



Máster en Formación del Profesorado

Especialidad en Física y Química

SECUENCIA DIDÁCTICA: APLICACIONES **DE LA ELECTROQUÍMICA**

2º BACHILLERATO

Asignatura: Didáctica de la química

Profesora: M^a Mercedes Martínez Aznar.

Departamento de Didáctica de las Ciencias experimentales, Sociales
y Matemáticas. Facultad de Educación.

Grupo 2

Laura Fuertes Monge

Amanda Gúzman Bonilla

Carlos Elías Martínez Amselem

María Isabel Oter Madrid

Curso 2022-2023

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN	1
1. ANÁLISIS DE CONTEXTO	3
1.1. EL TIEMPO Y EL MATERIAL COMO FACTORES LIMITANTES	3
1.2. EL CURRÍCULO ESCOLAR	3
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO	7
2.1. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMNADO. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS	7
2.2. SELECCIÓN DE CONTENIDOS	12
2.3. RELACIÓN ENTRE LOS CONTENIDOS	15
3. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS	16
3.1. PRESUPUESTOS METODOLÓGICOS	16
3.2. DISEÑO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES	17
4. EVALUACIÓN	39
4.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN	39
4.2. LA EVALUACIÓN EN EL MARCO DE LAS COMPETENCIAS	40
5. BIBLIOGRAFÍA	48
ANEXOS	50
Indicadores de evaluación	50

INTRODUCCIÓN

Esta Secuencia Didáctica (SD, de ahora en adelante) aborda las aplicaciones de la electroquímica en ámbitos industriales y cotidianos en conjunción a contenidos transversales relativos a los inicios históricos de una de estas aplicaciones y su impacto medioambiental. Para tratar estos temas nos posicionamos bajo el marco de teorías constructivista del aprendizaje y del cambio significativo. Desde el constructivismo, el alumno aprende construyendo activamente significados desde su experiencia y en conexión con sus compañeros y su contexto social (Putnam, R. T. y Borko, H. (2000)). Desde los planteamientos constructivistas más enfocados en el aprendizaje individual, aunque también sin ser ajeno al socioconstructivismo, surge el concepto de cambio conceptual (Wheatley, G. H. (1991)). La definición de cambio conceptual con la que se plantea este proyecto es, entre las varias que figuran en la literatura, la de aprendizaje en el que las estructuras conceptuales previas a la instrucción de los alumnos han de ser fundamentalmente reestructuradas para facilitar el entendimiento y adquisición de conceptos científicos (Duit, R. y Treagust, D.F. (2003)).

Nuestro objetivo es que los alumnos construyan tanto conocimientos proposicionales como procedimentales. Para ello, se proponen prácticas científicas en las que los alumnos llevan a cabo procedimientos a la vez que manejan conceptos proposicionales en los diversos niveles de representación propuestos por Johnstone, A. H. (1991).

Dado que esta SD se expone tras haber abordado temas como el equilibrio químico y las reacciones de reducción-oxidación, los niveles de representación microscópico y simbólico ya han sido trabajados. A pesar de ello, aunque la realización de experimentos cumpla la función de poner a los escolares en contacto con la representación macroscópica, los niveles microscópico y simbólico se trabajan con material audiovisual y ha de aplicarse tanto al llevar a cabo experimentos como en las actividades de reflexión.

Para facilitar el aprendizaje desde el marco constructivista, partimos de la identificación de las concepciones alternativas presentes en nuestros alumnos. Dado que es posible que su experiencia cotidiana no les haya llevado a reflexionar acerca de la electroquímica, asumimos que las concepciones alternativas habituales que figuran en la literatura han surgido en el aula. Por ello, en el cuestionario inicial planteado para

identificar las concepciones alternativas, preguntamos acerca de cuestiones de electroquímica que habremos trabajado en unidades previas.

Los principios en los que se basan esta SD son los siguientes:

- La Química es una ciencia experimental. Las actividades se han diseñado con esto en mente, considerando que el aprendizaje de la Química no se limita a conceptos proposicionales. Las prácticas científicas, tanto las llevadas a cabo en el laboratorio como aquellas que se pueden realizar en el aula o en casa son imprescindibles.
- El aprendizaje significativo se ve favorecido al tratar problemas científicos abiertos planteados desde la Metodología de Resolución de Problemas por Indagación (MRPI o IBSE por sus siglas en inglés) (Martínez Aznar, M. M. y Varela, M.P. (2009); Acar-Sesen, B. y Tahar, L. (2011)).
- La aplicación de la electroquímica a la fabricación de pilas y baterías como las primeras prácticas científicas históricas en el estudio de la corriente eléctrica.
- La aplicación de la deposición electroquímica para el recubrimiento de metales. Utilidades de esta aplicación en contextos cotidianos e industriales e impacto ambiental.

1. ANÁLISIS DE CONTEXTO

Este apartado incluye la duración y el material disponible para el desarrollo de la secuencia didáctica. Además, se incluye un apartado sobre el currículo escolar, junto con la tabla que relaciona las competencias con los descriptores, los saberes y los criterios de evaluación.

1.1. EL TIEMPO Y EL MATERIAL COMO FACTORES LIMITANTES

Esta SD se desarrollará a lo largo de entre 8 y 10 clases de 50 minutos. Para llevar a cabo las prácticas científicas se requiere el uso del laboratorio del centro y del material que disponga. Algunas prácticas se llevarán a cabo predominantemente con materiales de uso doméstico. Será necesario contar con dispositivos electrónicos, ya sean ordenadores, *tablets*, *smartphones*, pantalla digital o proyector, para el desarrollo de las actividades TIC.

1.2. EL CURRÍCULO ESCOLAR

Para esta SD se han extraído los contenidos de la materia de Química de 2º de Bachillerato en relación a las reacciones redox de la **Orden EFP/755/2022** en la que se establece el currículo y se regula la ordenación del Bachillerato. Es el último documento a nivel estatal después del Real Decreto 243/2022, donde se establecen la ordenación y enseñanzas mínimas del Bachillerato de acuerdo con la **Ley Orgánica 3/2020, por la que se modifica la LOE de 2006 (LOMLOE)**.

En el documento legislativo usado como referencia (Orden EFP/755/2022) se destaca sobre la enseñanza de la Química:

“En la naturaleza existen infinidad de procesos y fenómenos que la ciencia trata de explicar a través de diferentes leyes y teorías. El aprendizaje de disciplinas científicas empíricas como la química fomenta en los estudiantes el interés por comprender la realidad y valorar la relevancia de esta ciencia tan completa y versátil a partir del conocimiento de las aplicaciones que tiene en distintos contextos. Mediante el estudio de la química se consigue que el alumnado desarrolle competencias para comprender y describir cómo es la composición y la naturaleza de la materia y cómo se transforma. A lo largo de la Educación Secundaria Obligatoria y el 1.er curso de Bachillerato, el alumnado se ha iniciado en el conocimiento de la química y, mediante una primera aproximación, ha aprendido los principios básicos de esta ciencia, y cómo estos se aplican a la descripción de los fenómenos químicos más sencillos. A partir de

aquí, el propósito principal de esta materia en 2.º de Bachillerato es profundizar sobre estos conocimientos para aportar al alumnado una visión más amplia de esta ciencia, y otorgarle una base química suficiente y las habilidades experimentales necesarias, con el doble fin de desarrollar un interés por la química y de que puedan continuar, si así lo desean, estudios relacionados.

Para alcanzar esta doble meta, este currículo de la materia de Química en 2.º curso de Bachillerato propone un conjunto de competencias específicas de marcado carácter abierto y generalista, pues se entiende que el aprendizaje competencial requiere de una metodología muy particular adaptada a la situación del grupo. Entender los fundamentos de los procesos y fenómenos químicos, comprender cómo funcionan los modelos y las leyes de la química y manejar correctamente el lenguaje químico forman parte de las competencias específicas de la materia. Otros aspectos referidos al buen concepto de la química como ciencia y sus relaciones con otras áreas de conocimiento, el desarrollo de técnicas de trabajo propias del pensamiento científico y las repercusiones de la química en los contextos industrial, sanitario, económico y medioambiental de la sociedad actual completan la formación competencial del alumnado, proporcionándole un perfil adecuado para desenvolverse según las demandas del mundo real.

A través del desarrollo de las competencias y los bloques de saberes asociados se logra una formación completa del alumnado en química. No obstante, para completar el desarrollo curricular de esta materia es necesario definir también sus criterios de evaluación que, como en el resto de materias de este currículo, son de carácter competencial por estar directamente relacionados con cada una de las competencias específicas que se han propuesto y con los descriptores competenciales del Bachillerato. Por este motivo, el currículo de la materia de Química de 2.º de Bachillerato presenta, para cada una de las competencias específicas, un conjunto de criterios de evaluación que tienen un carácter abierto, yendo más allá de la mera evaluación de conceptos y contemplando una evaluación holística y global de los conocimientos, destrezas y actitudes propios de las competencias definidas para esta materia.

El aprendizaje de la Química en 2.º de Bachillerato estructura los saberes básicos en tres grandes bloques, que están organizados de manera independiente de forma que permitan abarcar los conocimientos, destrezas y actitudes básicos de esta ciencia adecuados a esta etapa educativa. Aunque se presenten en este documento con un orden

prefijado, al no existir una secuencia definida para los bloques, la distribución a lo largo de un curso escolar permite una flexibilidad en temporalización y metodología.

[...] El segundo bloque de saberes básicos introduce los aspectos más avanzados de las reacciones químicas sumando, a los cálculos estequiométricos de cursos anteriores, los fundamentos termodinámicos y cinéticos. A continuación, se incluye el estado de equilibrio químico resaltando la importancia de las reacciones reversibles en contextos cotidianos, para terminar, se presentan ejemplos de reacciones químicas que deben ser entendidas como equilibrios químicos, como son las que se producen en la formación de precipitados, entre ácidos y bases y entre pares redox conjugados.

[...] Este enfoque está en la línea del aprendizaje STEM, con el que se propone trabajar de manera global todo el conjunto de las disciplinas científicas. Independientemente de la metodología aplicada en cada caso en el aula, es deseable que las programaciones didácticas de esta materia contemplen esta línea de aprendizaje para darle un carácter más competencial, si cabe, al aprendizaje de la química.”

En **Figura 1** se recogen las competencias específicas, descriptores, los saberes y criterios de evaluación abordados en esta SD sobre las aplicaciones de las reacciones electroquímicas. Así, en la primera fila se indican las competencias específicas para la asignatura de física y química de primero de bachillerato, en la segunda fila se muestran los descriptores y en la tercera fila los criterios de evaluación vinculados también a los saberes que se quieren abordar en esta SD. Estos saberes se muestran en la primera columna, diferenciados en “destrezas científicas básicas” (A) y en “aplicaciones de la electroquímica” (B).

FÍSICA Y QUÍMICA DE BACHILLERATO-VINCULACIÓN CON CRITERIOS DE EVALUACIÓN															
COMPETENCIAS ESPECÍFICAS	2CCL	3CCL	1STEM	1STEM	2STEM	3STEM	5STEM	5STEM	5STEM	6STEM	5CD	4CPSAA	1CE	3CE	4CE
DESCRIPTORES	2	1	1	2	2	4	1	2	3	4	3	5	1	3	2
SABERES/CRITERIOS DE EVALUACIÓN	2.3	3.1		1.3	2.3	3.2	5.3	5.2	5.3	6.1	5.4	4.3	1.3	3.3	4.3
A. Las destrezas científicas básicas															
Aproximación a las metodologías de la investigación científica: identificación y formulación de cuestiones, elaboración de hipótesis y comprobación experimental de las mismas.			X				X	X	X		X			X	
El método científico y sus etapas															
Introducción a los entornos y recursos de aprendizaje científico: el laboratorio y los entornos virtuales.									X			X			
Aproximación al trabajo en el laboratorio científico			X								X	X		X	
Introducción al material básico del laboratorio		X									X	X			
Instrumentos de medida									X						
Fundamentos básicos de eliminación y reciclaje de residuos									X		X				
Descripción de normas básicas de seguridad en el laboratorio			X												
Introducción al etiquetado de productos químicos y su significado															
Valoración de la cultura científica y del papel de los científicos en los principales hitos históricos y actuales de la física y de la química.															
B. Aplicaciones de electroquímica															
Introducción a los conceptos básicos de electroquímica	X														
Potenciales de reducción estándar		X			X		X	X			X				
Identificación de electrodos en celdas electroquímicas		X		X			X	X			X				
Componentes de pilas galvánicas			X	X		X	X	X			X	X		X	
Descripción del funcionamiento de pilas y baterías			X									X		X	X
Determinación de la f.e.m en pilas					X			X	X		X	X			
Introducción al concepto de galvanoplastia			X	X			X				X	X		X	
Leyes de Faraday relacionadas con electrodeposición		X	X		X	X	X	X	X			X			
Aplicaciones industriales de galvanoplastia	X									X			X		X

Figura 1. Tabla que relaciona las competencias específicas con los descriptores, los saberes que se quiere abordar en la secuencia didáctica y los criterios de evaluación a seguir.

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO

El análisis didáctico se va a realizar desarrollando dos aspectos: las características del alumnado y los contenidos que componen la SD en términos de competencias.

2.1. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMNADO. CONCEPCIONES ALTERNATIVAS

Se describen a continuación (ver **Figura 2**), las concepciones alternativas sobre los contenidos conceptuales descritos en el apartado anterior. Estas concepciones alternativas deben tomarse como punto de partida para diseñar las actividades de aprendizaje y deben ser objeto de diagnóstico. Dada la extensión del tema objeto de estudio se han agrupado las concepciones en trece grandes bloques como muestra el siguiente listado:

Concepto	Concepción alternativa	Concepción científica
1. Corriente eléctrica	Los protones fluyen por conductores metálicos.	Los electrones fluyen por conductores metálicos.
	La corriente convencional es el movimiento de cargas positivas (generalmente protones).	La corriente convencional es el movimiento de las cargas implicadas, iones o electrones.
	La electricidad en física y química son conceptos distintos porque fluyen en sentidos contrarios.	El fenómeno descrito por la física y la química es el mismo. En física se utiliza un convenio distinto por razones históricas.
	Los protones fluyen por los electrolitos independientemente de la acidez del medio.	Según la acidez del medio, el ajuste se realiza con protones o con aniones hidróxido.
	Los electrones fluyen por los electrolitos.	En la disolución, las cargas que se mueven son los iones.
	Protones y electrones fluyen en sentidos opuestos en el electrolito.	

	Los electrones se mueven en la disolución al ser atraído de un ion a otro.	
	El movimiento de iones en la disolución no constituye una corriente eléctrica.	El movimiento de iones en la disolución es una parte esencial de la corriente eléctrica de la reacción electroquímica.
2.Potencial y fem	La diferencia de potencial entre dos puntos se debe sólo a la diferente concentración de cargas en esos puntos.	La diferencia de potencial se debe a los potenciales de reducción de las sustancias y las concentraciones de las disoluciones.
	Hay una alta concentración de electrones en el ánodo. Hay una baja concentración de electrones en el cátodo.	Todos los componentes de la pila permanecen neutros en todo momento debido al movimiento de las cargas.
3.Asignar estados de oxidación	El estado de oxidación de un elemento es el mismo que la carga ion monoatómico de ese elemento.	Aunque esta concepción es cierta para algunos elementos (p.ej.: el estado de oxidación del Li siempre es +1), en general depende del compuesto (p.ej.: en un peróxido, el estado de oxidación del H es -1).
	Se pueden asignar estados de oxidación a una molécula o un ion poliatómico.	El estado de oxidación se debe asignar a cada componente de la molécula o ion poliatómico.
	La carga de una molécula o un ion poliatómico indica su estado de oxidación.	
	En una ecuación, los cambios de carga de una especie poliatómica se pueden usar para identificar	Los cambios de carga no reflejan necesariamente los cambios de número de oxidación.

	reacciones redox.	
	En una ecuación, los cambios de carga de una especie poliatómica determinan los electrones ganados o perdidos por los reactivos.	Una especie poliatómica puede cambiar de carga manteniendo los estados de oxidación de sus componentes inalterados.
4.Definiciones de reacciones redox	En todas las ecuaciones químicas, la definición de oxidación como adición de oxígeno y la reducción como sustracción de oxígeno son válidas para identificar la oxidación y reducción.	Existen reacciones redox en las que no hay oxígeno presente. Hay diversas definiciones de oxidación y reducción. La oxidación puede definirse como (a) la pérdida de electrones o (b) un aumento en el estado de oxidación. La reducción se define de forma contraria.
5.Interdependencia de oxidación y reducción	Los procesos de oxidación y reducción pueden ocurrir de manera independiente.	Una sustancia no puede oxidarse (o reducirse) sin reducir (u oxidar) otra. Por tanto, oxidación y reducción deben ocurrir conjuntamente.
6.Identificación de electrodos en celdas electroquímicas	En las tablas de potenciales de reducción estándar, la especie con mayor E^0 es siempre el ánodo.	A la hora de seleccionar ánodo y cátodo, lo único a tener en cuenta es que la f.e.m. resultante sea positiva. Mientras se cumple esta condición, el ánodo puede ser la especie con mayor o menor potencial de reducción.
	Las tablas de potenciales de reducción estándar ordenan los metales por reactividad decreciente de abajo a arriba.	Las tablas de potenciales se ordenan en función del carácter reductor de las especies. La reactividad depende de con qué otra sustancia se le haga reaccionar.
7.Semicelda estándar	No es necesario designar una semicelda estándar.	Debido a la dificultad a la hora de medir potenciales de reducción absolutos, es necesario designar una semicelda estándar a partir de la cual medir potenciales relativos.

	La designación del E^0 del $H_2(1M)/H^+$ no es arbitraria, sino que está basada en propiedades químicas del H^+ y H_2 .	Las propiedades del hidrógeno determinan su potencial de reducción absoluto. La elección de éste como potencial estándar es completamente arbitraria.
8. Corrientes en celdas electroquímicas	El puente salino aporta electrones para completar el circuito.	La función del puente salino es aportar aniones y cationes a las respectivas disoluciones para asegurar la neutralidad de la carga global de éstas. Un exceso o defecto de carga tendría como resultado que la reacción dejase de producirse.
	El puente salino asiste al flujo de corriente, porque los cationes en éste atraen electrones de una celda a otra.	
	En una celda electroquímica los aniones y cationes se mueven hasta que su concentración en ambas celdas es la misma.	La condición bajo la cual la reacción deja de ocurrir es alcanzar el equilibrio químico, que puede alcanzarse a distintas concentraciones.
9. Carga en los electrodos de celdas electroquímicas	El ánodo está cargado negativamente y por ello atrae cationes. El cátodo está cargado positivamente y por ello atrae aniones.	El ánodo está cargado positivamente porque es donde se produce la oxidación. El cátodo está cargado negativamente.
10. Identificación de electrodos en celdas electrolíticas	En una celda electrolítica, la polaridad de los terminales es irrelevante en la asignación de ánodo y cátodo.	La polaridad de los terminales determina quién es el ánodo y quién el cátodo en una celda electrolítica. El ánodo se conecta al terminal de mayor potencial, al contrario que el cátodo.
	En la superficie de electrodos inertes no tienen lugar reacciones.	La oxidación y la reducción tienen lugar en los electrodos, aun siendo éstos inertes.

	Los procesos en los electrodos son inversos en las celdas electroquímicas y electrolíticas. En las electroquímicas, la oxidación ocurre en el ánodo y la reducción en el cátodo, y en las electrolíticas la contrario.	La pérdida de electrones (oxidación) tiene lugar siempre en el ánodo, y la ganancia (reducción) en el cátodo.
11.Productos de la electrólisis y magnitud de la f.e.m. aplicada	El agua no reacciona en la electrólisis de soluciones acuosas.	En el ánodo, el agua trata de oxidarse para producir oxígeno (gas), mientras que en el cátodo el agua trata de reducirse para producir hidrógeno (gas).
	Al predecir las reacciones en celdas electrolíticas, las semiecuaciones de reducción y oxidación de las tablas de potenciales de reducción estándar se invierten antes de combinarse.	Sólo la semiecuación de la especie reductora debe invertirse respecto a cómo figura en las tablas de potenciales de reducción, ya que ésta es la que pasa por la oxidación.
	La f.e.m. predicha puede ser positiva.	La f.e.m. predicha en una reacción de electrólisis debe ser negativa. De lo contrario, la reacción ocurriría espontáneamente sin necesidad de conectar una diferencia de potencial.
	No hay relación entre la f.e.m. calculada y la magnitud del voltaje aplicado.	La magnitud del voltaje aplicado debe ser mayor a la f.e.m. predicha en valor absoluto.

Figura 2. Tabla de concepciones alternativas comunes relativas a las reacciones de oxidación y reducción en los estudiantes de Bachillerato junto a los conceptos científicos asociados. Conceptos 1-5 procedentes de Garnett, P. J. y Treagust, D. F. (1992a) y conceptos 6-11 procedentes de Garnett, P. J. y Treagust, D. F. (1992b).

2.2. SELECCIÓN DE CONTENIDOS

Análisis de los tipos de saberes básicos (contenidos)

Los contenidos, también llamados saberes básicos se distribuyen en las tres categorías asumidas en el Modelo para la elaboración de las unidades didácticas:

- Conocimientos: El alumno tiene que saber que...
- Capacidades: El alumno tiene que ser capaz de...
- Actitudes: El alumno debe aprender a...

En el caso concreto de esta secuencia didáctica, se incluyen entre paréntesis los indicadores para conocimientos, capacidades y actitudes correspondientes, obteniendo como resultado la siguiente tabla (ver **Figura 3**). Los indicadores utilizados en la elaboración de la tabla anterior aparecen explicados en la tabla del anexo.

Área de contenido	Conocimientos: el alumno tiene que saber ...	Capacidades: el alumno tiene que ser capaz de...	Actitudes: El alumno debe aprender a...
Pilas y baterías	<ul style="list-style-type: none">- El funcionamiento y las características y las diferencias y similitudes de diferentes pilas y baterías galvánicas. (C3)- Expresar correctamente en lenguaje científico los procesos redox que tienen lugar en las pilas electroquímicas (C2)- Identificar los procesos redox que tienen lugar en una pila siendo capaz de escribir y ajustar las reacciones de oxidación-reducción que	<ul style="list-style-type: none">- Analizar un proceso de oxidación reducción con la generación de corriente eléctrica, como por ejemplo la pila Daniell (R3, R7)- Construir diferentes tipos de pilas galvánicas (pila de Volta, pila Daniell, pilas a partir de frutas) (R5)- Explicar el funcionamiento de una pila galvánica (A4)	<ul style="list-style-type: none">- Construir y diseñar pilas galvánicas identificando el cátodo y el ánodo además de los procesos redox que tienen lugar (Ac.2)

	<p>ocurren en los electrodos. (C1,C2,C3)</p> <p>- Identificar las especies oxidantes y reductoras presentes en una pila o batería. (C4)</p> <p>- Calcular la f.e.m de una pila galvánica a partir de los potenciales de reducción (C4)</p>		
Galvanoplastia	<p>- Determinar la cantidad de materia depositada en una celda electrolítica utilizando las leyes de Faraday para la electrólisis (C4)</p> <p>- En qué consiste el proceso de galvanoplastia y sus aplicaciones en la industria (C2)</p> <p>- Expresar correctamente en lenguaje científico los procesos redox que tienen lugar en los procesos de galvanoplastia(C2)</p>	<p>- Resolver problemas que impliquen calcular la cantidad de materia depositada en un electrodo aplicando las leyes de Faraday para la electrólisis (R1)</p> <p>-Diseñar un proceso de galvanoplastia para cubrir un metal con una capa metálica con un objetivo concreto (R5)</p>	<p>- Proponer y conocer procesos de galvanoplastia para la protección de los metales con objetivos concretos como la protección contra la corrosión o la oxidación.(Ac.1, Ac.2)</p>

Trasversales	<ul style="list-style-type: none"> - Realizar esquemas o mapas conceptuales (C4) - Las normas de seguridad del laboratorio y la utilización adecuada del material del laboratorio (C1) - Analizar y comprender artículos científicos (C1) 	<ul style="list-style-type: none"> - Dar una solución a una situación problemática concreta. Elaborando hipótesis y planificando un proceso para confirmarla, realizando experimentalmente ese proceso y elaborando conclusiones. (A3, R2, R3, R4, R6, R7) - Utilizar un criterio para clasificar términos (A1) - Buscar información, selecciona, analiza información acerca de procesos redox y sus aplicaciones y repercusiones en la sociedad. (R6) - Escribir los procedimientos llevados a cabo de forma coherente, cohesionada y con el vocabulario adecuado. (Co.1) - Extraer información de gráficos. (A2) 	<ul style="list-style-type: none"> - Respetar las normas de seguridad del laboratorio, además de cuidar y conservar el material. (Ac. 2) - Acepta que las conclusiones se derivan de los datos empíricos y no de las opiniones. (Ac.2) - Asume que la redacción del informe es un requisito del proceso de aprendizaje. (Ac.2) - Integrarse y cooperar proyecto colectivo: participando en su concepción e implicándose en su desarrollo, presentarlo valorando la contribución de cada miembro del grupo, asumir las reglas, representar al grupo, aceptar y asumir el éxito/fracaso del proyecto. (Ac.2) - Ser consciente del impacto medioambiental de las pilas y baterías (Ac.1)
---------------------	--	---	--

Figura 3. Tabla que recoge los indicadores para conocimientos, capacidades y actitudes correspondientes para esta secuencia didáctica.

2.3. RELACIÓN ENTRE LOS CONTENIDOS

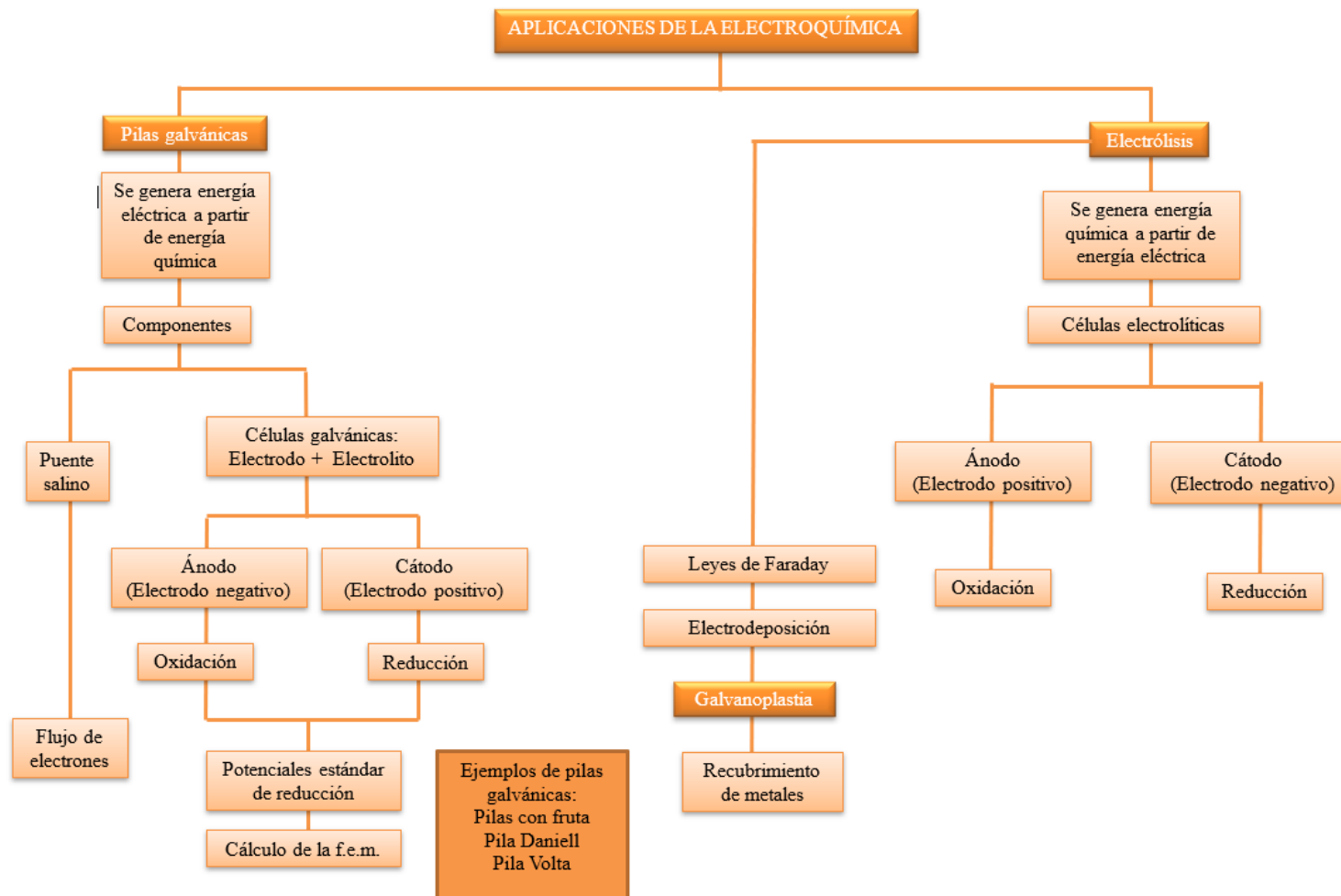


Figura 4. Esquema de la visión general de la secuencia didáctica.

3. ESTRATEGIAS DIDÁCTICAS

En este apartado hacemos explícitas las decisiones respecto a cómo afrontar la metodología de trabajo en el aula durante el proceso de enseñanza-aprendizaje.

3.1. PRESUPUESTOS METODOLÓGICOS

Según el Real Decreto 217/2022, de 29 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas mínimas de la Educación Secundaria Obligatoria (BOE de 30 de marzo de 2022), los centros elaborarán sus propuestas pedagógicas para todo el alumnado de esta etapa atendiendo a su diversidad. Asimismo, arbitrarán métodos que tengan en cuenta los diferentes ritmos de aprendizaje del alumnado, favorezcan la capacidad de aprender por sí mismos y promuevan el trabajo en equipo. Prestándose atención especial a la adquisición y desarrollo de las competencias establecidas en el Perfil de salida del alumnado al término de las enseñanzas básicas. Se dedicará tiempo para la realización de proyectos significativos y relevantes y a la resolución colaborativa de problemas, reforzando la autoestima, la autonomía, la reflexión y la responsabilidad (pág. 8).

Para ello, se partirá de las ideas, concepciones o creencias mantenidas por los estudiantes, se limitarán las exposiciones informativas a cuando sean necesarias, y se basará en las actividades a desarrollar por el alumnado. Se pretende que, en cada sesión de clase, el alumno trabaje de forma individual y grupal, fomentándose el debate y exposición de las ideas trabajadas y argumentadas. Creemos que la reflexión personal, como punto de partida para la posterior cooperación con los otros, es una necesidad para favorecer el aprendizaje cognitivo tanto personal como social. Nuestra intención es hacer las clases dinámicas y variadas para evitar, en lo posible la pérdida de atención e interés por parte del alumnado.

Así pues, las actividades/tareas a desarrollar por los escolares van a ser las que organicen el desarrollo de los contenidos. Debemos incidir en la idea de que la secuencia de las tareas implica orden concreto en su realización y no una mera presentación de estas, y que su realización incluye abordar conjuntamente los contenidos conceptuales, de procedimientos y actitudes. Hay que recalcar que este enfoque curricular supone asumir la estructura trifásica característica de los modelos de enseñanza para el cambio conceptual.

Además, se adopta la metáfora del equipo de investigación donde el profesor, es el experto que ayuda y facilita la inmersión de los novatos o principiantes en las tareas científicas del grupo. Este rol del docente acarrea una cierta imprevisión e incertidumbre durante el proceso de enseñanza-aprendizaje, requiriendo para su clarificación de un mayor dominio de los contenidos y de las estrategias de enseñanza. En lo que respecta al estudiante, esta forma de abordar la SD supone un mayor esfuerzo y colaboración. Ellos serán los responsables de realizar las actividades, redactar y argumentar sus ideas o conclusiones, escribir sobre los experimentos realizados, trabajar a la vez los niveles práctico y teórico para hacer el aprendizaje significativo y dinámico, es decir, asumirán que en las clases “se piensa, se debate y se escribe”.

La unidad formativa la iniciamos con algunas actividades para la detección/diagnóstico de las concepciones alternativas que son válidas para la presente SD. La intención es que los escolares sean conscientes de sus propios conocimientos más que corroborar o comprobar la presencia de las concepciones alternativas sobre los contenidos relacionados con la reacción química. En lo que se refiere a los recursos materiales para algunas actividades se han preparado documentos a modo de ayudas didácticas, para facilitar el trabajo autónomo del alumnado, promover la reflexión y familiarizarles con textos donde se comunican temas científicos.

3.2. DISEÑO Y SECUENCIA DE ACTIVIDADES

En este caso proponemos diez actividades que atendiendo a su clasificación en relación con el proceso de cambio conceptual son:

ACTIVIDADES PRE-INICIACIÓN	ACTIVIDADES DE INICIACIÓN	ACTIVIDADES PARA REESTRUCTURAS LAS IDEAS	ACTIVIDADES DE APLICACIÓN DE LAS NUEVAS IDEAS
1	2,3,4,5	6,7,8,9	10

A continuación, incluimos la secuencia de dichas actividades y los materiales específicos para su desarrollo:

ACTIVIDAD 1

Cuestionario sobre concepciones alternativas

1. ¿En qué piensas cuando hablamos de partículas cargadas?
2. ¿Qué significa que algo esté positiva o negativamente cargado?
3. Describe una corriente eléctrica. Cuenta lo que sabes de circuitos eléctricos.
4. ¿Qué hace que la corriente fluya?
5. ¿Cuál de las siguientes ecuaciones representa una reacción redox? Explica tu respuesta.
 - a. $2\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow 2\text{MgO}$
 - b. $\text{Mg} + 2\text{HCl} \rightarrow \text{MgCl}_2 + \text{H}_2$
 - c. $\text{H}^+ + \text{OH}^- \rightarrow \text{H}_2\text{O}$
 - d. $\text{CO}_3^{2-} + 2\text{H}^+ \rightarrow \text{H}_2\text{O} + \text{CO}_2$
6. Para alguna de las reacciones redox de la pregunta anterior, identifica los agentes oxidantes y reductores.
7. ¿Qué puedes contar acerca de los números de oxidación?
8. Ajusta las siguientes ecuaciones. ¿Qué clase de reacciones representan?
 - a. $\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{SO}_2 + \text{Br}_2 + \text{H}_2\text{O}$
 - b. $\text{Zn} + \text{NO}_3^- \rightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{NO} + \text{H}_2\text{O}$
9. ¿Para qué se usan las semirreacciones?

ACTIVIDAD 2

Mapa inicial: carreteras hacia la electroquímica

Realiza un mapa conceptual con los siguientes conceptos:

- Reacciones de redox
- Estado de oxidación
- Celdas electroquímicas
- Espontaneidad
- Oxidante
- Potencial de reducción
- Reductor

ACTIVIDAD 3

Diferencias de potencial de diferentes metales en diferentes frutas

1. Diseña experimentos para observar las diferencias de potencial entre una lámina de cobre y otras láminas de metales como Zn, Sn, Mg o Ni inmersas en frutas como limón, naranja y manzana.
2. Razona por qué cambian las diferencias de potencial dependiendo de la combinación realizada.

ACTIVIDAD 4

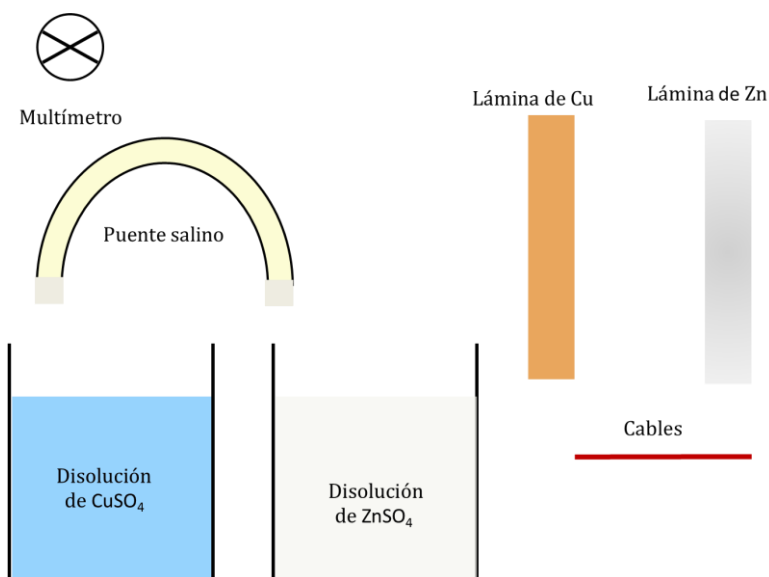
Pila Volta

La pila de Volta permite generar electricidad a pequeña escala.

1. Descubre las propiedades de una pila con los siguientes materiales.
 - Monedas de cobre (céntimos)
 - Arandelas metálicas de Zn
 - Cartón
 - Multímetro
 - Vinagre
 - Cinta adhesiva
 - Cables de cobre
 - Papel de aluminio.
2. ¿Influye la disposición de los materiales?

ACTIVIDAD 5

Puzle de una pila electroquímica: Pila Daniell



1. Ordena los siguientes elementos para construir una pila Daniell. ¿Cómo hay que colocar las láminas y las disoluciones para garantizar que se produzcan la reducción y la oxidación?
2. ¿En qué sentido circulan los electrones?
3. ¿Cuál es el ánodo y cuál es cátodo? ¿Qué semirreacción se da en cada uno?
4. ¿Cuáles son las especies oxidantes y reductoras?
5. Explora distintas combinaciones de electrodos en el siguiente enlace:
<https://labovirtual.blogspot.com/search/label/Escala%20de%20potenciales%20de%20reducción>

ACTIVIDAD 6

Tú también puedes hacerlo

Construye la pila Daniell con los elementos utilizados en la actividad anterior.

1. Escribe las semirreacciones de oxidación y reducción en el ánodo y el cátodo respectivamente. Escribe la ecuación global de la pila.
2. Calcula la f.e.m de la pila Daniell.

Datos: Potenciales de reducción E^0 (Zn^{2+}/Zn)= -0,76 V; E^0 (Cu^{2+}/Cu)= 0,34V

ACTIVIDAD 7

Electroquímica en objetos de la vida cotidiana

Resuelve la siguiente situación problemática: *¿Cómo protegerías una llave de la corrosión?*

DOCUMENTO PARA LA ACTIVIDAD 7

MODELO INVESTIGATIVO PARA LA RESOLUCIÓN DE SITUACIONES PROBLEMÁTICAS (MRPI)

REPRESENTACIÓN DE LA SITUACIÓN PROBLEMÁTICA

1. Análisis cualitativo de la situación problemática

- Comprensión y representación de la situación (marco teórico de referencia)
- Reformulación del problema en términos operativos
- Restricción de condiciones

2. Emisión de hipótesis

Emisión de hipótesis acerca de los factores que puedan determinar la magnitud buscada.

RESOLUCIÓN DEL PROBLEMA

3. Diseño de la experimentación y/o estrategia de resolución

- Identificación y control de variables.
- Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática.
- Representación gráfica o esquemática del diseño.
- Posible establecimiento de analogías con situaciones tratadas anteriormente.
- Toma de decisiones para la resolución del problema.

4. Desarrollo de la experimentación y/o resolución del problema

- Llevar a cabo el diseño.
- Descripción del proceso seguido: las observaciones, las medidas, el registro de datos, etc.

ANÁLISIS DEL PROBLEMA

5. Análisis de resultados

- Búsqueda de regularidades en los datos.
- Interpretación de resultados a la luz de las hipótesis y del marco teórico utilizado.
- Obtención de resultados numéricos, comprobación de unidades, análisis de los órdenes de magnitud, etc.

ACTIVIDAD 8

¿Para qué sirve la electroquímica?

La aplicación tecnológica de la deposición de metales mediante electricidad se conoce como galvanoplastia o electrodeposición. En esta sesión de vídeo podréis adquirir algunos conocimientos sobre el tema. Prestad atención para responder a las siguientes preguntas: [¿Que es la Galvanoplastia? - YouTube](#)

1. ¿Cuáles crees que son los principales usos de la galvanoplastia?
2. ¿Qué beneficios obtiene el material al que se le aplica esta técnica?

ACTIVIDAD 9

La industria de la galvanoplastia

Analiza este artículo de las páginas 363 a 369 y responde las siguientes preguntas:

1. Identifica las ideas principales.
2. ¿Cuáles son los pasos del proceso de galvanoplastia? Describe la etapa de electrolisis.

ACTIVIDAD 10

Ley de Faraday

Calcula la cantidad de cobre que se depositará al hacer pasar una corriente de 100A durante 20 minutos por una solución de sulfato cúprico (CuSO_4).

Peso atómico del Cu = 63,54 g.

DOCUMENTO PARA LA ACTIVIDAD 10

Leyes de Faraday de la Electrólisis: Michael Faraday, formuló las leyes de la electrólisis en 1833.

Primera Ley de Faraday: “La masa de un producto obtenido o de reactivo consumido durante la reacción en un electrodo, es proporcional a la cantidad de carga (corriente x tiempo) que ha pasado a través del circuito”. Esta primera ley, permite calcular, la cantidad de electricidad (en culombios o Faraday) para depositar un equivalente gramo de una sustancia. La unidad eléctrica que se emplea en física es el coulomb (C). Un coulomb se define como la cantidad de carga que atraviesa un punto determinado cuando se hace pasar un amper (A) de corriente durante un segundo.

Segunda Ley de Faraday: “Las masas de diferentes sustancias producidas por el paso de la misma cantidad de electricidad, son directamente proporcionales a sus equivalentes gramos”. Esta ley permite calcular la masa de diferentes sustancias depositadas por la misma cantidad de electricidad. La cantidad de elemento depositado por un Faraday (96.500 C) se conoce como equivalente electroquímico.

SOLUCIONES A LAS ACTIVIDADES

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 1

1. En la respuesta a esta pregunta, se espera que el alumno identifique las partículas elementales cargadas (protones y electrones), así como la existencia de los iones: átomos o compuestos con un número desigual de protones y electrones.
2. El alumno debe expresar con sus propias palabras el hecho de que un exceso o defecto de electrones produce una carga neta no nula.
3. El concepto básico a identificar es el de corriente eléctrica como flujo de partículas cargadas en un circuito cerrado. En mayor o menor detalle, deben hacer referencia al concepto de voltaje, diferencia de potencial o fuerza electromotriz, así como a la resistencia y la intensidad de corriente, y qué relación puede haber entre ellas. También es esperable alguna mención a las aplicaciones de circuitos eléctricos como la de transformar energía eléctrica en lumínica (bombilla o LED) o mecánica (motor).
4. Cualquier respuesta, por breve que sea, debe señalar a la diferencia de potencial.
5. Para responder a esta pregunta, los alumnos deben identificar los estados de oxidación de los componentes. Si lo hacen correctamente, deberán identificar las ecuaciones (a) y (b) como reacciones redox.
6. Si eligen la ecuación (a), el agente oxidante es el oxígeno y el reductor el magnesio. En la ecuación (b), el agente oxidante es el hidrógeno y el reductor el magnesio. Para identificarlos correctamente, deben tener claro que el agente oxidante se reduce (capta electrones) y el reductor se oxida (cede electrones).
7. El número de oxidación de un componente de una sustancia es la hipotética carga que éste tendría si los enlaces fuesen puramente iónicos. Debe hacerse énfasis en que este número no representa la distribución de real en un compuesto, ya que todos los enlaces tienen cierto carácter iónico y cierto carácter covalente. También hay que señalar que se trata de un número asociado a cada componente del compuesto, no al compuesto en sí. Además, hay que prestar atención a si el alumno asocia (erróneamente) el número de oxidación con la carga que tendría un elemento ionizado y si es consciente de que un elemento puede tener distintos números de oxidación en función del compuesto que forme. Se apreciaría que el alumno aportase algunos ejemplos o reglas para asignar números de oxidación, o que indicase que los números de oxidación pueden ser positivos, negativos o cero, con valores comprendidos entre -4 y +8. Un ejemplo que posiblemente muchos alumnos no tengan en cuenta es el de la magnetita (Fe_3O_4), en donde el hierro tiene un número de oxidación fraccionario de $+8/3$.

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 1

8. Para ajustar las ecuaciones deben comenzar identificando los cambios en los números de oxidación que se dan en ambos casos. A partir de ese punto, pueden plantear y ajustar las semirreacciones para realizar el ajuste como se muestra a continuación por el método del ión-electrón (teniendo en cuenta la acidez o basicidad del medio).

a. $(2\text{Br}^- \rightarrow \text{Br}_2 + 2\text{e}^-) \times 1$: El bromo se oxida.

$(\text{SO}_4^{2-} + 4\text{H}^+ + 2\text{e}^- \rightarrow \text{SO}_2 + 2\text{H}_2\text{O}) \times 1$: El sulfato se reduce.

$2\text{HBr} + \text{H}_2\text{SO}_4 \rightarrow \text{Br}_2 + \text{SO}_2 + \text{H}_2\text{O}$: Reacción redox ajustada.

Ajuste realizado en medio ácido.

b. $(\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-) \times 3$: El zinc se oxida.

$(\text{NO}_3^- + 4\text{H}^+ + 3\text{e}^- \rightarrow \text{NO} + 2\text{H}_2\text{O}) \times 2$: El nitrato se reduce.

$3\text{Zn} + 2\text{NO}_3^- + 8\text{H}^+ \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$: Reacción ajustada

Añadimos seis aniones nitratos a ambos lados de la ecuación:

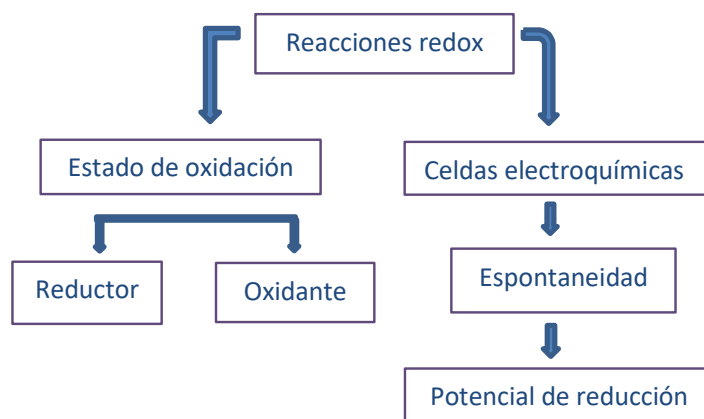
$3\text{Zn} + 2\text{HNO}_3 + 6\text{H}^+ + 6\text{NO}_3^- \rightarrow 3\text{Zn}^{2+} + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O} + 6\text{NO}_3^-$

$3\text{Zn} + 8\text{HNO}_3 \rightarrow 3\text{Zn}(\text{NO}_3)_2 + 2\text{NO} + 4\text{H}_2\text{O}$

Ajuste realizado en medio ácido.

9. En la práctica, las semirreacciones sirven para ajustar las ecuaciones de reacciones redox y para identificar las especies oxidante y reductora. Si han respondido correctamente a la pregunta 8, es muy probable que tengan esto claro. Las semirreacciones de oxidación y reducción siempre deben ocurrir conjuntamente en un proceso redox, ya que los electrones cedidos en la oxidación deben ser captados en la reducción (y para que una especie se reduzca, debe oxidar a otra que le aporte electrones).

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 2



SOLUCIÓN ACTIVIDAD 3

1. El procedimiento a seguir sería el siguiente:

- Se cogen dos limones y se coloca a cada uno de ellos una lámina de cobre y otra lámina de zinc/estaño/magnesio/níquel.
- Se conectan los limones con cables que van desde el cobre de un limón hasta el electrodo zinc/estaño/magnesio/níquel del siguiente limón.
- Se cierra el circuito conectando un multímetro para medir la diferencia de potencial generada.



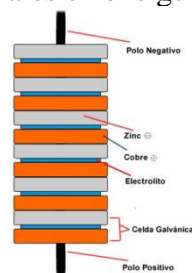
- 2.** En cuanto a la elección de la fruta, los cítricos como las naranjas o los limones son excelentes conductores de la electricidad, es decir, de los electrones. Esto es debido a su acidez (pH ácido), que hace que su jugo actúe como electrolito y los electrones viajen a través de él. Por eso, preferimos los limones o las naranjas a las manzanas.

En cuanto a la combinación de metales elegidos como electrodos, el flujo de corriente será mayor cuanto mayor sea la diferencia de potenciales de reducción de los metales. Generalmente se utiliza una combinación de zinc y cobre porque son metales seguros y fáciles de obtener, aunque otras combinaciones, como magnesio y cobre, serían más eficientes.

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 4

1. Los materiales se tendrán que colocar los materiales en el siguiente orden:

- Un trozo de cinta adhesiva.
- Un extremo de cable de cobre.
- Una moneda.
- Un cuadrado de cartón empapado en vinagre.
- Una arandela.
- Otro extremo de cable de cobre.



Este proceso se repetirá varias veces dependiendo de la potencia que queramos conseguir. Cuantas más veces se repita este proceso mayor será la potencia conseguida. Finalmente, envolvemos todos los materiales apilados con cinta adhesiva. Para comprobar que funciona y se genera electricidad conectamos los cables al polímetro y medimos el voltaje resultante. El cable que esté conectado a la moneda será el polo positivo, mientras el que esté conectado a la arandela será el negativo. También fabricaremos pilas de diferente longitud para ver cómo varía el voltaje.

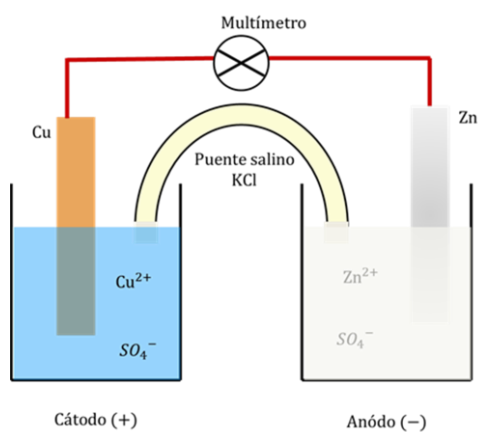
El resultado obtenido se muestra en la figura.

2. El orden de los materiales es importante porque el zinc es el ánodo y el cobre el cátodo, el vinagre actúa puente salino que permite el flujo de electrones. El flujo de electrones es del cobre al cinc. Cambiar la disposición de los materiales implica cambiar el flujo de electrones o impedirlo, por tanto, sí influye.

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 5

1. Las láminas se tienen que colocar en contacto con las sales que contengan iones de dicho metal.
2. Los iones circulan del ánodo al cátodo.
3. El ánodo es el electrodo de zinc y el cátodo es el electrodo de cobre.
 - Ánodo (oxidación) $\text{Zn} \rightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
 - Cátodo (reducción) $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \rightarrow \text{Cu}$
4. El Zn actuaría como reductor ya que se oxida a Zn^{2+} . La especie reductora son los iones Cu^{2+} que se reducen a Cu.
5. Accediendo al enlace se prueban diferentes combinaciones de electrodos entre ella la de la pila Daniell. Al hacerlo se observa que la f.e.m. es igual a 1,1 V. Si se invierte el orden, el resultado es -1,1 V.

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 6



Los electrones circulan del ánodo al cátodo

▪ **Las reacciones que tienen lugar son las siguientes:**

- Ánodo (oxidación): $\text{Zn} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + 2\text{e}^-$
- Cátodo (reducción): $\text{Cu}^{2+} + 2\text{e}^- \longrightarrow \text{Cu}$
- Reacción global: $\text{Zn} + \text{Cu}^{2+} \longrightarrow \text{Zn}^{2+} + \text{Cu}$

▪ **Cálculo de la f.e.m de la pila:**

$$\text{f.e.m} = E(\text{cátodo}) - E(\text{ánodo}) = 0,34 - (-0,76) = 1,1 \text{ V}$$

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 7

Situación problemática: *¿Cómo protegerías una llave de la corrosión?*

1. ANÁLISIS CUALITATIVO

En este apartado, se describen los conceptos teóricos necesarios para la comprensión y el abordaje de la situación problemática indicada, además de reformular la cuestión en términos operativos y enumerar las restricciones que tendremos en el laboratorio a la hora de afrontar esta situación problemática.

1.1 Comprensión y representación

En este apartado se describen los procesos necesarios para la resolución de esta situación problemática.

En primer lugar, hay que definir qué son los procesos de **oxidación-reducción**. Estos procesos son aquellos en los que se produce una transferencia de electrones de una sustancia a otra. El proceso por el cual una sustancia gana electrones se denomina **reducción**, mientras que el proceso contrario, en el que una sustancia pierde electrones se llama **oxidación**. Ambos procesos ocurren simultáneamente, por lo que se habla de reacciones de oxidación-reducción, o abreviadamente **reacciones redox**. A la sustancia que se reduce la llamamos **oxidante** y a la sustancia que se oxida la llamamos **reductor**. (Pozas Magariños, A; Martín Sanchez, R; Rodriguez Cardona, A y Sáenz de Miera A.R. (2016))

Definimos el **número de oxidación** como la carga formal (no la real) que le asignamos a un determinado átomo en un compuesto. Si el número de oxidación de una sustancia aumenta, diremos que se ha oxidado. Por el contrario, si el número de oxidación de una sustancia disminuye, diremos que la sustancia se ha reducido.

Una de las aplicaciones de las reacciones redox es la **electrólisis**. La electrólisis es el proceso por el cual se transforma energía eléctrica en energía química. Los dispositivos en los que se llevan a cabo se llaman cubas electrolíticas.

Se definen los **electrodos** como las superficies sobre las que tienen lugar las semirreacciones de oxidación y de reducción. El electrodo donde ocurre la oxidación se denomina **ánodo** y el electrodo donde tiene lugar la reducción se llama **cátodo** (Pozas Magariños, A; Martín Sanchez, R; Rodriguez Cardona, A y Sáenz de Miera A.R. (2016)).

Las leyes de Faraday para la electrólisis son leyes empíricas que se cumplen en todos los procesos electrolíticos.

- **Primera ley de Faraday:** la cantidad que de sustancia que se oxida o se reduce es proporcional a la cantidad de electricidad que la atraviesa.

$$\text{masa desprendida} = k(\text{constante}) \cdot Q = k \cdot I \cdot t$$

- **Segunda ley de Faraday:** la cantidad necesaria para depositar un mol de cualquier sustancia en una cuba electrolítica es de 96500 C multiplicada por el número de electrones captados o cedidos en el proceso.

La galvanoplastia, también llamada electrodeposición es la aplicación de la electroquímica para el recubrimiento de metales. Se hace con el objetivo de modificar sus propiedades superficiales, aumentar su resistencia o dar características anticorrosivas.

La galvanoplastia es una reacción Redox. El cátodo está formado es la pieza del metal que queremos cubrir y el ánodo es el metal con el cual queremos cubrir la pieza. Para mantener el electrolito (la disolución acuosa) neutro se le aplicará una corriente eléctrica. Los electrones liberados en la oxidación regresan finalmente a la fuente eléctrica y de allí, se movilizan hacia el cátodo, de modo que la galvanoplastia o electrodeposición se siga realizando. Durante este proceso el ánodo va perdiendo masa, mientras que el cátodo se reviste de una fina capa del metal en cuestión que le otorgará nuevas propiedades a su superficie (Noguera, B. (2021)).

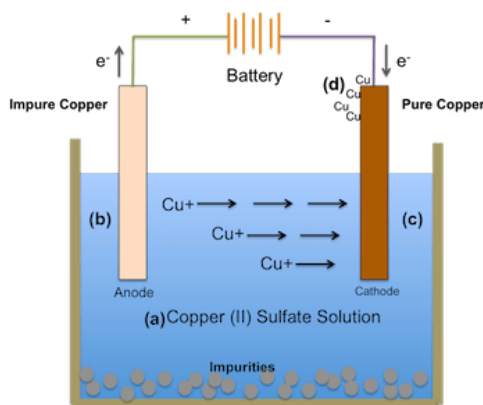


Figura 5. Representación gráfica del proceso de galvanoplastia.

Como se observó anteriormente en el ánodo ocurre la reducción y en el cátodo la oxidación. Los iones metálicos actuarán como oxidantes y una pieza del mismo metal que tendremos que introducir cátodo actuará como reductor.

1.2. Reformulación del problema en términos operativos

Encontrar una forma de hacer un recubrimiento metálico a una llave.

1.3 Restricciones

Las llaves están hechas tradicionalmente de acero, latón o de aluminio, tendremos que utilizar un metal con mayor potencial de reducción para que se produzca la electrodeposición. Además, deberemos de disponer de una sal que sea rica en iones de dicho metal.

2. EMISIÓN DE HIPÓTESIS

La llave se recubrirá de cobre tras un proceso de galvanoplastia.

3. DISEÑO Y ESTRATEGIA DE RESOLUCIÓN

En el siguiente apartado se identifican las variables de la situación problemática y se presenta el planteamiento para la comprobación de dicha hipótesis.

3.1 Identificación y control de variables

- Variable dependiente: masa depositada.
- Variable independiente: corriente eléctrica y tiempo.
- Variable de control: concentración de electrolitos, temperatura y resistencia de los componentes.

3.2 Determinación de las magnitudes a medir, de los datos, materiales y aparatos requeridos para la solución de la situación problemática. Normas de seguridad.

Materiales y reactivos

- 1 vaso de precipitados
- Sulfato de cobre
- Agua destilada
- Pila de petaca
- Llave
- Cobre metálico (hilo de cobre)

Normas de seguridad

Las normas de seguridad en el laboratorio deben conocerse desde primero de la ESO. El **protocolo** con las normas de seguridad es el siguiente:

- En el laboratorio es obligatorio el uso de los Equipos de Protección Individual (EPIs): gafas, bata (que debe estar abrochada) y guantes.
- No se debe fumar en el laboratorio.
- No se podrán sacar materiales ni productos fuera del laboratorio. Tampoco podrán realizarse prácticas no autorizadas.
- No se deberán tocar con las manos, y menos con la boca productos químicos.
- No se deben acercar productos inflamables al fuego
- Manipular con cuidado el mechero Bünchen y la placa eléctrica.
- No se debe comer ni beber en el laboratorio
- Conviene llevar el pelo largo recogido y calzado que cubra completamente los pies.
- En caso de accidente se debe avisar inmediatamente al profesor
- Prestar máxima atención al calentar tubos de ensayo.
- En caso de incidencia durante las prácticas los alumnos deberán avisar al profesor y abstenerse de intervenir.
- En caso de evacuación se deberá seguir las instrucciones del profesorado. No entretenerse y salir lo antes posible. En presencia de humo, cubrirse las vías respiratorias con un pañuelo (preferiblemente húmedo). Si el humo es muy denso, caminar agachado. Ayudar a los compañeros que lo necesiten. No utilizar los ascensores. No entrar en zonas evacuadas.

3.3 Representación gráfica o esquemática del diseño

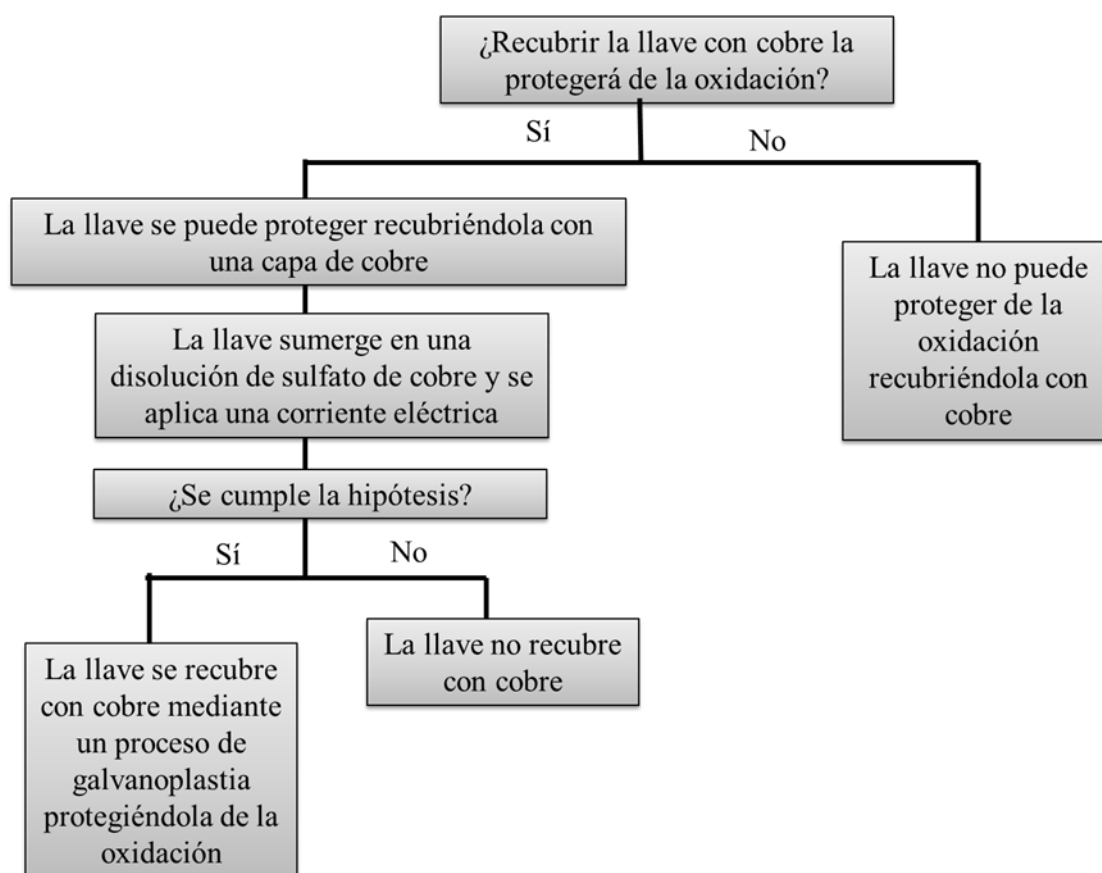


Figura 6. Representación esquemática del diseño.

3.4 Toma de decisiones para la resolución del problema

- En primer lugar, se preparará una disolución de sulfato de cobre (II) pentahidratado de una concentración aproximada de 0,25 M. Para ello, se pesan 5g de sulfato de cobre (II) pentahidrato (de masa molecular 249,7 g/mol) y se disuelven en 75 ml de agua destilada.
- Se monta un circuito eléctrico de tal manera que el cobre sea el ánodo y la llave el cátodo. Para ello, se conectará el polo negativo de la pila a la llave y el polo positivo al cobre metálico.
- Se espera para observar que la llave se recubra.

4. DESARROLLO Y RESOLUCIÓN

Primero, preparamos una disolución de sulfato de cobre (II) tal y como se indica en la toma de decisiones. Para acelerar el proceso calentamos suavemente hasta total disolución (recordemos que generalmente la solubilidad de una sustancia sólida aumenta con la temperatura). A continuación, se monta el circuito colocando los hilos de cobre en los bornes de la pila y los introducimos en la disolución de tal manera que el cable del ánodo tenga sujeto el objeto metálico y el cable del cátodo quede libre (ver *Figura 7*).

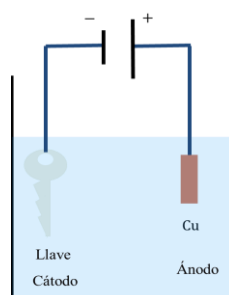


Figura 7. Esquema del montaje.

Tras esperar un tiempo se observa como la llave se recubre con cobre.

Si tras esperar un tiempo la llave no se recubriera se probaría a conectar los cables al revés para intentar cubrir la llave con galvanoplastia. Si no la hipótesis no se cumpliría.

Como se observa la llave si se recubre con cobre. Para confirmar que la hemos protegido de la corrosión se consulta en la literatura, confirmando que hemos logrado nuestro objetivo.

5. ANÁLISIS DE RESULTADOS

Como se ha podido observar la llave se ha cubierto con cobre. La reacción de reducción que han experimentado los cationes cobre de la disolución y que se depositan en la llave la siguiente:

$$Cu^{2+}(aq) + 2e^{-} \rightarrow Cu(s)^0$$

Por el contrario, la reacción de oxidación que experimenta el cobre metálico se muestra a continuación:

$$Cu(s) \rightarrow Cu^{2+}(aq) + 2e^{-}$$

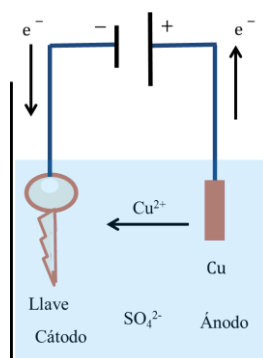


Figura 8. Representación gráfica del proceso.

Tras montar un circuito formado por la llave que será el cátodo, el ánodo que será el cobre metálico y una pila conectada en el polo positivo al cátodo y el polo negativo al ánodo y cerrarlo el cátodo se empieza a cargar negativamente y el cátodo positivamente. Esto fomenta a los electrones salir del ánodo al cátodo efectuándose la reducción. Los electrones liberados en la reducción del cobre regresan finalmente a la pila, donde acaban en el cátodo de tal manera que la galvanoplastia o electrodeposición continúe realizándose. Durante ese proceso el ánodo (el cobre) pierde masa y el cátodo se recubre de una capa de cobre.

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 8

La aplicación tecnológica de la deposición de metales mediante electricidad se conoce como galvanoplastia o electrodeposición. En esta sesión de vídeo podréis adquirir algunos conocimientos sobre el tema. Prestad atención para responder a las siguientes preguntas: [¿Que es la Galvanoplastia? - YouTube](#)

1. Se utiliza principalmente para recubrir metales pudiendo obtener acabados plateados, niquelados, cobreados, galvanizados...
2. Confiere gran resistencia a la corrosión, aumenta la durabilidad del material, gran versatilidad, excelente relación coste-beneficio, total manejabilidad y gran rapidez.

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 9

1. Las ideas principales de este artículo científico tratan sobre la descripción del proceso de galvanoplastia y su impacto medioambiental. El proceso de galvanoplastia consiste en el recubrimiento con metales a través de la electrólisis con el objetivo de mejorar sus propiedades superficiales. Los procesos de galvanoplastia se dividen en dos: El primero es la electroformación de láminas para moldes o recubrimientos con fines de protección o fines estéticos. La galvanoplastia se aplica a diferentes industrias como la automovilística, la fabricación de electrodomésticos, la joyería o la construcción. Las etapas del proceso de galvanoplastia son las siguientes: recepción de materia prima., desengrase o limpieza química, lavado de desengrase, decapado o desoxidación, lavado de decapado, preparación mecánica de la pieza, limpieza física, electrólisis (donde realmente se lleva a cabo el recubrimiento), lavado en caliente, secado, aceitado y almacenamiento. Para llevar a cabo el proceso de galvanoplastia es necesario implementar los siguientes servicios auxiliares: el tratamiento de aguas residuales y el mantenimiento de la maquinaria implicada en el proceso. (Noguera, B. (2021))

El proceso de galvanoplastia tiene un impacto ambiental negativo en los factores de ruido y vibraciones, calidad del agua y genera residuos sólidos. Sin embargo, tiene un impacto positivo en lo referente a factores de actividades comerciales y empleo. El impacto global de este proceso es negativo y poco significativo.

2. Etapas:

- Recepción de la materia prima
- Desengrase o limpieza química
- Lavado de desengrase
- Decapado o desoxidación
- Lavado del decapado
- Preparación mecánica de la pieza
- Limpieza física
- Electrolisis (estañado, cromado, niquelado): Es la octava etapa del proceso de galvanoplastia, se realiza a continuación de la limpieza física. Esta etapa es el propio recubrimiento de las piezas. Se basa en la conservación de la materia, ya que, si una sustancia cede electrones, habrá otra que los capte, es decir, tendrá lugar un proceso redox. En una disolución habrá un intercambio electrolítico entre el oxidante y el reductor. Los electrones son el único nexo entre el agente oxidante y el reductor, por ello se pueden realizar reacciones de oxidación y reducción en recipientes separados siempre y cuando estén unidos mediante un conductor metálico por el cual se transporten los electrones.

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 9

La electrólisis se realiza en una disolución conductora llamada electrolito o baño electrolítico, el cual se divide en anolito (parte de la disolución que abarca el ánodo) y catolito (parte de la disolución que abarca el cátodo). El campo eléctrico existente entre los electrodos causa el movimiento de los iones positivos hacia el cátodo y los iones negativos hacia el ánodo. Para esta etapa se utilizan sulfatos, cloruros y cianuros de níquel, cromo y estaño, además de agentes químicos adicionales como: trisulfonato, naftaleno sódico y formaldehído. Los desechos generados en esta etapa son los envases vacíos de los químicos usados y disoluciones acuosas de níquel, cobre o estaño. La etapa que sigue a la electrólisis es el lavado en caliente. (Noguera, B. (2021))

- Lavado en caliente
- Secado
- Aceitado
- Almacenamiento

SOLUCIÓN ACTIVIDAD 10

- **Cálculo del equivalente químico:**

$$\text{Equi-q del Cu}^{++} = \frac{\text{Masa atómica}}{\text{Valencia}}$$

$$\text{Equi-q del Cu}^{++} = \frac{63,54}{2} = 31,77 \text{ g/Equi-q}$$

- **Cálculo de la cantidad de electricidad empleada:**

$$Q = I \cdot t \longrightarrow Q = 100\text{A} \cdot 1200\text{s} = 1,2 \cdot 10^5 \text{C}$$

- **Cálculo de cantidad de cobre depositado:**

$$\frac{96500 \text{ Coul} - 31,77 \text{ g/Eq-g}}{120000 \text{ Coul} - x} = \frac{120000 \text{ Coul} \times 31,77 \text{ g}}{96500 \text{ Coul}} = 39,51 \text{ g}$$

ORIENTACIONES DIDÁCTICAS

Actividad 1: con esta actividad se pretende que los alumnos expongan sus concepciones alternativas sobre conceptos científicos básicos relacionados con la electroquímica, para que a partir de ellos sean capaces de reestructurar esas ideas y comprender las nuevas ideas sobre dichos conceptos.

Actividad 2: nuestra idea principal es que los alumnos adquieran una visión general de los conceptos básicos para conocer la electroquímica y que sean capaces de relacionarlos entre sí. Por ello, se pide un esquema donde se pueda mostrar dicha relación.

Actividad 3: esta actividad presenta un problema más abierto, con el que se pretende que los alumnos a partir de frutas, cables y piezas de diferentes metales sean capaces de construir un circuito eléctrico y de razonar cuál es la mejor combinación de metales y frutas para obtener mayor intensidad.

Actividad 4: a partir de una actividad divertida y de descubrimiento, se pretende que los alumnos aprendan las características y propiedades de una pila Volta. Se utilizarán materiales cotidianos para acercar la ciencia a la vida cotidiana de los alumnos, los cuales se los proporcionaremos en clase.

Actividad 5: Esta actividad incluye el uso de las TIC para su realización. El objetivo de es que, a partir de imágenes de los componentes de una pila Daniell, como si de un puzle se tratase, los alumnos construyan una imagen de la pila completa. Además, podrán identificar y aprenderán a describir las partes básicas de la pila como ánodo y cátodo, y los relacionarán con las reacciones redox que ocurren en cada uno de ellos. También se propone que varíen los electrodos con diferentes metales a partir de un programa informático online disponible en internet.

Actividad 6: una vez conocidos los componentes de una pila Daniell, se pretende que construyan una pila completa real y que describan las semirreacciones y la ecuación global que ocurre. También se les inicia en la resolución de cálculos básicos en electroquímica, como la f.e.m. de la pila.

Actividad 7: esta actividad consiste en el planteamiento de una situación abierta, para su resolución mediante una metodología de indagación. El aprendizaje por indagación es una metodología de enseñanza-aprendizaje a través de la cual los alumnos deben encontrar soluciones a una situación problema a partir de un proceso de investigación.

Así, a través de un trabajo cooperativo (se realiza en grupos de 4 alumnos) se pretende que colaboren y aprendan a afrontar diferentes situaciones problemáticas abiertas (Pavón Martínez, F. y Martínez Aznar, M. M. (2014)). Para la resolución de esta actividad, se les proporciona un documento adicional: “*Modelo investigativo para la resolución de situaciones problemáticas (MRPI)*”.

Actividad 8: una vez que los alumnos han descubierto que se puede aplicar la electroquímica para el recubrimiento de metales, les presentamos el concepto de galvanoplastia en un vídeo en el que reconocerán y apuntarán los principales usos de la electrodeposición.

Actividad 9: con esta actividad se pretende adentrar a los alumnos en la interpretación de artículos y búsqueda de información en textos científicos. Siguiendo con el nuevo concepto de galvanoplastia, en esta actividad aprenderán las etapas que se llevan a cabo en el proceso de galvanoplastia en las industrias.

Actividad 10: se realizará un problema sencillo de electrodeposición en el que los alumnos tendrán que aplicar las Leyes de Faraday para la electroquímica. Para la resolución de esta actividad, se les proporcionará un documento adicional sobre las leyes de Faraday en la electrolisis, adjuntado bajo el enunciado de la actividad.

4. EVALUACIÓN

Sin duda la valoración del aprendizaje es un aspecto fundamental del proceso educativo a realizar tanto por parte del profesorado como del alumnado. Aunque defendemos una evaluación sumativa y continua, que vaya realizándose durante toda la secuencia de actividades anteriormente propuesta, presentamos a continuación una serie de actividades de evaluación, después de exponer los criterios de evaluación, para su utilización en pruebas de control.

4.1. CRITERIOS DE EVALUACIÓN

Nos decantamos por el modelo de evaluación formativa, entendida como el medio encaminado a orientar el trabajo del alumno, conocer su nivel formativo y estimar el grado de asimilación de la enseñanza que recibe. Se realizará en distintos momentos del proceso y la información recogida se utilizará para la reorganización de las actividades propuestas al alumnado, con la finalidad de mejorar el aprendizaje y la calidad de la enseñanza. Esta evaluación expresa una visión del proceso de enseñanza-aprendizaje centrada en el profesor. Por ello, para enfocar una visión de evaluación además centrada en el desarrollo y en el aprendizaje constructivista del alumno, se evaluarán todas y cada una de las actividades expuestas en el apartado anterior.

Las actividades trabajadas durante el desarrollo de la SD proporcionarán una información muy valiosa para la reorganización, si procede, de las actividades propuestas, con la finalidad de mejorar el aprendizaje y la calidad de la enseñanza. En un planteamiento como el que proponemos, basado en competencias, la evaluación debe poner de manifiesto el grado de desempeño por parte de los escolares de indicadores competenciales asumidos.

Para ello, y dado el planteamiento de las actividades para esta SD, la prueba de evaluación constará de una parte teórico-práctica. Esta parte incluirá unas cuestiones (explicadas a continuación), en las que se pongan de manifiesto el conocimiento sobre los conceptos básicos y la comprensión y cálculo de problemas.

Además, entendemos que durante el proceso de enseñanza-aprendizaje se deben revisar algunas de las elaboraciones de los escolares para identificar posibles dificultades en los aprendizajes y reorientar, si fuera preciso, el proceso de enseñanza.

4.2. LA EVALUACIÓN EN EL MARCO DE LAS COMPETENCIAS

La prueba de evaluación final está constituida por cuatro actividades en línea con la metodología desarrollada en la SD y con los principios que la sustentan. Así, se dará mucha importancia al aprendizaje constructivista y a la resolución de situaciones problemáticas abiertas. Estas actividades siguen la coherencia de la secuencia de actividades planteadas anteriormente. Como consecuencia, la intención será comprobar la capacidad de los escolares para entender y desarrollar los conocimientos construidos a lo largo de la SD.

A continuación, presentamos las actividades diseñadas:

PRUEBA DE EVALUACIÓN DE LA UNIDAD DIDÁCTICA

1. Describe brevemente los siguientes conceptos de electroquímica:

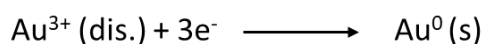
- Reacciones de oxido-reducción. Poner un ejemplo
- Ánodo/cátodo
- Agente reductor/oxidante
- Celda electrolítica
- Celda galvánica
- Galvanoplastia. Poner un ejemplo.
- Electrodepósito

2. Se construye una célula galvánica utilizando: un hilo de platino sumergido en una disolución acuosa de ácido de MnO_2 (s) en suspensión y $(\text{MnO}_4)^-$ 1M, y un hilo de platino sumergido en una disolución acuosa de $(\text{ClO}_3)^-$ y Cl^- 1M.

Datos: $E^0(\text{MnO}_4^-/\text{MnO}_2) = 1,70 \text{ V}$; $E^0(\text{ClO}_3^-/\text{Cl}^-) = 1,45 \text{ V}$

Dibuja un esquema de la pila completa, en el que estén representadas la semicelda que actúa como ánodo y la que actúa como cátodo, así como el sentido del flujo de electrones durante el funcionamiento de la pila.

3. El oro se suele depositar sobre otros metales menos caros mediante electrolisis, dando lugar a la joyería de objetos bañados en oro. La reacción electrolítica en la superficie donde se deposita el oro es:



En la celda el objeto que se baña con oro es uno de los electrodos y el otro es una lámina de oro.

a) Dibuja la celda. Escriba las reacciones que tienen lugar en el ánodo y en el cátodo de la célula electrolítica. Justifique las respuestas.

b) Cuando se hace pasar una corriente de 2,5 A durante 7,5 min, se depositan 0,65 g de oro. Calcule el rendimiento del proceso electrolítico.

Datos: Constante de Faraday (F) = 96 485 C/mol electrones. Masa at. Au: 197,0 u

4. Galvanoplastia Industrial:

- Representa esquemáticamente las etapas del proceso de galvanoplastia industrial
- ¿Qué dos factores impactan más negativamente en el medioambiente? ¿En qué etapa del proceso de galvanoplastia se producen?
- Elabora una representación gráfica del impacto ambiental producido por el proceso de galvanoplastia, de acuerdo con la siguiente tabla de datos (Ministerio de Ambiente-Gobierno de Ecuador, 2013).

Componentes	Factores	Valor de impacto	Porcentaje de afectación
Recurso aire	Calidad de aire (gases de combustión, MP, olores)	-5,50	-2,4%
	Nivel de ruido y vibraciones	-42,00	-18,4%
Recurso agua	Calidad de agua (generación de efluentes)	-46,50	-20,4%
Recurso suelo	Calidad de suelo	-0,60	-0,3%
Desechos	Generación de desechos sólidos	-23,75	-10,4%
Proceso geomorfodinámico	Erosión	-0,40	-0,2%
	Geomorfología	-0,40	-0,2%
	Inestabilidad	-0,40	-0,2%
Medio biótico	Flora	-0,40	-0,2%
	Fauna	-0,40	-0,2%
	Ecosistemas	-0,40	-0,2%
Socioeconómico	Actividades comerciales	69,75	30,5%
	Empleo	23,75	10,4%
	Aspectos Paisajísticos	-0,40	-0,2%
	Riesgos a la población	-1,50	-0,7%
	Servicios básicos	-0,50	-0,2%
	Calidad de vida de las comunidades	1,30	0,6%
	Salud Ocupacional y seguridad laboral	-10,50	-4,6%
Impacto total		-38,85	-17,0%
Porcentaje del impacto			

Figura 9. Tabla de datos sobre la contaminación ambiental producida en el proceso de galvanoplastia industrial

SOLUCIÓN A LA PRUEBA DE EVALUACIÓN

- 1. Reacción de óxido-reducción:** reacción química que se produce debida a la transferencia de electrones entre las diferentes especies químicas. Ejemplo: oxidación del hierro con el oxígeno del aire (donde el hierro se oxida y el oxígeno se reduce).

Ánodo: electrodo en el que se produce la reacción de oxidación, mediante la cual una especie química (**agente reductor**) transfiere sus electrones a otra especie química, incrementando su estado de oxidación.

Cátodo: electrodo en el que se produce la reacción de reducción, mediante la cual una especie química (**agente oxidante**) gana electrones, disminuyendo su estado de oxidación.

Agente reductor: en una reacción química redox, el agente reductor es la especie química que oxida, es decir que transfiere sus electrones a otra especie, de manera que aumenta su estado de oxidación.

Agente oxidante: en una reacción redox, el agente oxidante es el que acepta los electrones que transfiere el agente reductor, de modo que disminuye su estado de oxidación.

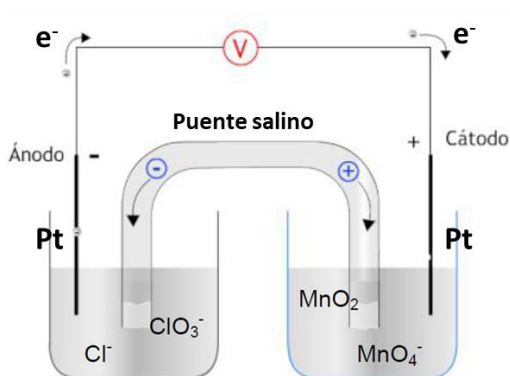
Celda electrolítica: es una celda electroquímica en la que se produce una reacción redox mediante el aporte de energía eléctrica (reacción redox no espontánea).

Celda galvánica: es una celda electroquímica en la que se produce una reacción redox de manera espontánea (sin necesidad de aporte de energía eléctrica).

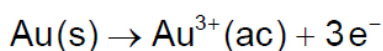
Galvanoplastia: es una técnica química mediante la cual se deposita un metal sobre otro objeto, normalmente también metálico, mediante el proceso de electrolisis. Ejemplo: el acero o el hierro de cierta instrumentación o maquinaria industrial se recubren con zinc mediante galvanoplastia para protegerlo de la oxidación (por acción del oxígeno del aire), de la corrosión (por acción del agua), etc.

Electrodepósito: es el depósito catódico que se obtiene por el paso de una corriente eléctrica en una celda electrolítica.

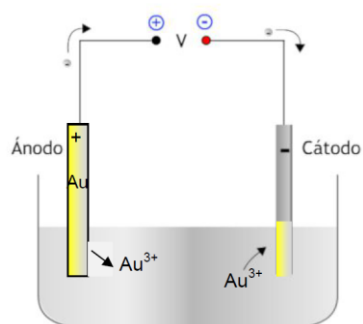
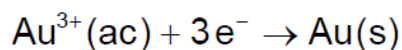
2. En el ánodo se produce la reacción de oxidación y en el cátodo la reacción de reducción. Los electrones circulan por el circuito desde el ánodo (electrodo negativo) al cátodo (electrodo positivo).



3. a) El ánodo de oro se oxida:



Los iones Au^{3+} se reducen en el cátodo a oro metálico, provocando el recubrimiento de oro de los objetos sujetos en ese electrodo (proceso de galvanoplastia).



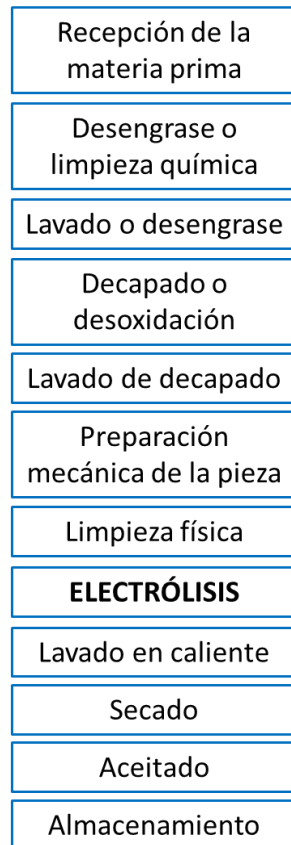
- b) Cálculo de la carga circulante durante 7,5 min (450 s):

$$q = It = 2,5 \frac{\text{C}}{\text{s}} 450 \text{ s} = 1125 \text{ C}$$

$$\text{Gramos de oro depositados: } 1125 \cancel{\text{C}} \frac{1 \cancel{\text{mol e}^{-}}}{96485 \cancel{\text{C}}} \frac{1 \cancel{\text{mol Au}}}{3 \cancel{\text{mol e}^{-}}} \frac{197,1 \text{ g Au}}{1 \cancel{\text{mol Au}}} = 0,77 \text{ g Au}$$

$$\text{Rendimiento del proceso: } \frac{0,65 \text{ g reales}}{0,77 \text{ g teóricos}} \frac{100 \text{ g teóricos}}{100 \text{ g teóricos}} = 84,4\%$$

4. a)



b) Los dos factores que influyen más negativamente en el medio ambiente en el proceso de galvanoplastia industrial son el nivel de ruido y vibraciones y la calidad del agua.

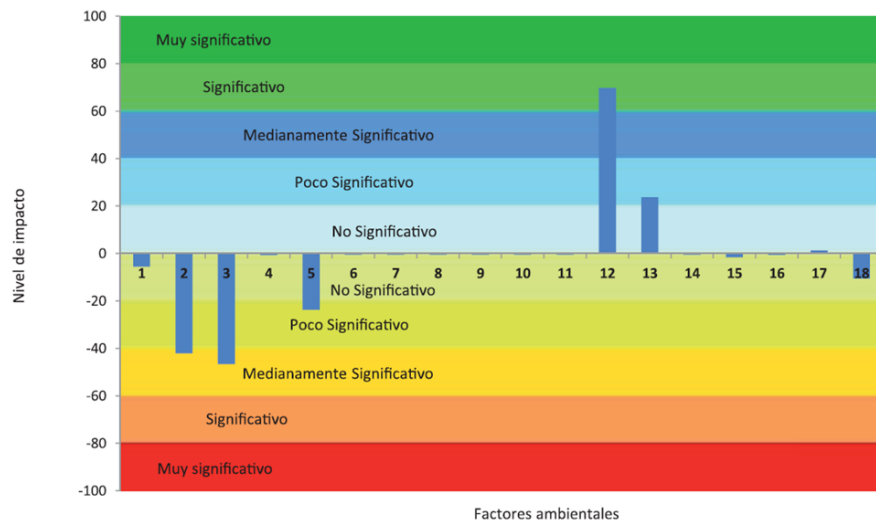
Los residuos de agua mayoritariamente se producen en los procesos de lavado, decapado, lavado de decapado, limpieza física, electrolisis y lavado en caliente.

En cuanto a las vibraciones y nivel de ruido, estos factores afectan de manera general, pero se intensifican en las etapas de preparación de la pieza y almacenamiento.

Figuras 10 (b) y 11 (c). Proceso de galvanoplastia industrial y gráfico de su impacto medioambiental (Ministerio de Ambiente-Gobierno de Ecuador, 2013).

c)

Valoración del impacto ambiental



FACTORES

- | | |
|-----------------------------------|---|
| 1. Calidad de aire | 10. Fauna |
| 2. Nivel de ruido y vibraciones | 11. Ecosistemas |
| 3. Calidad del agua | 12. Actividades comerciales |
| 4. Calidad del suelo | 13. Empleo |
| 5. Generación de desechos sólidos | 14. Aspectos paisajísticos |
| 6. Erosión | 15. Riesgos de población |
| 7. Geomorfología | 16. Servicios básicos |
| 8. Inestabilidad | 17. Calidad de vida de las comunidades |
| 9. Flora | 18. Salud ocupacional y seguridad laboral |

Actividades de evaluación	Criterios de Evaluación (LOM-LOE)	Indicadores para la evaluación		
		Conocimientos	Capacidades	Actitudes
1	<p>2.3 Aplicar de manera informada, coherente y razonada los modelos y leyes de la química, explicando y prediciendo las consecuencias de experimentos, fenómenos naturales, procesos industriales y descubrimientos científicos.</p> <p>1.3 Reconocer la naturaleza experimental e interdisciplinar de la química y su influencia en la investigación científica y en los ámbitos económico y laboral actuales, [...]</p>	<p>Definir y describir correctamente con lenguaje científico conceptos, características, fenómenos y procesos industriales relacionados con la electroquímica (C2, C3)</p> <p>Considera factores sociales y científicos en problemas científicos y tecnológicos de impacto social (Ac.1)</p>		
2	<p>1.2 Describir los principales procesos químicos que suceden en el entorno y las propiedades de los sistemas materiales a partir de los conocimientos, destrezas y actitudes propios de las distintas ramas de la química.</p>	<p>Conserva y cuida los instrumentos y materiales del laboratorio respetando las normas de seguridad. Acepta que las conclusiones se derivan de los datos empíricos y no de las opiniones. (Ac.2)</p> <p>Diseñar una pila conociendo los potenciales estándar de reducción [...] (R5)</p>		

<p>3</p>	<p>1.3 Reconocer la naturaleza experimental e interdisciplinar de la química y su influencia en la investigación científica y en los ámbitos económico y laboral actuales, [...]</p> <p>4.3 Explicar, empleando los conocimientos científicos adecuados, cuáles son los beneficios de los numerosos productos de la tecnología química y cómo su empleo y aplicación han contribuido al progreso de la sociedad.</p> <p>3.2 Emplear con rigor herramientas matemáticas para apoyar el desarrollo del pensamiento científico que se alcanza con el estudio de la química, aplicando estas herramientas en la resolución de problemas usando ecuaciones, unidades, operaciones, etc.</p> <p>5.3 Resolver problemas relacionados con la química y estudiar situaciones relacionadas con esta ciencia [...]</p>	<p>Relacionar la oxidación y la reducción con el número de oxidación de las sustancias identificando si se oxida o se reduce en una reacción química (C1)</p> <p>Describir la electrólisis identificando las reacciones redox que tienen lugar en las cubas electrolíticas (C3)</p> <p>Determinar la cantidad de materia depositada en una celda electrolítica utilizando las leyes de Faraday para la electrólisis (C4)</p> <p>Aplicar las leyes de Faraday a un proceso electrolítico determinado y calcular la cantidad de materia depositada en un electrodo (R1)</p> <p>Considera factores sociales y científicos en problemas científicos de impacto social, relacionados con la electroquímica, para sopesar sus ventajas y desventajas para la toma de decisiones (Ac. 1)</p>
-----------------	---	--

4	<p>1.3 Reconocer la naturaleza experimental e interdisciplinar de la química y su influencia en la investigación científica y en los ámbitos económico y laboral actuales, considerando los hechos empíricos y sus aplicaciones en otros campos del conocimiento y la actividad humana.</p> <p>4.3 Explicar, empleando los conocimientos científicos adecuados, cuáles son los beneficios de los numerosos productos de la tecnología química y cómo su empleo y aplicación han contribuido al progreso de la sociedad.</p>	<p>Describir el proceso de galvanoplastia y sus aplicaciones en la industria. (C2)</p> <p>Reconocer y saber identificar las características, propiedades, variable en hechos, leyes, teorías y fenómenos electroquímicos. (C1)</p> <p>Entender la galvanoplastia como una aplicación de la electrólisis. (R7)</p> <p>Extraer información de gráficos. (A2)</p> <p>Acepta que las conclusiones se derivan de los datos empíricos y no de las opiniones. (Ac.2)</p>
---	---	--

5. BIBLIOGRAFÍA

- Acar Sesen, B., & Tarhan, L. (2013). Inquiry-based laboratory activities in electrochemistry: High school students' achievements and attitudes. *Research in Science Education*, 43(1), 413-435.
- Duit, R., & Treagust, D. F. (2003). Conceptual change: A powerful framework for improving science teaching and learning. *International journal of science education*, 25(6), 671-688.
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electrochemical (galvanic) and electrolytic cells. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(10), 1079-1099.
- Garnett, P. J., & Treagust, D. F. (1992). Conceptual difficulties experienced by senior high school students of electrochemistry: Electric circuits and oxidation-reduction equations. *Journal of Research in Science Teaching*, 29(2), 121-142.
- Johnstone, A. H. (1991). Why is science difficult to learn? Things are seldom what they seem. *Journal of computer assisted learning*, 7(2), 75-83.
- Martínez Aznar, M. M., & Varela Nieto, M. P. (2009). La resolución de problemas de energía en la formación inicial de maestros. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*.
- Ministerio de Ambiente-Gobierno de Ecuador. (2013). La industria de Galvanoplastia. Estudio de Potenciales Impactos Ambientales y Vulnerabilidad Relacionada Con Las Sustancias Químicas y Tratamiento de Desechos Peligrosos En El Sector Productivo Del Ecuador-CIIU C-2592, 362-461.
<https://www.ambiente.gob.ec/wpcontent/uploads/downloads/2013/03/PART4.pdf>
- Noguera B. (2021) ¿Qué es la galvanoplastia? Accesible en: <https://www.ingenieriaquimicareviews.com/>
- Pavón Martínez, F. & Martínez Aznar, M. M. (2014). *La metodología de resolución de problemas como investigación (MRPI): una propuesta indagativa para desarrollar la competencia científica en alumnos que cursan un programa de diversificación*. Enseñanza de las ciencias, 32.3, pp. 469-492

- Pozas Magariños, A; Martín Sánchez, R; Rodríguez Cardona, A y Sáenz de Miera A.R. (2016) Química 2º Bachillerato. *Reacciones de transferencia de electrones. Oxidación-Reducción*. (p. 214-256). Mc Graw Hill
- Putnam, R. T., & Borko, H. (2000). What do new views of knowledge and thinking have to say about research on teacher learning? *Educational researcher*, 29(1), 4-15.
- Wheatley, G. H. (1991). Constructivist perspectives on science and mathematics learning. *Science education*, 75(1), 9-21.

ANEXOS

Indicadores de evaluación

Los indicadores de evaluación utilizados en la tabla de selección de contenidos se muestran en las siguientes tablas

Para los conocimientos:

Conocer/saber	
Indicadores	El alumno:
C1. Reconocer/Recordar	Sabe identificar las características, propiedades, variables...en hechos, leyes, teorías y fenómenos.
C2.Definir	Sabe expresar con lenguaje científico conceptos y leyes.
C3.Describir	Sabe describir hechos y fenómenos en términos de propiedades, características, relaciones...
C4. Usar procedimientos	Sabe utilizar un aparato de medida.
	Sabe leer una medida indicando su unidad y precisión.
	Sabe hacer un gráfico o tabla
	Sabe hacer un esquema.

Para las capacidades

Aplicar	
Indicadores	El alumno:
A1.Comparar/Clasificar	Es capaz de indicar un criterio(característica/propiedad) para distinguir/ordenar objetos, materiales, procesos, etc.

A2. Interpretar información	Es capaz de extraer información de esquemas, gráficos, tablas, etc.
A3. Encontrar soluciones	Es capaz de aplicar de forma directa conceptos, leyes y/o principios para resolver situaciones cualitativas o cuantitativas.
A4. Usar modelos/Explicar	Es capaz de identificar razones o dar explicaciones sobre fenómenos naturales usando los correspondientes modelos.
Razonar	
Indicadores	El alumno:
R1. Resolver problemas (los problemas son de nivel superior a los incluidos en A3)	Es capaz de dar soluciones a problemas complejos (lápiz y papel o de laboratorio) donde aparecen relaciones entre variedad de factores e integrar, en su caso, procedimientos matemáticos en la solución.
R2. Plantear problemas	Es capaz de, a partir de una información, plantear preguntas y distinguir cuando la respuesta es directa o cuando requiere de una experimentación para su resolución
R3. Analizar problemas	Es capaz de determinar las relaciones relevantes, conceptos, pasos y estrategias de la resolución de problemas (lápiz y papel o de laboratorio).
R4. Formular hipótesis	Es capaz de enunciar explicaciones tentativas contrastables usando el conocimiento/información disponible.
R5. Diseñar	Es capaz de planificar un procedimiento para responder a una pregunta o contrastar una hipótesis, describiendo la investigación en términos de variables a medir y controlar, tomando decisiones sobre las estrategias a seguir.

R6. Recoger e interpretar datos	Es capaz de realizar y registrar observaciones sistemáticas y mediciones, mediante el uso apropiado de aparatos, equipos, etc.; representar datos científicos en tablas, cuadros, gráficas, etc.; realizar cálculos para obtener valores necesarios para llegar a conclusiones.
R7. Sacar conclusiones/ Generalizar	Es capaz de obtener conclusiones apropiadas a las hipótesis planteadas, detectando regularidades, interpolando/extrapolando datos. Extraer conclusiones generales que vayan más allá de las situaciones experimentales y aplicarla a nuevas situaciones.
Comunicar	
Indicadores	El alumno:
CO1. Hacer un informe	Es capaz de escribir los procedimientos llevados a cabo de forma coherente, cohesionada y con el vocabulario adecuado.
CO2. Presentar oralmente	Es capaz de sintetizar la información disponible y argumentar de forma coherente y adecuada, respetando las normas (tiempo, apartados, etc.).

Para las actitudes

Indicadores	El alumno:
Ac1. Derivada de la conciencia de ser social	Considera factores sociales y científicos en problemas científicos y tecnológicos de impacto social para sopesar sus ventajas y desventajas para la toma de decisiones.
Ac2. Derivada de las características de la actividad científica	Conserva y cuida los instrumentos y materiales del laboratorio respetando las normas de seguridad
	Valora la importancia de tomar las medidas con la precisión adecuada.

	Acepta que las conclusiones se derivan de los datos empíricos y no de las opiniones.
	Asume que la redacción del informe es un requisito del proceso de aprendizaje.
	Se integra y coopera en un proyecto colectivo: participa en su concepción, se implica en su desarrollo, lo presenta valorando la contribución de cada miembro del grupo, asume las reglas, representa al grupo y acepta y asume el éxito/fracaso del proyecto.