que se forma es solo de yoduro de plomo (II)? ¿Por qué?

EFFECTO DE LOS CATALIZADORES: PASTA DE DIENTES DE ELEFANTES

Introducción

Ya se han observado los factores que afectan a la velocidad de reacción que dependen de las características de la reacción (concentración de los reactivos, temperatura de la reacción y estado de agregación de los reactivos). Además de variar estas características para modificar la velocidad de reacción existe otra manera que es mediante el uso de catalizadores.

Los catalizadores son sustancias que no participan en la reacción pero que son capaces de modificar la velocidad de reacción. Los catalizadores se pueden recuperar después de que se produzca la reacción. Se pueden diferenciar dos tipos de catalizadores:

- Catalizadores positivos. Son sustancias que aumentan la velocidad de reacción.
- Catalizadores negativos o inhibidores. Son sustancias que disminuyen la velocidad de reacción llegando a detenerla por completo.

Se pueden emplear diferentes catalizadores para una misma reacción los cuales tendrán diferentes efectos sobre la velocidad de la reacción. En esta práctica se observará el efecto de diferentes catalizadores sobre la reacción de descomposición del agua oxigenada. Esta reacción de descomposición se produce de manera natural sin necesidad de catalizadores pero de manera muy lenta.

Objetivos

- Comprobar cómo afecta el uso de catalizadores a la velocidad de reacción.
- Observar cómo diferentes catalizadores dan lugar a diferentes velocidades de reacción.
- Observar una reacción de descomposición.

Materiales y reactivos

- 4 probetas de 500 ml
- Peróxido de hidrógeno de 100 volúmenes
- Dióxido de manganeso en polvo
- Yoduro de potasio
- Óxido de plomo (IV)
- Un trozo pequeño de patata
- Detergente lavavajillas (Fairy)

Procedimiento

Se coloca en fila las probetas de 500 ml, disponiendo una por cada catalizador empleado. Se echa aproximadamente 1 ml de detergente lavavajillas en cada probeta. Se vierten unos 25 ml de peróxido de hidrógeno de 100 volúmenes en cada probeta y se agita bien para que el detergente se mezcle con el peróxido de hidrógeno. Se añade a cada probeta uno de los catalizadores especificados. La adición del catalizador debe realizarse de forma lo más simultánea posible. Se observa que catalizador ha acelerado más la reacción.

Cuestiones

1. Escribe la reacción de descomposición del peróxido de oxígeno y ajústala
2. ¿Qué catalizador ha sido el que ha acelerado más la reacción?
3. ¿Cómo modifican los catalizadores la velocidad de reacción?

DETERMINACIÓN DE PH CON COL LOMBARDA

Introducción

Las sustancias se pueden clasificar de diferentes maneras una de ellas es según su carácter ácido o básico.

- Las sustancias ácidas tienen un sabor agrio, producen hidrogeno al reaccionar con algunos metales, sus disoluciones acuosas conducen la electricidad, cuando están disueltas ceden H^+ al medio y neutralizan los efectos de las bases.
- Las sustancias básicas tienen un sabor amargo, disuelven algunas grasas, sus disoluciones acuosas conducen la corriente eléctrica, cuando están en disolución si son hidróxidos ceden OH^- al medio y si son otro tipo de bases captan H^+ del medio.

El poder ácido o básico de estas sustancias se mide con el pH, esta escala va del 0 al 14 siendo los valores inferiores a 7 ácidos y los valores por encima de 7 básicos. Los valores cercanos a 7 se consideran neutros. Para poder medir el pH existen diferentes métodos, se puede medir con un pHmetro digital que da el valor exacto de pH de la disolución, se puede usar papel de tornasol que al entrar en contacto con una disolución cambia de color en función del pH, cada color lleva un valor de pH asociado. Otro método es el uso de indicadores de pH estos indicadores son sustancias generalmente orgánicas que colorean la disolución en función del pH de esta. estos indicadores se pueden comprar sintéticos o se pueden preparar en el laboratorio a partir de sustancias de la vida cotidiana.

En esta práctica de laboratorio se va a preparar un indicador de pH a partir de col lombarda. La col lombarda contiene antocianinas que son pigmentos solubles en agua que cambian de color en función del pH del medio, por lo tanto es necesario extraer estas antocianinas para preparar el indicador de pH. A continuación se presenta el rango de colores del indicador de pH hecho a partir de col lombarda.



Objetivos

- Preparar un indicador de pH a partir de col lombarda.
- Determinar el pH de diferentes sustancias que se encuentran por casa.

Materiales y reactivos

- Tubos de ensayo
- Pipetas
- Espátula
- Gradilla
- Alcohol 96°
- Col lombarda
- Mortero
- Amoniaco
- Ácido acético (vinagre)
- Hidrógenocarbonato de sodio (comercialmente denominado bicarbonato sódico)
- Ácido cítrico (zumo de limón)
- Hidróxido sódico

Procedimiento

Primero hay que preparar el indicador de pH para ello se corta en trozos pequeños una hoja de col lombarda y se añaden a un mortero. Al mortero se añade alcohol 96° y se empieza a triturar las hojas de col lombarda. Al final obtendremos una disolución de color morado que será el indicador de pH. Otro método de obtener una disolución de este indicador es hirviendo en agua unas hojas de col lombarda hasta que el agua se torne morada, hay que esperar a que se enfríe la disolución para poder utilizarla.

Una vez preparada la disolución de indicador se preparan las disoluciones de las sustancias que queremos saber su pH. Como es un análisis cualitativo y no cuantitativo no hace falta que las medidas sean exactas y con un poco de disolución es suficiente. Una vez preparadas se llevan a tubos de ensayo y se añaden unas gotas del indicador que se ha preparado anteriormente. También se añade disolución de indicador a un tubo de ensayo con agua para que haga de control. Se observan los cambios de color de las disoluciones y se anota en la siguiente tabla.

Sustancia	Color	pH
Vinagre		
NaOH		
Amoniaco		
Zumo de limón		
Bicarbonato sódico		
Agua		

Cuestiones

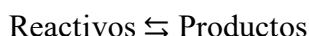
1. Clasifica las sustancias en ácidos y bases.

EQUILIBRIO QUÍMICO: PETA ZETAS

Introducción

En la mayoría de las ocasiones la conversión de los reactivos en productos no es total, llega un punto en el que la reacción no avanza más y las cantidades de reactivos y productos permanecen constantes en el tiempo. Se dice entonces que se ha alcanzado un estado de equilibrio.

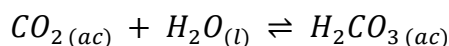
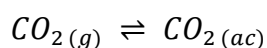
El equilibrio químico es reversible, es decir, se puede alcanzar el mismo estado de equilibrio partiendo de los reactivos o de los productos. Por eso el equilibrio se representa con una doble flecha



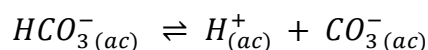
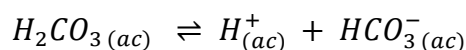
Los equilibrios químicos son dinámicos, cuando se alcanza el estado de equilibrio la reacción no se para lo que sucede es que la conversión de reactivos en productos se produce a la misma velocidad que la conversión de productos en reactivos.

Los equilibrios se pueden desplazar en un sentido u otro, es decir, favorecer la formación de los productos o de los reactivos. Esto se puede conseguir variando las condiciones en las que se ha conseguido el equilibrio.

En esta práctica se observará una reacción de equilibrio y como se desplaza ese equilibrio. En concreto se llevará a cabo la reacción de equilibrio del CO_2 y el ácido carbónico. Los Peta zetas son caramelos granulados que contienen sorbitol (un azúcar) al que se le aplica CO_2 a presión elevada mientras se enfría quedando atrapado dentro del caramelo. Este gas solo es liberado cuando el caramelo se humedece o se rompe generando el ruido característico de pequeñas explosiones. El CO_2 una vez liberado se disuelve en el agua reaccionando con está formando el ácido carbónico:



El ácido carbónico se disocia en agua disminuyendo el pH de la disolución:



Objetivos

- Estudiar una reacción de equilibrio con material cotidiano.
- Estudiar el desplazamiento de equilibrios de reacción.

Materiales y reactivos

- Peta zetas (que no contengan ningún tipo de ácido).
- Tubo de ensayo con tapón
- Gradilla
- Diferentes indicadores de pH

Procedimiento

Primero se llena el tubo de ensayo con agua y se añaden el indicador de pH más adecuado en función de la reacción de equilibrio que se va a producir. Después se añaden los Peta zetas y se tapa el tubo de ensayo con el tapón. Conforme se van disolviendo se observa que la disolución cambia de color debido al cambio de pH. Cuando toda la disolución haya cambiado de color se quita el tapón y se observa lo que pasa.

Cuestiones

1. Describe que es lo que ha ocurrido al destapar el tubo de ensayo y explica por qué.
2. Enumera todas las formas que hay de desplazar un equilibrio químico.

REACCIÓN REDOX CON GOLOSINAS

Introducción

Las reacciones redox son aquellas en las que cambia el estado de oxidación de las especies que reaccionan. Para que este cambio de estado de oxidación se produzca es necesario que se produzca un intercambio de electrones entre las especies reaccionantes. En estas reacciones hay una especie que aumenta su estado de oxidación y otra especie que lo reduce, por lo tanto podemos distinguir a los reactivos en dos:

- Oxidante: Especie que capta los electrones en la reacción redox y que reduce su estado de oxidación.
- Reductor: Especie que cede los electrones en la reacción redox y que aumenta su estado de oxidación.

En una reacción redox tiene que haber una especie que se reduzca y una especie que se oxide si no la reacción no se producirá.

Uno de los agentes reductores más comunes en nuestro día a día es el azúcar. En esta práctica se realizará una reacción redox con un palote y con permanganato.

Objetivos

- Montaje del experimento.
- Realizar una reacción redox.
- Identificar las etapas del proceso redox.
- Identificar cuál es el oxidante y cuál es el reductor.

Materiales y reactivos

- Erlenmeyer
- Permanganato de potasio
- 1 Palote
- Agitador magnético
- NaOH sólido

Procedimiento

Se añaden unos 100 mL de agua destilada al Erlenmeyer, se añade también una punta de espátula de permanganato y dos o tres lentejas de NaOH. Después se añade un trozo de Palote y un imán y se pone en agitación. Se observa los cambios que se producen en la disolución.

Cuestiones

1. ¿En esta reacción cual es el oxidante y cuál es el reductor?
2. Describe los cambios observados en la disolución. ¿A qué se deben estos cambios?
3. ¿Por qué se añade NaOH a la disolución?

ANEXO II: ESTRUCTURA DE LOS INFORMES DE LABORATORIO

PAUTAS PARA EL INFORME DE LABORATORIO

La entrega del informe puede ser en físico o digital y puede estar hecha a mano o a ordenador. Escribe con Buena letra y sin faltas de ortografía, usa lenguaje claro, objetivo y científico. Se pueden añadir dibujos, esquemas o fotos si ayudan a explicar el procedimiento o los resultados.

Los informes de laboratorio deben contener los siguientes apartados

1. Portada.

La portada debe contener el título de la práctica, el nombre del alumno de o de los alumnos que hayan realizado el informe, el curso y la fecha de realización de la práctica.

2. Objetivos.

Explica brevemente lo que se pretendía aprender o comprobar con la práctica.

3. Materiales y reactivos.

Enumera los materiales y reactivos utilizado en la práctica.

4. Procedimiento.

Resume los pasos que seguiste para realizar la práctica. No copies lo que viene en el guion.

5. Observaciones.

Describe lo que has visto o ha ocurrido durante el experimento (colores, cambios, formación de gas o precipitado, etc.)

6. Cálculos y resultados.

Incluir los cálculos realizados en el desarrollo de las prácticas. Los cálculos realizados deben ir acompañados de unidades y tienen que ser mostrados paso a paso. En caso de realizar prácticas cuantitativas incluir los datos tomados durante estas.

7. Análisis y conclusiones.

Contesta si se han cumplido los objetivos, lo que se haya aprendido durante la práctica, las explicaciones de lo que ha ocurrido y cualquier cosa que haya ocurrido durante el desarrollo de la práctica que creas que se tiene que mencionar.

8. Cuestiones.

Contesta a las cuestiones que se plantean en los guiones de prácticas.

9. Valoración personal (opcional).

¿Te ha gustado la práctica? ¿Qué mejorarías? ¿Qué te ha sorprendido?

PAUTAS PARA EL INFORME DE LABORATORIO DE LA PRÁCTICA DE PREPARACIÓN DE HOLUROS DE COBRE (I).

Esta práctica se diferencia del resto porque incluye un componente de indagación: debéis buscar y seleccionar un método de síntesis de haluros de cobre (I) basándoos en la información científica que encontréis. Por eso, además de los apartados generales del informe de laboratorio, debéis añadir los siguientes:

1. Revisión bibliográfica.

Recoge de forma clara y resumida la información fiable que habéis encontrado sobre cómo se pueden sintetizar haluros de cobre (I). Comparad brevemente los distintos métodos que habéis localizado. Indicad cuál habéis elegido y por qué (criterios como sostenibilidad, seguridad, residuos, disponibilidad de materiales...).

2. Bibliografía

Incluid correctamente las referencias de las fuentes que habéis consultado (páginas web, libros, artículos, vídeos...). Evitad sitios no fiables (como foros o redes sociales sin base científica). Indicad autor, título, año y enlace o fuente consultada, siguiendo un formato claro.

ANEXO III: NORMAS DE LABORATORIO

Estas recomendaciones están pensadas para asegurar la seguridad del alumnado, el uso responsable del material y la correcta ejecución de los experimentos:

NORMAS GENERALES DE LABORATORIO

1. No entrar al laboratorio sin supervisión docente.
2. Llevar bata y gafas de seguridad siempre que se manipulen productos químicos o haya riesgo de salpicaduras.
3. Atender siempre a las instrucciones del profesor/a antes, durante y después de cada práctica.
4. No comer ni beber en el laboratorio.
5. Leer cuidadosamente el guion de prácticas antes de comenzar.
6. Identificar correctamente los productos químicos y comprobar etiquetas antes de su uso.
7. Evitar el contacto directo con sustancias químicas y lavarse las manos al finalizar la sesión.
8. No pipetear con la boca. Utilizar siempre peras o sistemas mecánicos.
9. No dejar frascos o material cerca del borde de la mesa.
10. No tirar productos químicos por el desagüe sin consultar al docente.
11. Informar inmediatamente de cualquier accidente, rotura o derrame.
12. Mantener el área de trabajo limpia y ordenada.
13. Recoger y limpiar el material al finalizar cada práctica.

PRECAUCIONES ESPECÍFICAS PARA LAS PRÁCTICAS PROPUESTAS

1. Precipitación de $\text{Cu}(\text{OH})_2$ y cálculo estequiométrico

Usar guantes y gafas, ya que el NaOH es corrosivo.

Evitar el contacto directo con el precipitado.

2. Reactivo limitante de lo cotidiano al rigor científico.

El HCl es irritante: usar guantes, gafas y trabajar en lugar ventilado.

Controlar la velocidad de adición del ácido para evitar efervescencia excesiva.

3. Volúmenes de reactivos utilizados en reacciones de neutralización ácido-base

Añadir lentamente el NaOH para evitar reacciones bruscas.

4. Preparación de haluros de cobre (I)

Evitar el contacto con los productos de síntesis.

Asegurarse de no mezclar productos incompatibles.

5. Reloj de yodo

El peróxido de hidrógeno puede causar irritaciones: usar gafas y guantes.

Tener cuidado con las disoluciones concentradas.

Desechar residuos en recipientes específicos.

6. Lluvia de oro

No ingerir reactivos ni inhalar vapores del plomo ($\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$).

Trabajar con guantes y evitar derrames.

No desechar restos de plomo por el desagüe: recogerlos en un contenedor para metales pesados.

7. Pasta de dientes de elefante

El peróxido concentrado es muy reactivo: usarlo con precaución.

Realizar esta práctica en una bandeja o recipiente amplio para contener la espuma.

8. Determinación de pH con col lombarda

Manipular con cuidado los extractos ácidos y básicos.

Usar guantes.

9. Peta Zetas y equilibrio

No ingerir los caramelos una vez usados en la práctica.

10. Reacción redox con golosinas.

Evitar el contacto con KMnO_4 (puede manchar e irritar).

ANEXO IV: CUESTIONARIO SOBRE LA MOTIVACION DEL ALUMNADO.

Nº	Ítem	1	2	3	4	5
1	Me interesa lo que se aprende en la asignatura de Física y Química.					
2	Creo que lo que aprendo en esta asignatura será útil para mi vida diaria.					
3	Me esfuerzo en esta asignatura porque me gusta, no solo por la nota.					
4	Me siento capaz de entender los contenidos de Física y Química.					
5	Las actividades prácticas me ayudan a comprender mejor la teoría.					
6	Me siento más motivado/a cuando hacemos experimentos o prácticas de laboratorio.					
7	Me gustaría que en esta asignatura hiciéramos más actividades relacionadas con la realidad.					
8	Disfruto trabajando en grupo en las clases de Física y Química.					
9	Creo que la Física y la Química son materias difíciles de entender.					
10	Me siento más motivado/a cuando puedo investigar y sacar mis propias conclusiones.					
11	Prefiero hacer actividades prácticas que ejercicios teóricos en esta asignatura.					
12	El profesor/a logra que me interese por los temas de Física y Química.					