



Universidad Internacional de La Rioja

Facultad de Educación

Máster Universitario en Formación del Profesorado de
Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación
Profesional y Enseñanzas de Idiomas

Uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Colaborativo (AC) como metodologías de enseñanza de las ciencias en 4º de la ESO

Trabajo fin de estudio presentado por:	Júlia Santos Ferrés
Tipo de trabajo:	Propuesta de intervención
Especialidad:	Física y Química
Director/a:	María Cecilia Morell Pucci
Fecha:	02 de junio de 2021

Resumen

El presente Trabajo de Fin de Máster pretende desarrollar una propuesta de intervención didáctica en la que se combina el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Colaborativo (AC) como metodologías de enseñanza para la asignatura de Física y Química en 4º de la ESO.

Diversas fuentes, tales como informes sociales y económicos actuales, manifiestan la necesidad de cambiar el enfoque en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. Dado el reto educativo actual al que se enfrenta la didáctica de las mismas, en el sentido que hay una valoración negativa y un desinterés del alumnado hacia las ciencias, se diseña la presente propuesta con el fin de contribuir, en la medida de lo posible, a revertir los malos indicadores.

Para ello, ha sido necesario realizar en primera instancia una búsqueda bibliográfica entorno el enfoque constructivista en la enseñanza de las ciencias y el uso de las metodologías ABP y AC, a fin de profundizar y sustentar las ideas y procedimientos seguidos en la elaboración de la propuesta.

En segunda instancia, se ha desarrollado la unidad didáctica. Se ha planificado y confeccionado la propuesta tomando de referencia las bases que se establecen en los documentos legislativos vigentes en la Comunidad Autónoma de Cataluña, en el Estado español. Una simple pregunta como la siguiente “¿Por qué no hay vida en el lago?”, es el punto de partida y el reto o problema al que han buscado solución los estudiantes. El docente ha dirigido la pequeña investigación que han realizado los estudiantes para tratar de resolver el problema.

Finalmente, teniendo en cuenta que la propuesta se ha diseñado, planificado y analizado de manera teórica y a falta de una aplicación práctica de la misma para poder tener datos reales para analizar y reflexionar acerca de la práctica docente, se concluye que la propuesta contribuye a despertar el interés, además de aumentar la motivación, en el alumnado de Física y Química de 4º de la ESO.

Palabras clave: Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), Aprendizaje Colaborativo (AC), Física y Química, 4º de la ESO, Cataluña.

Abstract

This Master's Thesis aims to develop a proposal for a didactic intervention combining Problem Based Learning (PBL) and Collaborative Learning (CL) as teaching methodologies for the subject of Physics and Chemistry in the 4th year of Secondary Education.

Several sources, such as current social and economic reports, show the need to change the approach to science teaching and learning. Given the current educational challenge facing the didactics of science, in the sense that there is a negative assessment and disinterest of students towards science, this proposal is designed to contribute, as far as possible, to reverse the bad indicators.

For this purpose, it has been necessary to carry out a bibliographic search on the constructivist approach in science teaching and the use of PBL and CA methodologies, in order to deepen and support the ideas and procedures followed in the elaboration of the proposal.

Secondly, the didactic unit has been developed. The proposal has been planned and prepared taking as a reference the bases established in the legislative documents in force in the Autonomous Community of Catalonia, in Spain. A simple question such as the following: “Why is there no life in the lake?” is the starting point and the challenge or problem to which the students have sought a solution. The teacher has directed the small research that the students have done to try to solve the problem.

Finally, taking into account that the proposal has been designed, planned and analysed theoretically and in the absence of a practical application of the same in order to have real data to analyse and reflect on the teaching practice, it is concluded that the proposal contributes to arouse interest, as well as increase motivation, in the students of Physics and Chemistry of 4th year of Secondary Education.

Keywords: Problem Based Learning (PBL), Collaborative Learning (CL), Physics and Chemistry, 4th Secondary Education, Catalonia

Índice de contenidos

1.	Introducción.....	7
1.1.	Justificación	7
1.2.	Planteamiento del problema.....	9
1.3.	Objetivos	11
1.3.1.	Objetivo general	11
1.3.2.	Objetivos específicos.....	11
2.	Marco teórico	12
2.1.	El enfoque constructivista en la enseñanza de las ciencias	12
2.1.1.	La enseñanza por descubrimiento	13
2.1.2.	La enseñanza mediante investigación dirigida	15
2.2.	La metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)	17
2.2.1.	Características del problema de partida	18
2.2.2.	Características del ABP	18
2.2.3.	El profesor frente el ABP	19
2.2.4.	El alumno frente el ABP.....	20
2.2.5.	Evaluación en el ABP	21
2.3.	La metodología de Aprendizaje Colaborativo (AC).....	22
2.3.1.	Características del AC	22
2.3.2.	El grupo y la colaboración	23
2.3.3.	La evaluación del AC.....	23
2.4.	La combinación de las dos metodologías.....	24
3.	Propuesta de intervención.....	25
3.1.	Presentación de la propuesta.....	25
3.2.	Contextualización de la propuesta	25

3.2.1.	Marco legislativo	25
3.2.2.	Contexto de centro.....	26
3.2.3.	Contexto de aula	26
3.3.	Intervención en el aula.....	27
3.3.1.	Objetivos de la propuesta	27
3.3.2.	Contenidos, competencias y criterios de evaluación	29
3.3.3.	Metodología	35
3.3.4.	Cronograma y secuenciación de actividades.....	35
3.3.5.	Recursos	45
3.3.6.	Evaluación	46
3.4.	Evaluación de la propuesta	50
3.4.1.	Evaluación de la propuesta antes de su implantación en el aula	50
3.4.2.	Evaluación de la propuesta después de su implantación en el aula	53
4.	Conclusiones	54
5.	Limitaciones y prospectiva.....	56
6.	Referencias	58
6.1.	Referencias bibliográficas.....	58
6.2.	Referencias legislativas	60
6.3.	Referencias de medios audiovisuales.....	61
Anexo A.	Relación entre CC, CE, objetivos e indicadores de las competencias.....	62
Anexo B.	Material para el alumno	65
Anexo C.	Material para el profesor.	82
Anexo D.	Instrumentos para la evaluación y la calificación.....	85

Índice de figuras

Figura 1. Evolución de las puntuaciones medias estimadas en ciencias.....	8
Figura 2. Fases de las que consta una actividad de descubrimiento.....	14
Figura 3. Fases de las que consta una actividad de investigación dirigida.....	16
Figura 4. Pasos a seguir en la planificación y diseño de actividades ABP.....	19
Figura 5. Pasos a seguir en el proceso de ABP.	20

Índice de tablas

Tabla 1. Objetivos generales de etapa a trabajar en la UD.	27
Tabla 2. Objetivos didácticos de la UD.	28
Tabla 3. Equivalencia entre BI, CC y CB del ámbito científico-tecnológico de la UD.	29
Tabla 4. Competencias básicas (CB) de otros ámbitos de la UD.	31
Tabla 5. Competencias transversales (CD) del ámbito digital de la UD.	32
Tabla 6. Criterios de evaluación de la UD.	33
Tabla 7. Competencias, contenidos y criterios de evaluación de la UD.	34
Tabla 8. Temporalización de la UD.	36
Tabla 9. Sesión 01 de la UD.	37
Tabla 10. Sesión 02 de la UD.	38
Tabla 11. Sesiones 03 y 04 de la UD.	40
Tabla 12. Sesiones 05, 06 y 07 de la UD.	41
Tabla 13. Sesión 08 de la UD.	43
Tabla 14. Sesiones 09 y 10 de la UD.	44
Tabla 15. Criterios de calificación de la UD.	48
Tabla 16. Expresión de los resultados de la evaluación de la UD.	49
Tabla 17. Análisis de la propuesta.	51
Tabla 18. Relación entre CC, CE, objetivos e indicadores de las competencias.	62
Tabla 19. Rúbrica de evaluación del portfolio.	85
Tabla 20. Rúbrica de evaluación del informe del caso práctico.	87
Tabla 21. Modelo de libreta del profesor.	91
Tabla 22. Modelo de cuestionario de autoevaluación y coevaluación.	92
Tabla 23. Relación entre el nivel de desempeño y los criterios demostrados.	93
Tabla 24. Modelo de encuesta de satisfacción.	94
Tabla 25. Modelo de ficha de autoevaluación docente.	95

1. Introducción

En el presente Trabajo Final de Máster (en adelante TFM) se desarrolla una propuesta de intervención didáctica aplicada a la asignatura de Física y Química en 4º de la ESO. Se va a tratar de dar respuesta a los retos educativos actuales a través de metodologías de aprendizaje activas, en las que los alumnos sean los protagonistas de su propio proceso de aprendizaje. Y que, a su vez, fomenten un aprendizaje significativo. Las metodologías Aprendizaje Basado en Problemas y Aprendizaje Colaborativo son las metodologías elegidas para llevar a cabo la propuesta de intervención didáctica.

1.1. Justificación

Se debe mencionar, aunque por todos es conocido, que los cambios que experimenta el desarrollo de la sociedad a través del tiempo son resultado de los avances científicos y tecnológicos. Por este motivo, es esencial que el conocimiento científico forme parte de nuestra vida cotidiana. Se plantea la necesidad de que la enseñanza de las ciencias contribuya a la formación de futuros ciudadanos, para evitar que la información y las decisiones sobre la ciencia estén cada vez en menos manos y permitir que los ciudadanos puedan opinar, participar y votar sobre temas científicos (Solbes et al., 2007). Por lo que, con frecuencia se afirma que el conocimiento científico debe ser parte esencial del saber de las personas. Aunque, no se trata de que las personas sepan ciencia en sentido estricto, lo que, en cualquier caso no sería nada negativo, sino que la cultura general esté impregnada de valores y conocimientos científicos básicos en la interacción de fenómenos, hechos y problemas relevantes para la ciudadanía (Porlán, 2005).

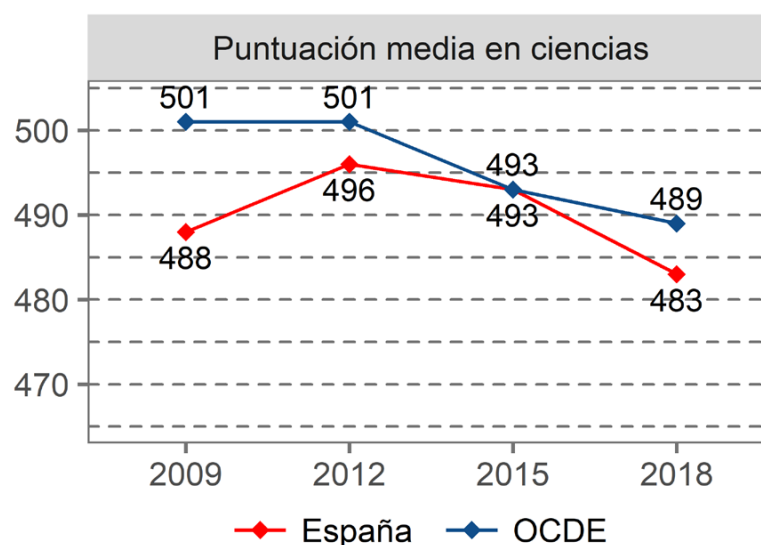
Sin embargo, muchos alumnos culminan su enseñanza obligatoria sin saber ciencias. Es decir, no logran aprender lo que se les quiso enseñar en el campo de conocimiento de las ciencias (Liguori, 2013). Los resultados del Programa para la Evaluación Internacional de Alumnos (en adelante PISA) así lo demuestran.

El estudio PISA trata de contribuir a la evaluación de lo que los jóvenes de 72 países saben y son capaces de hacer a los 15 años, es decir, al final de su educación obligatoria. Este programa se centra en tres competencias consideradas troncales: ciencia, lectura y matemáticas. Dentro

de la competencia de ciencias, PISA considera las siguientes formas de conocimiento: biología, geología, física, química y tecnología. Evalúa no solo lo que el alumno ha aprendido en el ámbito escolar, sino también lo adquirido por otras vertientes no formales e informales de aprendizaje, fuera del centro escolar (OCDE, 2016, 2019).

En la edición de 2015, se recoge en el estudio que, en las pruebas cognitivas de ciencias, España obtiene en ciencias, la misma puntuación que el promedio de la OCDE (Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos), 493 puntos y solo dos puntos por debajo de la puntuación obtenida por toda la Unión Europea en conjunto. Mientras que, en la edición de 2018, se recoge en el estudio que, España obtiene en ciencias 483 puntos, siendo significativamente inferior a la media OCDE de 489 puntos y al total de la UE de 490 puntos. Por consiguiente, se concluye que los alumnos han bajado el nivel de rendimiento en las pruebas realizadas en el 2018 respecto a las realizadas en 2015. Quedando por debajo de la media de la OCDE.

Figura 1. Evolución de las puntuaciones medias estimadas en ciencias.



Fuente: OCDE Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (2019).

En secundaria, diversos son los trabajos que ponen de manifiesto que las diferentes leyes educativas recientes LOGSE, LOCE, LOE, etc., pese a sus diferencias, no valoran mucho la enseñanza de las ciencias como se puede apreciar a nivel de horarios, optatividad, etc. (Solbes et al., 2001). Actualmente, con la LOMCE se observan algunas mejoras en relación con nuevas posibilidades organizativas. Se ofrece, un aumento del número de horas de Física y Química

en el conjunto de los cuatro cursos de la ESO. Llegando a ser la distribución de las horas diferente según las distintas Comunidades Autónomas.

Sin embargo, cabe resaltar que los resultados del informe PISA en la edición de 2018, son los resultados del primer estudio realizado tras implantarse la LOMCE en 4º de la ESO. Aún siendo así, se observa que no hay mejora en el rendimiento del alumnado.

Las actitudes hacia la ciencia de los estudiantes son generalmente positivas en las primeras etapas educativas, sin embargo, su desinterés va aumentando a medida que pasan los años (Pell y Jarvis, 2001; Rani, 2006; Robles et al., 2015).

Aunque el número de estudiantes universitarios ha ido aumentando en las últimas décadas en la mayoría de países europeos, la proporción de estudiantes que realizan estudios universitarios en las áreas de Ciencias y Tecnología ha ido disminuyendo, y muy especialmente en algunas disciplinas como Física y Matemáticas (OECD, 2018).

1.2. Planteamiento del problema

Como se ha visto en el apartado anterior, diversos son los informes sociales y económicos actuales que ponen de manifiesto la necesidad de un cambio de enfoque en la enseñanza y el aprendizaje de las ciencias. A pesar de que la investigación en torno a las prácticas del proceso de enseñanza-aprendizaje que mejoren el aprendizaje de las ciencias no deja de aumentar, a menudo no se reconoce su impacto en las políticas y prácticas educativas.

Según Solbes et al. (2007) existe una valoración negativa y un desinterés del alumnado hacia los estudios científicos debido a múltiples causas. Algunas de ellas son la valoración social de la ciencia y la enseñanza usual de las ciencias.

Es necesaria una transición desde un modelo de enseñanza tradicional, en el que el docente es un transmisor experto de conocimientos al alumnado, hacia un modelo de enseñanza en el que los alumnos son los protagonistas de su propio aprendizaje. La capacidad de retención de información, y por lo tanto de aprendizaje, depende del tipo de actividad realizada.

En la enseñanza tradicional, los estudiantes comúnmente se enfrentan a vastas cantidades de información que deben memorizar, mucha de la cual parece irrelevante en el mundo existente

fuera de la escuela, olvidan mucho de lo aprendido y lo que recuerdan no puede ser aplicado a los problemas y tareas que después enfrentan (Estrada y Febles, 2002).

Existen distintas estrategias y metodologías que se pueden llevar a cabo en el aula, y que están destinadas a aumentar el grado de motivación del alumnado. Dentro de las enseñanzas por descubrimiento se encuentran el Aprendizaje Basado en Problemas (en adelante ABP) y el Aprendizaje Colaborativo (en adelante AC).

El objetivo principal del ABP es mejorar la calidad de la educación, transformando el proceso basado en temas y exposiciones del maestro, a uno integrado en problemas de la vida real. Con ello se fuerza a los estudiantes a aprender los principios fundamentales de un tema en el contexto de la necesidad para resolver un problema (Estrada y Febles, 2002). Ciertamente es que, el AC se ha definido como “pequeños grupos de personas que trabajan juntos como un equipo para resolver un problema, para realizar una tarea o llegar a una meta común” (Artzt, 1999). De modo que los estudiantes trabajen juntos y aprovechen al máximo el aprendizaje propio y el que se produce de la interrelación (Johnson y Johnson, 1987). Por lo que, se presenta el AC como estrategia clave en el ABP. Ya que, el grupo es la parte característica del ABP.

En el presente TFM, la decisión de diseñar una propuesta de intervención didáctica se basa en la voluntad de proponer un cambio en la concepción de la práctica docente. Por lo que, tal y como dicen Woodbury y Gess-Newsome (2002) tanto el profesorado como el alumnado “desaprendan”, en cierta medida, sus respectivos roles y sus prácticas de enseñanza-aprendizaje. Mediante las distintas actividades, se pretende conseguir un acercamiento del alumno a la ciencia en la vida real, que le permita ver la Física y Química de manera cercana y con una utilidad.

La materia de Física y Química se imparte en los dos ciclos en la etapa de ESO y en el primer curso de Bachillerato. En el primer ciclo se busca contribuir a la construcción de una cultura científica básica. Mientras que, en el segundo ciclo y en 1º de Bachillerato esta materia, tiene un carácter esencialmente formal, y está enfocada a dotar al alumno de capacidades específicas asociadas a esta disciplina. De manera que, es necesario que en el segundo ciclo el alumno interiorice los conceptos para ser capaz de aplicarlos en situaciones de la vida cotidiana. De esta forma se construye una base suficientemente sólida que prepara al alumno para diseñar sus propias experiencias, a través de las cuales podrá proponer soluciones y alternativas, y en su ausencia, podrá buscar información en distintas fuentes.

1.3. Objetivos

1.3.1. Objetivo general

Realizar una propuesta de intervención educativa para el uso de las metodologías de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y Aprendizaje Colaborativo (AC) en el bloque II de contenidos de Física y Química en 4º de la ESO para lograr despertar el interés del alumnado.

1.3.2. Objetivos específicos

- 1- Profundizar en la importancia del uso de metodologías activas en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en concreto, en las metodologías del ABP y del AC.
- 2- Identificar las consideraciones prácticas y metodológicas para llevar a cabo el ABP y el AC como alternativa a la enseñanza tradicional de las ciencias.
- 3- Aumentar el grado de motivación e interés del alumnado que cursa la materia de Física y Química.
- 4- Diseñar secuencias didácticas basadas en el ABP y el AC para mejorar el interés del alumnado hacia las ciencias, y que a su vez fomenten la adquisición de vocabulario científico.

2. Marco teórico

Se desarrolla una búsqueda bibliográfica para poder definir las bases sobre las que se sustenta la presente propuesta de intervención. Además de búsquedas de textos de autores que citan a otros autores en sus trabajos. Todo ello con la intención de trabajar con fuentes contrastadas y con cierto rigor científico. Para las búsquedas se utilizan palabras clave como “Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)”, “Aprendizaje Colaborativo (AC)” y “Enfoque constructivista en enseñanza de las ciencias”.

2.1. El enfoque constructivista en la enseñanza de las ciencias

En apartados anteriores se ha visto que están en aumento el desinterés y la desmotivación de los alumnos por lo que se les enseña en los centros educativos, es decir, por lo que aprenden. Con el agravante de que, a nivel general, no son capaces de aprender ciencia de la manera en la que los docentes la enseñan en el aula. Todo ello conduce a interpretaciones erróneas o no del todo coherentes sobre el saber científico. Pero, además, se ha observado que los alumnos tienen dificultades en la reflexión y en la resolución de ejercicios. En definitiva, memorizar los contenidos y afrontar los problemas como ejercicios repetitivos, es totalmente opuesto a lo que busca la enseñanza de la ciencia con un enfoque constructivista.

El saber de la ciencia no ha surgido de la observación directa de la realidad, sino que los científicos a través de mirar con detalle la realidad han elaborado un conjunto de modelos y teorías que permiten interpretarla. Para llegar a dichos modelos, ha sido necesario pasar por un período de prueba-error, tras el que se ha ido comprobando el grado de ajuste del modelo a la realidad. Por lo tanto, se puede decir que, en los intentos de dar sentido al mundo, se ha ido elaborando un significado, el conocimiento ha seguido un proceso de construcción.

Existe un paralelismo claro entre la construcción del saber científico y la construcción del conocimiento del alumno. En el ámbito de la educación, y desde un enfoque constructivista, autores como Piaget, Vygotsky, Bruner y Ausubel, han planteado teorías acerca del procesamiento de la información. Todos ellos coinciden en señalar que el desarrollo y el aprendizaje son resultado de un proceso de construcción conjunto.

El alumno a través de su experiencia personal elabora unos esquemas mentales que dan lugar a unas ideas previas. En este punto, es de relevante importancia el nivel evolutivo del alumno, es decir, su estadio o período de desarrollo. Ya que determina las herramientas de las que dispone para seleccionar, organizar y transformar la nueva información que recibe de múltiples fuentes y relacionarla con sus esquemas ya existentes, de manera sustantiva y no arbitraria. De modo que, aprender implica construir significados y dotar de sentido a las experiencias y contenidos escolares.

Para que esto suceda, es necesario tener en cuenta que, en un ámbito escolar, el alumno no es el único agente implicado en la construcción del conocimiento. Si no que, junto con el docente y el contenido escolar, conforman una unidad básica (triángulo educativo), que se caracteriza por el grado de interrelación entre ellos, además de la naturaleza y características del papel que desarrollan cada uno.

Por consiguiente, el proceso de enseñanza-aprendizaje se constituye como resultado de la interrelación entre:

- La actividad mental constructiva del alumno.
- Los contenidos escolares, que, a su vez, deben ser coherentes y claros, además de, estar debidamente organizados.
- El papel de orientador y guía del docente.

El mejor método para favorecer una enseñanza constructivista es la denominada enseñanza indirecta, en la que el docente no enseña directamente al alumno lo que ha de aprender, sino que, el énfasis del proceso enseñanza-aprendizaje se pone en la actividad, en la iniciativa y en la curiosidad del estudiante (Tovar, 2001).

2.1.1. La enseñanza por descubrimiento

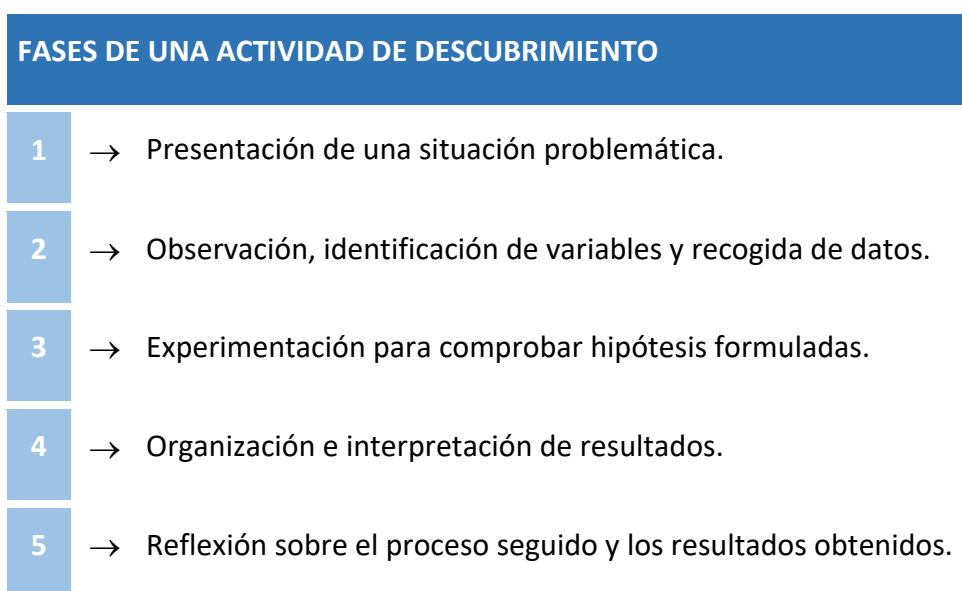
En este punto coge especial relevancia la idea reflejada en Pozo y Gómez (2006), sobre la que el mejor modo para que los alumnos aprendan ciencia, es haciendo ciencia. El alumno que se hace preguntas, investiga y reflexiona, aprende de manera distinta al alumno que solo escucha la respuesta y observa las demostraciones. En consecuencia, la enseñanza basada en experiencias que permitan a los alumnos investigar y reconstruir los principales conocimientos científicos facilitará una comprensión más completa de los conceptos. La base de la enseñanza

por descubrimiento está en que la mejor metodología didáctica es el propio método científico, los alumnos deben actuar como científicos.

Para lograr todo esto, no es imprescindible que el descubrimiento lo desarrolle el propio alumno de manera autónoma, es decir, la labor del docente es planificar experiencias y actividades didácticas a través de las cuales pueda guiar al alumno.

El currículo se organiza en torno a preguntas más que en torno a respuestas (Pozo y Gómez, 2006). Se presentan situaciones problema a las que el alumno debe buscar una solución mediante la aplicación del método científico. En la siguiente figura (Figura 2) se pueden observar las distintas fases para realizar una actividad de descubrimiento.

Figura 2. *Fases de las que consta una actividad de descubrimiento.*



Fuente: elaboración propia a partir de Joyce y Weils (1978), tomado de Pozo y Gómez (2006).

En primer término, y tal y como ya se ha comentado, se da a conocer a los alumnos la situación problema a la que deben hacer frente. Una vez ellos mismos se han situado, deben empezar una búsqueda de datos e información que les sea útil, además de identificar y cuantificar las variables más importantes para el proceso. A partir de este momento, empieza la investigación. Los alumnos deben experimentar con las variables, es decir, deben determinar sus efectos. De este modo, es como se consigue posteriormente la interpretación de los resultados obtenidos. Ya para finalizar, los alumnos deben reflexionar para obtener unas conclusiones, en las que valoren tanto los resultados como el método que han aplicado.

Para evaluar el aprendizaje obtenido a partir de la aplicación del método de enseñanza por descubrimiento es necesario tener en cuenta varios aspectos, hecho que la convierte en una evaluación más compleja y completa. Obviamente se deben tener en cuenta los conocimientos científicos adquiridos, pero además, se deben valorar los procedimientos y actitudes que han desarrollado los alumnos a lo largo de todo el proceso.

La enseñanza por descubrimiento ha generado disparidad de opiniones en el camino de situarse lejos de la enseñanza tradicional. Ya que ha querido dejar atrás la transmisión de conocimientos por parte del docente y dar lugar a un papel mucho más activo del alumno en su propio aprendizaje. Muchas de las críticas negativas del enfoque, han sido elaboradas por defensores del método tradicional o método expositivo de la enseñanza (Pozo y Gómez, 2006). Algunas de las críticas son:

- Partir del supuesto que todo alumno tiene la capacidad de actuar igual que un científico, es decir, pensar que todos los alumnos son capaces de observar, experimentar, analizar y reflexionar acerca de un problema no es del todo acertado. Ya que parece ser que el razonamiento científico no es la manera habitual en la que la mayoría de la ciudadanía resuelve sus problemas cotidianos.
- Se pierde totalmente la función del profesor como transmisor de la cultura a los alumnos, que son los futuros ciudadanos. Se deja en las manos de los propios alumnos, el descubrimiento de la cultura de la sociedad.

A pesar de las críticas, la aparición y aplicación del método de aprendizaje por descubrimiento en los procesos de enseñanza, dio lugar al desarrollo de nuevas propuestas metodológicas, como la que se describe a continuación.

2.1.2. La enseñanza mediante investigación dirigida

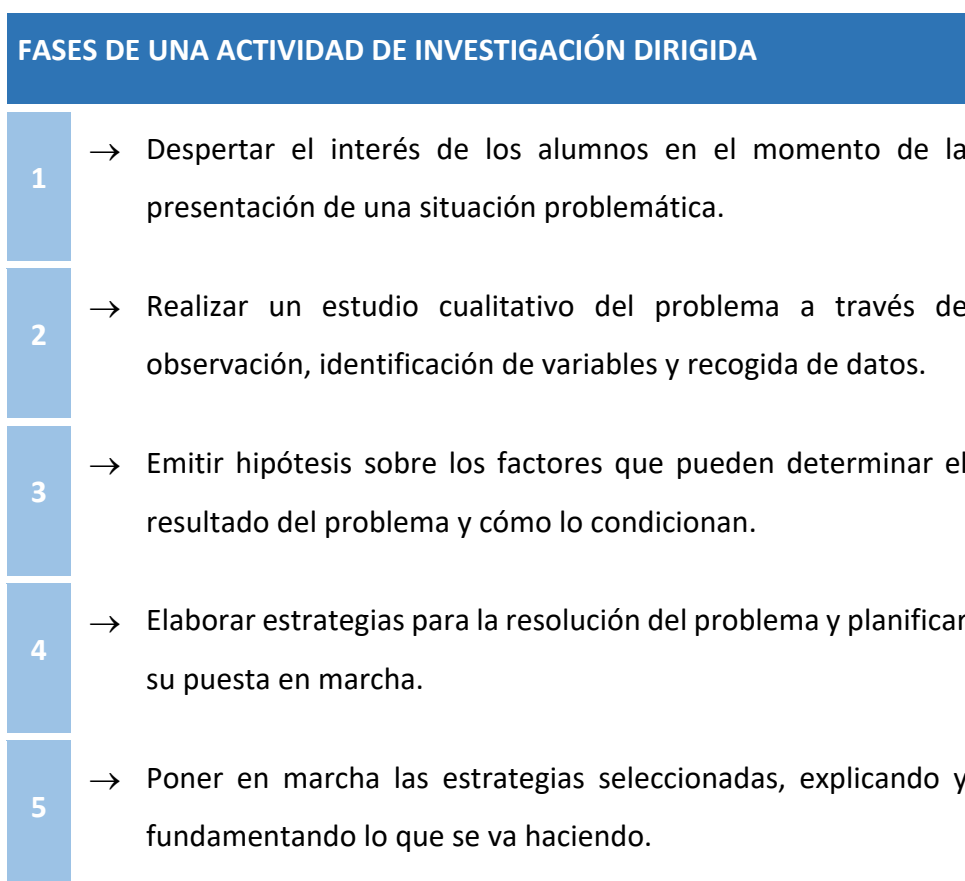
Este modelo de enseñanza de la ciencia no se aleja mucho del modelo anteriormente descrito, la enseñanza por descubrimiento, aunque no exige una aplicación rigurosa del método científico. Tal y como se describe en Pozo y Gómez (2006) la investigación que deben realizar los alumnos consiste en un proceso de construcción social de teorías y modelos, apoyados en recursos metodológicos y en actitudes bastante alejadas de las que cotidianamente muestran los alumnos. Es decir, la diferencia entre ambos métodos se encuentra en la valoración de otros aspectos más allá de la aplicación del método científico. Es un enfoque de enseñanza

que tiene en cuenta el *saber* (adquisición de conceptos), el *saber hacer* (adquisición de procedimientos y procesos, aplicación del método científico), el *saber ser* (adquisición de actitudes y valores a partir del trabajo en equipo).

Para el método de investigación dirigida, es muy importante, además del proceso, el contexto donde tiene lugar la investigación científica. Considera que el conocimiento que aporta toda investigación científica, se consigue gracias el contexto social en la que ésta se desarrolla. Este modelo es un claro ejemplo de enseñanza constructivista. El alumno construye, a través de la investigación (método científico), su propio conocimiento en base a sus ideas previas y a la interacción con los demás alumnos y con el profesor.

El currículo se organiza en torno al planteamiento y resolución conjunta de problemas por parte del profesor y de los alumnos (Pozo y Gómez, 2006). Se presentan situaciones problema, a través de preguntas abiertas, a las que el alumno debe buscar una solución mediante una pequeña investigación. En la siguiente figura (Figura 3) se pueden observar las distintas fases para realizar una actividad de descubrimiento.

Figura 3. Fases de las que consta una actividad de investigación dirigida.



- 6 → Analizar los resultados obtenidos y mirar su concordancia con las hipótesis planteadas.
- 7 → Reflexionar sobre las nuevas perspectivas abiertas por la resolución del problema.
- 8 → Elaborar una memoria final para analizar los resultados y el proceso de resolución.

Fuente: elaboración propia en base a Pozo y Gómez (2006).

Para evaluar en aprendizaje obtenido a partir de la aplicación del método de enseñanza mediante investigación dirigida, se puede tener en cuenta la actividad en sí misma. Son suficientemente completas y complejas para permitir que se evalúe tanto la adquisición de los conceptos trabajados como el propio proceso de aprendizaje de los alumnos.

Las secuencias didácticas basadas en la aplicación del método requieren de un grado de implicación del profesor mayor que en el caso de la enseñanza por descubrimiento. Además del papel de guía y orientador durante el proceso, el docente debe generar inquietudes en los alumnos de modo que tengan suficiente interés para resolver el problema planteado. Puede que, incluso, deba de cuestionar y generar dudas en torno a las conclusiones y resultados a las que llegan los alumnos (Moya et al., 2011). De este modo el docente actúa como “director de investigación” y genera el espacio y el ambiente adecuados para que los alumnos aprendan de forma autónoma sin ofrecer el saber de la ciencia directamente.

2.2. La metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)

Una de las metodologías empleadas en la actualidad y que tiene absoluta relación con el enfoque de enseñanza mediante investigación dirigida, presentado en apartados anteriores, es la metodología ABP.

Los primeros en hacer uso de esta metodología fueron los profesores del área de medicina de la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster (Canadá), entorno los años 60 y 70. Por lo tanto, su primer uso fue en la educación superior. Los profesores del área detectaron una necesidad de cambio en el método de enseñanza, que hasta el momento había tenido un

enfoque tradicional. Buscaron un método que tal y como define Barrows (1986) citado en Morales y Landa (2004): “el ABP es un método de aprendizaje basado en el principio de usar problemas como punto de partida para la adquisición e integración de nuevos conocimientos” (p. 147).

2.2.1. Características del problema de partida

Hay una serie de particularidades que hacen del ABP una metodología muy interesante. Es básico que el problema planteado como situación de partida, cumpla con una serie de requisitos. Debe ser un verdadero reto para los estudiantes. Es decir, no debe desvincularse de las situaciones cotidianas en las que se desenvuelven los alumnos. Solo de esta manera se puede conseguir una mejor motivación e interés de los estudiantes en la búsqueda de la resolución del problema. Ya que pueden observar una vinculación directa entre lo que aprenden en el centro escolar y lo que necesitan para desenvolverse en la vida en sociedad fuera del centro.

2.2.2. Características del ABP

Tal y como se indica en el trabajo de Morales y Landa (2004) las características fundamentales del ABP son:

- El alumno tiene un papel activo. El aprendizaje se centra en el alumno, debe determinar lo qué desconoce y necesita para resolver el problema. Además, con suficiente criterio debe escoger las fuentes en las cuales va a recurrir para conseguir la información.
- Se organizan grupos de trabajo. El aprendizaje se produce en grupos pequeños de estudiantes (entre 5 y 8) que conjuntamente analizan y resuelven el problema. De este modo comparten estrategias y opiniones, dando lugar a espacios de debate.
- Los profesores son facilitadores o guías. El docente no debe caer en proporcionar información y guiar de manera directa a los estudiantes. Si no que es todo lo contrario, debe plantear preguntas para que los alumnos encuentren por ellos mismos la solución. Es necesario que el docente conozca profundamente el tema tratado.
- Los problemas estimulan el aprendizaje y el desarrollo de habilidades. Tal y como se ha comentado en el apartado anterior, el problema debe relacionarse con hechos cotidianos de la vida de los alumnos. Pero, además, debe ser redactado acorde con el nivel de desarrollo y entendimiento de los alumnos.

Entonces, se puede concluir afirmando que el aprendizaje es autodirigido. El ABP proporciona un espacio adecuado para que el estudiante pueda estudiar e investigar el mundo real que le rodea. Durante este aprendizaje autodirigido y en base al trabajo en equipo, los estudiantes discuten, comparan, revisan y debaten continuamente a la vez que construyen su propio conocimiento.

En este punto, es destacable el grado de concordancia entre el enfoque de enseñanza por descubrimiento y la metodología de aprendizaje ABP. Por medio de una pequeña investigación dirigida por el docente, pero realizada por los estudiantes, se busca solución a una situación problema planteada. Los alumnos organizados en pequeños grupos de trabajo y con la ayuda que les brinda el docente, deben plantear un conjunto de hipótesis y estrategias para llegar a la resolución del problema. En todo el proceso, es necesaria una actitud crítica y reflexiva de los estudiantes para escoger bien las fuentes de información y para hacer un buen análisis de los resultados obtenidos. Es decir, el ABP promueve el pensamiento crítico.

2.2.3. El profesor frente el ABP

La implantación del ABP en el aula requiere de una planificación y de un diseño hechos a consciencia por parte del profesor. En la bibliografía antes mencionada, Morales y Landa (2004), se recoge la secuencia a seguir por los docentes en el diseño y planificación de las actividades ABP (Figura 4):

Figura 4. *Pasos a seguir en la planificación y diseño de actividades ABP.*

- 1 → Definir los objetivos de aprendizaje que se pretenden alcanzar con la resolución del problema.
- 2 → Determinar el tiempo disponible, el agrupamiento del alumnado y los recursos necesarios.
- 3 → Establecer los criterios e instrumentos de evaluación.
- 4 → Describir el problema de partida.
- 5 → Diseñar las estrategias de aprendizaje y el proceso a seguir.

Fuente: elaboración propia en base a Morales y Landa (2004).

2.2.4. El alumno frente el ABP

A partir del momento en que la actividad es presentada a los alumnos, éstos deben seguir una secuencia similar a la propuesta en Morales y Landa (2004) para poner en marcha el proceso ABP (Figura 5):

Figura 5. *Pasos a seguir en el proceso de ABP.*

FASES DE UNA ACTIVIDAD ABP	
1	→ Leer y analizar el escenario del problema.
2	→ Realizar una lluvia de ideas.
3	→ Hacer una lista de aquello que se conoce.
4	→ Hacer una lista de aquello que se desconoce.
5	→ Hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema.
6	→ Definir el problema.
7	→ Obtener información.
8	→ Presentar los resultados.

Fuente: elaboración propia en base a Morales y Landa (2004)

La secuencia definida forma parte de un ciclo que se repite, es decir, una vez se ha resuelto el problema, se identifican o se definen nuevos problemas a los que hace falta buscar soluciones (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2004). De este modo, se consigue una familiarización de los alumnos y el profesor al uso del método. La confianza y la seguridad, además del conocimiento del rol de los miembros en cada grupo, se adquiere a medida que el grupo madura y según la experiencia que adquiere en el uso de la metodología.

2.2.5. Evaluación en el ABP

La evaluación del ABP depende de los criterios e instrumentos de evaluación que el docente haya establecido en la fase de diseño y planificación. A grandes rasgos, dicha evaluación debe tener en cuenta tanto el grado de adquisición de conocimientos desarrollado por los alumnos como los valores y actitudes mostrados durante el proceso. Por consiguiente, debe tratarse tanto de una evaluación de carácter formativo como una evaluación de carácter sumativo.

Tanto el trabajo individual como el trabajo en equipo, son acciones susceptibles de ser evaluadas, al igual que el propio desempeño y el desempeño de los compañeros (Morales y Landa, 2004). El ABP se puede evaluar de distintos modos, dependiendo de la figura que realiza la evaluación. No son modos excluyentes, lo ideal sería un uso combinado de los dos. Así, los alumnos reciben una retroalimentación específica de sus fortalezas y debilidades, de tal modo que pueden reforzar y mejorar en algunos aspectos (Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, 2004). En consecuencia, se puede evaluar el ABP de las siguientes maneras:

- El docente evalúa al alumno (heteroevaluación). El docente evalúa tanto la aportación individual del alumno como la aportación del alumno en el grupo de trabajo. Además, debe valorar el grado de adquisición de los conocimientos. Si el alumno es capaz de comprender, asimilar y aplicar los conceptos con los que ha tratado.
- El alumno se evalúa a sí mismo (autoevaluación). El alumno reflexiona sobre todo aquello que ha aprendido durante el proceso y lo compara con lo que se esperaba de él. Puede ver el grado de aprovechamiento que ha hecho en las clases.
- El alumno evalúa al compañero (coevaluación). El alumno valora el grado de desempeño e implicación mostrado por sus compañeros. De este modo, los alumnos obtienen la opinión de sus compañeros en relación con el trabajo que han hecho juntos.

2.3. La metodología de Aprendizaje Colaborativo (AC)

Si se tiene en cuenta que uno de los pilares del enfoque de enseñanza mediante investigación dirigida es que el alumno construya su conocimiento a través de la interacción con el resto de alumnos y con el profesor, la metodología AC se presenta como una de las metodologías con más relación con el enfoque en cuestión.

El aprendizaje colaborativo gira en torno al concepto de cooperación, aunque debe distinguirse del aprendizaje cooperativo (Alarcón et al., 2018). El AC se da en el aula cuando los alumnos organizados en pequeños grupos trabajan en la resolución o realización de distintas tareas. La particularidad en el proceso es que, los estudiantes se coordinan y se corresponsabilizan para colaborar de igual manera (Badia y García, 2006). Es decir, cada miembro para lograr cumplir los objetivos comunes se responsabiliza por igual de su aprendizaje y del de sus compañeros de grupo. Para poder conseguirlo, es necesario que se dé una comunicación fluida entre los miembros para generar el intercambio deseado de información, opiniones y reflexiones.

2.3.1. Características del AC

Tal y como recogen Izquierdo y Iborra (2010) en su trabajo, habiendo citado éstos a Johnson, Johnson y Holube (1999), las características fundamentales del AC son:

- Interdependencia positiva. Pueden ser muchas las características comunes del grupo de trabajo, pero la que debe destacar por encima de todas, es el logro de los objetivos compartidos. Todos los miembros deben sentirse parte indispensable en el grupo, de este modo su motivación e implicación serán reconocibles.
- Responsabilidad individual. Va a la par con la interdependencia positiva. El hecho de trabajar en equipo no exime a los miembros de tener y cumplir con unas responsabilidades.
- Interacciones cara a cara y desarrollo de habilidades sociales. Característica inherente del trabajo en grupo. Se genera un espacio de debate constante, en el que se pueden intercambiar opiniones y reflexiones. Facilita las relaciones interpersonales, propicia el desarrollo de habilidades socioemocionales.

- Autorreflexión del grupo. La evaluación, tanto individual como grupal, es el momento de reflexionar entorno el proceso, el logro de los objetivos, los resultados obtenidos y el nivel de aprendizaje obtenido.

2.3.2. El grupo y la colaboración

Muchas son las definiciones elaboradas por varios autores entorno el concepto de grupo de trabajo. Una combinación de todas ellas es probablemente la mejor solución para definir el término de trabajo en grupo.

El conjunto de personas que comparten algunas características comunes y están juntas configuran un grupo. Por consiguiente, un grupo de trabajo son aquellas personas que comparten un objetivo, es decir, persiguen un fin que quiere ser logrado por todos. De esta característica global, se derivan otras características, que a su vez definen el grupo y sus miembros. Dependen unos de otros, de manera que, es necesario que cada miembro interactúe con cada uno de los otros miembros. Eso genera un sentimiento de pertenencia a un grupo y a su vez beneficia la creación de una identidad de grupo. En este punto, los miembros entienden que se influyen unos a otros y que de la ayuda que se ofrecen pueden obtener recompensa. Aunque para su buen funcionamiento deben prevalecer unas normas.

Pero ¿qué es lo que distingue la cooperación de la colaboración? Según el Diccionario de la Real Academia Española se define cooperar como “obrar juntamente con otro u otros para la consecución de un fin común” (ASALE y RAE, s. f.); mientras que se define colaborar como “contribuir, ayudar con otros al logro de algún fin” (ASALE y RAE, s. f.). Son dos conceptos que parecen ser muy similares, por este motivo muchas veces se encuentran mencionados indistintamente. En ambos casos, es necesario un trabajo en grupo para abordar un proceso.

Sin embargo, el aprendizaje colaborativo va un paso más allá que el aprendizaje cooperativo. Hay una transición perceptible entre cooperación y colaboración, que se da cuando además del apoyo mutuo entre los miembros y de la mejora de las relaciones con los demás, los participantes tienen la capacidad de aplicar lo aprendido en el contexto educativo en situaciones de la vida cotidiana (Cardozo, 2010).

2.3.3. La evaluación del AC

La evaluación del AC depende de los criterios e instrumentos de evaluación que el docente haya establecido en la fase de diseño y planificación. A grandes rasgos, dicha evaluación el

alumno debe percibirla como una oportunidad para aprender y debe ser coherente con el proceso realizado. Es decir, frente situaciones de aprendizaje en contextos colaborativos, no es lógico priorizar una evaluación individual del alumnado. Por consiguiente, la evaluación debe centrarse en el logro de las interacciones, en la calidad de estas interacciones y en la contribución de los miembros en el logro de los objetivos (Izquierdo y Iborra, 2010).

Por lo tanto, debe tratarse tanto de una evaluación de carácter formativo como una evaluación de carácter sumativo. En las que, además, se puede evaluar de distintos modos (heteroevaluación, coevaluación y autoevaluación).

En este punto, se puede observar que, la evaluación de la metodología AC no difiere excesivamente de la propuesta para la metodología ABP.

2.4. La combinación de las dos metodologías

Tal y como recogen Morales y Landa (2004):

“el ABP está centrado en el estudiante, pero promueve el desarrollo de una cultura de trabajo colaborativo, involucra a todos los miembros del grupo en el proceso de aprendizaje, promueve habilidades interpersonales, propicia la participación de los alumnos, generando que desempeñen diferentes roles en las labores propias de las actividades diseñadas, que les permitirán ir adquiriendo los conocimientos necesarios para enfrentarse al problema retador. Estimula la valoración del trabajo en equipo, desarrollando un sentimiento de pertenencia al mismo; permite que los estudiantes adquieran un conjunto de herramientas, que lo conducirán al mejoramiento de su trabajo y su adaptación al mundo cambiante. Crea nuevos escenarios de aprendizaje promoviendo el trabajo interdisciplinario” (p. 152).

3. Propuesta de intervención

3.1. Presentación de la propuesta

Esta unidad didáctica está dentro del bloque de contenidos: los cambios. De manera general, la Física y la Química de 4º de la ESO debe servir para realizar una progresión de lo macroscópico a lo microscópico en este segundo ciclo de la Educación Secundaria Obligatoria.

A diario, los ciudadanos del mundo observan procesos químicos a su alrededor, aunque ni se dan cuenta de que están sucediendo. Pero están tan acostumbrados a ver reacciones químicas que no se paran a pensar en la importancia y la trascendencia que tienen en sus vidas. Ejemplo de ello, puede ser la cocción de los alimentos, la fotosíntesis de las plantas o la propia respiración, etc. Pero, y si van un poco más allá y se preguntan ¿por qué la vegetación de la zona varía dependiendo de la naturaleza del terreno?, o ¿por qué algunos agricultores aplican calcio en el terreno de cultivo? La respuesta a todo esto la tiene la ciencia, en concreto la química.

La pregunta: **¿Por qué no hay vida en el lago?**, que a su vez es una pregunta similar a las dos anteriores, va a servir de punta de lanza para desarrollar los conceptos relacionados con la acidez y la basicidad y su importancia en la vida y en el medio ambiente. Así mismo, esta pregunta es tras la cual se esconden las metodologías ABP y AC que se plantean para la enseñanza-aprendizaje de esta unidad didáctica. Se pretende que el alumno sea el protagonista de su propio aprendizaje, y para ello debe encontrar la solución a un problema de la vida real.

3.2. Contextualización de la propuesta

3.2.1. Marco legislativo

Se idea la siguiente propuesta de intervención para ser puesta en práctica en un Instituto de Educación Secundaria (IES) de la Comunidad Autónoma de Cataluña, en España.

La unidad didáctica se propone según los contenidos del currículo de Física y Química en 4º de la ESO establecidos en la legislación vigente en Cataluña: **Decreto 187/2015, de 25 de**

agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria y la **Orden ENS/108/2018, de 4 de julio**, por la que se determinan el procedimiento, los documentos y los requisitos formales del proceso de evaluación en la Educación Secundaria Obligatoria. Las publicaciones del decreto y de la orden son en conformidad con la legislación vigente en el Estado Español: la **Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo**, de Educación. Teniendo en cuenta que la Ley 12/2009, del 10 de julio, de educación (LEC), establece que corresponde al Gobierno de la Generalitat de Cataluña determinar el currículo para cada una de las etapas y enseñanzas del sistema educativo catalán.

3.2.2. Contexto de centro

El IES en cuestión es un centro público que se encuentra ubicado en la provincia de Girona, concretamente en la localidad de Olot. Se imparten las enseñanzas relativas a la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato.

La práctica totalidad de la población escolar proviene de familias que viven en la ciudad y de pueblos cercanos que pertenecen a la misma comarca. Son grupos familiares de trabajadores de nivel sociocultural medio y medio-bajo. El tipo de ocupación de las familias es diverso, pero el sector que más predomina es el industrial (industria cárnica) y de servicios (transporte, salud y comercio entre otros).

El centro dispone de 3 líneas en los cuatro cursos de la ESO y de 2 líneas en los dos cursos de Bachillerato. Se distribuye el alumnado en grupos de 25-30 alumnos teniendo en cuenta la información recogida de primaria (en el 1º curso) y el traspaso de información en los cursos posteriores, intentando dar respuesta con los recursos de los que dispone el centro, a aquellos alumnos con necesidades de atención más individualizada.

En cuanto a las instalaciones, el edificio al ser de nueva y reciente construcción dispone de aulas amplias y con flexibilidad de espacios en las mismas, y que cuentan con recursos como proyectores y ordenadores de aula. Además, también dispone de aulas específicas para música, visual y plástica, taller para tecnología y laboratorio para Física y Química.

3.2.3. Contexto de aula

De acuerdo con la legislación actual todos los alumnos de 4º de la ESO cursan 10 horas semanales de materia optativas. Para facilitar la elección de éstas al alumnado, el IES propone 3 itinerarios, que a su vez determinan el contexto de aula para la propuesta de intervención.

Ya que, solo el itinerario de ciencia y tecnología contiene la asignatura de Física y Química. Por lo tanto, de las 3 clases de 4º de la ESO, únicamente la clase de 4º A cursa la asignatura de Física y Química. La clase está formada por 24 estudiantes, es el primer año que todos ellos comparten clase, se han reagrupado conforme el itinerario escogido. El alumnado es poco variado culturalmente (alrededor del 10%), algunos de los alumnos son de origen chino y gambiano. Ninguno de los discentes tiene dificultad para seguir las clases impartidas con la lengua vehicular, el catalán. Entre los discentes hay un alumno con movilidad reducida en una extremidad superior, se trata por tanto de un alumno con Necesidades Educativas Especiales (NEE). Esta circunstancia se tendrá en cuenta durante la planificación de las actividades.

3.3. Intervención en el aula

3.3.1. Objetivos de la propuesta

3.3.1.1. Objetivos generales de etapa

La legislación autonómica de Cataluña, en el Decreto 187/2015, de 25 de agosto, establece un conjunto de objetivos, el logro de los cuales implica el total desarrollo competencial de los alumnos al finalizar la Educación Secundaria Obligatoria. Estos objetivos generales de etapa están detallados en el artículo 3 del capítulo 1 del documento legislativo, de modo que se exponen a continuación (Tabla 1) aquellos que se van a trabajar en el transcurso de esta unidad didáctica:

Tabla 1. *Objetivos generales de etapa a trabajar en la UD.*

OBJETIVOS GENERALES DE ETAPA
b). Desarrollar y consolidar hábitos de estudio, de trabajo individual y cooperativo y de disciplina como base indispensable para un aprendizaje responsable y eficaz para conseguir un desarrollo personal equilibrado.
e). Desarrollar el espíritu emprendedor y la confianza en uno mismo, el sentido crítico, la iniciativa personal y la capacidad para aprender a aprender, planificar, tomar decisiones y asumir responsabilidades.

k). Comprender que el conocimiento científico es un saber integrado que se estructura en distintas disciplinas, y conocer y aplicar los métodos de la ciencia para identificar los problemas propios de cada ámbito para su resolución y toma de decisiones.

Fuente: elaboración propia en base a Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria.

3.3.1.2. Objetivos didácticos

Por otro lado, como docentes y en el proceso de adaptación del currículo al contexto de aprendizaje, los objetivos didácticos que se pretenden conseguir con el desarrollo de esta unidad didáctica son los siguientes (Tabla 2):

Tabla 2. *Objetivos didácticos de la UD.*

OBJETIVOS DIDÁCTICOS
<p>O1. Identificar las sustancias de carácter ácido y las sustancias de carácter básico.</p> <p>O2. Comprender el comportamiento químico de los ácidos y las bases, y la relación del grado de acidez o basicidad con el pH.</p> <p>O3. Determinar el pH de una sustancia, tanto matemáticamente como experimentalmente.</p> <p>O4. Entender el proceso químico que tiene lugar en las reacciones de neutralización</p> <p>O5. Profundizar en los conceptos básicos de la química:</p> <p style="padding-left: 40px;">O5.1. Nombrar y formular compuestos inorgánicos según las normas de la IUPAC.</p> <p style="padding-left: 40px;">O5.2. Representar y ajustar reacciones químicas.</p> <p style="padding-left: 40px;">O5.3. Hacer cálculos estequiométricos a partir de la ecuación química.</p> <p>O6. Valorar la importancia de los ácidos, las bases y las reacciones de neutralización en situaciones de la vida cotidiana y el medioambiente.</p> <p>O7. En un entorno de colaboración aplicar parte de las fases del método científico.</p> <p>O8. Utilizar los medios digitales, tanto para la búsqueda y selección de información como para la elaboración de un informe.</p>

Fuente: elaboración propia en base a Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria.

3.3.2. Contenidos, competencias y criterios de evaluación

3.3.2.1. Contenidos y competencias del ámbito científico-tecnológico

La legislación autonómica de Cataluña, el Decreto 187/2015, de 25 de agosto, regula la estructura del currículo. Se recogen en los anexos del documento legislativo, el conjunto de competencias básicas de las materias agrupadas por ámbitos de conocimiento, los contenidos curriculares y los criterios de evaluación. Se pretende que todo esto contribuya a la adquisición de las competencias clave.

En el Anexo V del Decreto 187/2015, de 25 de agosto, y para la asignatura de Física y Química de 4º de la ESO se establecen cinco bloques (BI) de contenidos curriculares equivalentes a los contenidos clave (CC) del ámbito científico-tecnológico. En los CC se recogen los conceptos y las ideas de la ciencia que los alumnos deben de dominar al finalizar la ESO, y a su vez se establece una relación de éstos con las competencias básicas (CB) del ámbito científico-tecnológico a desarrollar. Para cada una de las competencias se establece un nivel de consecución.

Se muestra a continuación (Tabla 3) la equivalencia entre los contenidos curriculares, los contenidos clave (CC) y las competencias básicas del ámbito científico-tecnológico que se trabajaran en esta unidad didáctica:

Tabla 3. *Equivalencia entre BI, CC y CB del ámbito científico-tecnológico de la UD.*

CONTENIDO CURRICULAR
BI5. Los cambios BI5.1. Interpretación molecular y representación de una reacción química mediante una ecuación química. BI5.2. Cálculos estequiométricos. BI5.3. Propiedades de las disoluciones ácidas y básicas y medida de pH. BI5.4. Sustancias ácidas y básicas de uso frecuente y su utilización. BI5.5. Reacciones químicas de neutralización.

CONTENIDOS CLAVE

CC8. Modelo atómico-molecular, enlace químico, fuerzas intermoleculares. Modelo de estructura de sustancias.

CC15. Fases de una investigación. Diseño de un procedimiento experimental (común en todos los bloques de contenidos curriculares).

COMPETENCIAS BÁSICAS ÁMBITO CIENTÍFICO-TECNOLÓGICO

Dimensión indagación de fenómenos naturales y de la vida cotidiana

CB1. Identificar y caracterizar los sistemas físicos y químicos desde la perspectiva de los modelos, para comunicar y predecir el comportamiento de los fenómenos naturales.

CB4. Identificar y resolver problemas científicos susceptibles de ser investigados en el ámbito escolar, que impliquen el diseño, la realización y la comunicación de investigaciones experimentales.

CB5. Resolver problemas de la vida cotidiana aplicando el razonamiento científico.

El desarrollo de las competencias del ámbito científico-tecnológico se encuentra implícito en la totalidad de la unidad, debido a los contenidos tratados. A través de un caso práctico, que a pesar de ser ficticio puede ocasionarse en la vida real, se aplica el método científico (aunque no de forma muy explícita para los alumnos) para tratar de responder a la pregunta paraguas de la UD “¿Por qué no hay vida en Iago?”. A través del lenguaje científico, el alumno, aprende a emitir juicios y a tomar decisiones en base a unas pruebas y argumentos.

Fuente: elaboración propia en base a Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria.

3.3.2.2. Competencias del ámbito matemático y del ámbito lingüístico

Se recogen a continuación (Tabla 4) las competencias básicas de otros ámbitos definidos en la legislación autonómica, concretamente las relativas al ámbito matemático y al ámbito lingüístico que se trabajaran en esta unidad didáctica:

Tabla 4. Competencias básicas (CB) de otros ámbitos de la UD.

COMPETENCIAS BÁSICAS ÁMBITO MATEMÁTICO
<p><i>Dimensión resolución de problemas</i></p> <p>C1MAT. Traducir un problema a lenguaje matemático o a una representación matemática utilizando variables, símbolos, diagramas y modelos adecuados.</p> <p>C2MAT. Utilizar conceptos, herramientas y estrategias matemáticas para resolver problemas.</p> <p><i>Dimensión razonamiento y prueba</i></p> <p>C6MAT. Utilizar el razonamiento matemático en entornos no matemáticos</p> <p>Para comprender y aplicar adecuadamente los términos y conceptos científicos que se tratan a lo largo de la unidad, se plantean actividades cuya resolución requiere saber términos y conceptos matemáticos, además, de saber aplicar principios, procesos y estrategias matemáticas.</p>
COMPETENCIAS BÁSICAS ÁMBITO LINGÜÍSTICO
<p><i>Dimensión comprensión lectora</i></p> <p>C1LIN. Obtener información, interpretar y valorar el contenido de textos escritos de la vida cotidiana, de los medios de comunicación y académicos para comprender-los.</p> <p>C3LIN. Desarrollar estrategias de búsqueda y gestión de la información para adquirir conocimiento.</p> <p><i>Dimensión actitudinal</i></p> <p>A2LIN. Implicarse activamente y de manera reflexiva en interacciones orales con una actitud dialogante y de escucha.</p> <p>Sea cual sea la tipología de la actividad, individual o grupal, el alumno debe utilizar la comunicación verbal, no solo para interpretar y comprender los textos, sino que también para expresarse adecuadamente. Por lo que, se plantean actividades que requieren de un intercambio comunicativo de todo tipo, incluyendo textos e imágenes, en las que se tenga que escuchar, hablar y conversar además de leer y escribir. Cuando la actividad es grupal, la comunicación verbal se complementa con la no verbal, de manera que una buena comunicación interpersonal es necesaria para trabajar en grupo. El alumno debe participar en situaciones interpersonales y grupales de manera que contribuya tanto por el bien personal como por el bien común.</p>

COMPETENCIAS BÁSICAS ÁMBITO LINGÜÍSTICO – LENGUA EXTRANJERA

Dimensión comunicación oral

C1EXT. Obtener información e interpretar textos orales de la vida cotidiana, de los medios de comunicación y del ámbito académico.

Ser capaz de escuchar y comprender información transmitida de forma oral mediante un medio audiovisual, como lo es un vídeo, favorece el desarrollo de estrategias de selección y retención de la información tratada. De modo que, el uso de vídeos muy académicos en lengua extranjera para tratar algunos contenidos en el aula es totalmente complementario con la finalidad de la escucha.

Fuente: elaboración propia en base a Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria.

3.3.2.3. Competencias transversales del ámbito digital

En la legislación autonómica de Cataluña, el Decreto 187/2015, de 25 de agosto, se incluyen unas competencias transversales.

El desarrollo y la adquisición de éstas debe favorecerse desde diferentes áreas y materias, en este caso son las competencias transversales del ámbito digital. De manera general es necesario incorporarlas en las programaciones didácticas de un curso escolar, por lo que se van a tratar en menor o mayor medida en la presente propuesta de intervención.

Se muestran a continuación (Tabla 5) las competencias transversales del ámbito digital que se trabajaran en esta unidad didáctica:

Tabla 5. *Competencias transversales (CD) del ámbito digital de la UD.*

COMPETENCIAS TRANSVERSALES ÁMBITO DIGITAL

Dimensión instrumentos y aplicaciones:

C2DIG. Utilizar las aplicaciones de edición de textos, presentaciones multimedia, tratamiento de datos numéricos para la producción de documentos digitales.

Dimensión tratamiento de la información y organización de los entornos de trabajo y aprendizaje:

C4DIG. Buscar, contrastar y seleccionar información digital adecuada para el trabajo a realizar, considerando varias fuentes y medios digitales.

El desarrollo de esta competencia se consigue a través de un uso seguro, crítico y eficaz de las tecnologías de la información y comunicación. Las actividades en las que se requiere buscar información, filtrarla y gestionarla, además de contrastar su validez y credibilidad aumentan la competencia digital en los alumnos, y, por consiguiente, se mejora en el uso de las tecnologías. Todo esto confiere un mejor saber hacer en la creación de contenidos, ejemplo de ello es la elaboración de un informe al final de la UD.

Fuente: elaboración propia en base a Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria.

Se entiende que el trabajo competencial en todas las materias contribuye en la adquisición de competencias transversales del ámbito personal y social. Es decir, se considera que no es necesario incluir en el marco normativo un listado específico de competencias en este ámbito, ya que el desarrollo y la adquisición de éstas son consecuencia del trabajo de las demás competencias (básicas y transversales). De modo que no se incluye en el presente documento un apartado específico para el desarrollo de las competencias transversales del ámbito personal y social. Aunque, cabe resaltar que las actividades presentadas pretenden que el alumno conduzca su propio aprendizaje y por lo tanto que sea consciente de las habilidades que adquiere y las estrategias que sigue, además de que el trabajo en grupo le va a permitir aprender a respetar a los compañeros y a valorar las diferentes opiniones.

3.3.2.4. Criterios de evaluación

Finalmente, en la legislación autonómica de Cataluña, el Decreto 187/2015, de 25 de agosto, se incluyen unos criterios de evaluación (CE) concretos que precisan los mínimos exigibles para cada una de las materias y curso. Es decir, determinan el grado de consecución de las CB de cada materia.

Se muestran a continuación (Tabla 6) los criterios de evaluación que se trabajaran en esta unidad didáctica:

Tabla 6. *Criterios de evaluación de la UD.*

CRITERIOS DE EVALUACIÓN
CE1. Identificar los rasgos característicos de los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico, a partir de casos históricos y del análisis de publicaciones de temática científica.

CE2. Planificar y realizar una búsqueda experimental para resolver problemas científicos sencillos, que conlleven la realización de todas las fases del proceso de investigación y comunicación del proceso y de los resultados mediante un informe escritos y una presentación en público.

CE17.1. Interpretar reacciones químicas teniendo en cuenta los aspectos materiales, energéticos y cinéticos y ser capaz de aplicar-los al análisis de algunos procesos químicos naturales o industriales de importancia a la vida cotidiana.

CE17.2. Saber realizar cálculos de cantidades de sustancia sencillos a partir de ecuaciones químicas.

CE18. Reconocer el pH como indicador ambiental e identificar y cuantificar la fortaleza de los ácidos y bases en ensayos de laboratorio.

Fuente: elaboración propia en base a Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria.

Se muestra la siguiente tabla (Tabla 7) a modo de esquema general de todos los aspectos desglosados.

Tabla 7. Competencias, contenidos y criterios de evaluación de la UD.

CONTENIDOS CURRICULARES	BI5. Los cambios
CONTENIDOS CLAVE	CC8, CC15
COMPETENCIAS BÁSICAS	CB1, CB4, CB5 C1MAT, C2MAT, C6MAT C1LIN, C3LIN, A2LIN C1EXT
COMPETENCIAS TRANSVERSALES	C2DIG, C4DIG
CRITERIOS DE EVALUACIÓN	CE1, CE2, CE17.1, CE17.2, CE18

Fuente: elaboración propia.

Aunque, se incluye en el anexo A, una tabla (Tabla 18) más extensa en la cual se relacionan los contenidos clave y los objetivos, los criterios de evaluación con los distintos niveles de consecución de las competencias.

3.3.3. Metodología

De acuerdo con lo descrito en el marco teórico del presente trabajo, se establece para la propuesta de intervención una enseñanza desde un enfoque constructivista mediante investigación dirigida, en la que las metodologías de ABP y AC van a ser determinantes para la consecución de los objetivos didácticos propuestos.

El diseño de la secuencia didáctica se basa en las fases descritas en la Figura 4 del marco teórico, mientras que su implementación se basa en las fases descritas en la Figura 5. A grandes rasgos, la secuencia didáctica sigue los siguientes pasos:

1. Presentación del problema.
2. Análisis y reflexión del problema.
3. Investigación.
4. Presentación de resultados.

El paso 1 comprende el planteamiento de la pregunta “¿Por qué no hay vida en el lago?” junto con la presentación del caso práctico (problema). El paso 2 comprende el análisis de la información aportada en el problema y su reflexión, de modo que permita determinar lo que se sabe, lo que no y lo que hace falta para resolver el problema. Esto está en estrecha relación sobre los conocimientos previos del alumno. El paso 3 comprende la búsqueda de información, en este caso a través de unas pautas, que permiten hallar la causa que origina el problema. De la cual es necesario obtener información también. El paso 4 comprende la presentación de los resultados de la búsqueda de información mediante un informe.

Los agrupamientos son de 4 alumnos, los cuales cuando es requerido el trabajo en grupo lo hacen bajo un ambiente de colaboración.

El desarrollo de todas las actividades relacionadas con los pasos se describe en mayor detalle en el siguiente apartado.

3.3.4. Cronograma y secuenciación de actividades

3.3.4.1. Temporalización de las sesiones y actividades

Esta intervención está diseñada para poder ser implementada a la parte final del desarrollo del bloque de contenidos de química de 4º de la ESO. Ya que requiere que el alumno tenga

ciertos conocimientos sobre la estructura y propiedades de la materia, además, de formulación inorgánica, de reacciones químicas y de cálculos estequiométricos.

Toda la secuencia didáctica debe ser implementada en el orden que se propone. Para ello son necesarias 11 sesiones. Se muestra en la siguiente tabla (Tabla 8) la temporalización de las sesiones o grupos de sesiones, y su relación con las distintas fases de la propia UD y las actividades.

Tabla 8. Temporalización de la UD.

	SESIÓN	ACTIVIDAD	FINALIDAD
INICIAL	01	EMPEZAMOS	Tomar conciencia de los conocimientos previos. Explicar la dinámica de las clases y la forma de evaluación. Comprender y apropiarse de los objetivos de la UD. Formar los grupos.
	02	¡¿QUÉ?!	Presentar el caso práctico y realizar un primer análisis.
DESARROLLO	03	TOMAMOS CONTACTO	Introducir los conceptos principales de la UD. Reflexionar sobre la relación entre estos conceptos y el caso práctico.
	04		
	05	VEMOS	Conocer las teorías de comportamiento de los ácidos y las bases - teoría de Arrhenius y la teoría de Brönsted-Lowry.
	06		Entender el pH como medida de la acidez y la basicidad. Aplicar todos los conceptos trabajados a través de ejercicios.
	07		Comprender el proceso químico que tiene lugar en las reacciones de neutralización. Aplicar todos los conceptos trabajados a través de ejercicios.
	08	APLICAMOS	Poner en común los ejercicios mediante su corrección.
	09	ACABAMOS	Retomar el caso práctico y realizar un segundo análisis. Buscar información sobre la lluvia ácida.
	10		Redactar el informe sobre el caso práctico.
CIERRE	11	¡FIN!	Presentar el informe. Realizar la autoevaluación y la coevaluación. Realizar el examen final de la UD.

Fuente: elaboración propia.

3.3.4.2. Desarrollo de las sesiones y actividades

Se definen a continuación cada una de las actividades que conforman la unidad didáctica.

SESIÓN 01 - EMPEZAMOS

Al inicio de la unidad se presenta a los alumnos la secuencia didáctica, además de los criterios de evaluación y calificación. De este modo son conocedores desde el inicio, de la dinámica que se va a seguir durante las sesiones y la forma en la que se les va a evaluar. Se conforman los grupos de trabajo que se mantendrán durante todas las sesiones que siguen, el docente los hará de forma heterogénea. Serán grupos de 4 miembros.

A continuación, los alumnos hacen un cuestionario inicial cuya resolución requiera contenidos que serán objeto de aprendizaje, y que dará lugar a la toma de conciencia de los conocimientos aprendidos en unidades y cursos anteriores. La realización de estas tareas permite una exploración de los conocimientos previos de los alumnos.

Para finalizar la sesión y a modo de introducción del contexto de aprendizaje, se presentan los contenidos que se van a aprender y para qué. Esta introducción, permite destacar la importancia de las reacciones químicas en la vida cotidiana, y la influencia de algunos parámetros químicos (como el pH) en los organismos y en la naturaleza.

Tabla 9. Sesión 01 de la UD.

TÍTULO	EMPEZAMOS	CORRESPONDENCIA FASES ABP (ninguna)							
SESIÓN	01								
TIEMPO	55 min								
CONTENIDOS	Conocimientos previos	OBJETIVOS		-					
COMPETENCIAS	CB1 C1MAT C2MAT C6MAT								
AGRUPACIONES	Gran grupo, individual.	ESPACIO		Aula ordinaria					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	<p>05 minutos: presentación de la unidad didáctica, título.</p> <p>25 minutos: exploración conocimientos previos. Realización del cuestionario.</p> <p>20 minutos: exposición de los objetivos de la unidad e introducción de los contenidos que se van a trabajar y explicación de su importancia. Explicación de la dinámica de la UD y de los criterios de evaluación. Formación grupos.</p>								

MATERIALES - RECURSOS	Pizarra, ordenador de aula, proyector, conexión internet y wifi, documentos sesión 01 del anexo B.
EVALUACIÓN E INSTRUMENTOS EVALUACIÓN	Se observa la dinámica general de grupo en clase y se recogen los datos relevantes. <i>Libreta del profesor.</i>
ATENCIÓN DIVERSIDAD	Tener el cuestionario inicial en formato digital y disponible para el alumno. Para las preguntas de desarrollo la evaluación va a ser oral, mientras que solo deberá aportar escritas las preguntas de respuesta corta o ejercicios numéricos. Puede disponer de 10 min extra después de la sesión si lo requiere.

Fuente: elaboración propia.

SESIÓN 02 - ¡¿QUÉ?!

Se entrega a los alumnos, ya organizados en grupos, el caso práctico entorno el cual se va a desarrollar toda la unidad. Tras una lectura conjunta con el profesor, éste propone que cada grupo de trabajo analice la tabla de valores proporcionada, de manera que les permita discutir qué relación entre los parámetros se observa, y que a su vez podría ser el motivo por el cual los peces se han encontrado muertos en el estanque. Si desconocen alguno de los parámetros proporcionados, deben buscar información.

Se va a concluir la sesión, con una puesta en común del análisis de cada uno de los grupos. Se pretende conseguir que los alumnos observen qué parámetros están fuera del rango de valores óptimo, a la vez que un aumento en el registro de lluvias puede haber provocado un descenso en el valor del pH del agua. Algunos de los alumnos pueden necesitar ayuda o guía en el análisis o comprensión de los parámetros, el docente debe encargarse de ello.

Tabla 10. Sesión 02 de la UD.

TÍTULO	¡¿QUÉ?!	CORRESPONDENCIA FASES ABP							
SESIÓN	02	1	2	3	4	5	6	7	8
TIEMPO	55 min								
CONTENIDOS	BI5.3	OBJETIVOS		O2 O6 b) k)					
COMPETENCIAS	CB4 C1LIN C3LIN A2LIN C4DIG								
AGRUPACIONES	Gran grupo, grupo trabajo.	ESPACIO		Aula ordinaria					

DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	10 minutos: lectura caso práctico. 30 minutos: análisis y búsqueda información. Formulación hipótesis. 15 minutos: discusión hipótesis (lluvia de ideas).
MATERIALES - RECURSOS	Pizarra, ordenador de aula, proyector, conexión internet y wifi, documentos sesión 02 anexo B. Ordenador portátil alumno.
EVALUACIÓN E INSTRUMENTOS EVALUACIÓN	Se observa la dinámica general de grupo en clase y se recogen los datos relevantes. <i>Libreta del profesor. Portfolio.</i>
ATENCIÓN DIVERSIDAD	Tener los documentos en formato digital y disponibles para el alumno. Puede entregar a través de pequeños audios de voz aquellas partes de desarrollo que crea convenientes.

Fuente: elaboración propia.

SESIONES 03 Y 04 – TOMAMOS CONTACTO

Se hace una demostración frente los alumnos, la cual en base a un indicador ácido-base casero (jugo de col lombarda) recrea una escala de pH a partir de sustancias de uso cotidiano o conocidas (zumo de limón, leche, vinagre, agua, agua con bicarbonato, etc.). El docente en ningún momento debe mencionar los términos y conceptos químicos siguientes: ácido, base, pH, indicador. Tras la demostración y la obtención de la escala de pH real, el docente revela a los alumnos las sustancias iniciales.

Seguidamente éstos, organizados en grupos de trabajo, deben escoger un criterio para clasificar las sustancias de modo que éstas se agrupen según la similitud de propiedades. Se pretende conseguir que los alumnos separen algunas sustancias por ser ácidos y el agua por ser neutra, puede que algunos conozcan el concepto base y lo usen para clasificar también. El docente debe incentivar a los grupos para que reflexionen sobre la función del indicador. Cada uno de los grupos expondrá su clasificación, después toda la clase va a buscar similitudes entre las clasificaciones propuestas por cada uno de los grupos. El docente puede terminar de colocar en la clasificación aquellas sustancias que no sepan clasificar los alumnos.

Para concluir las sesiones, se pone en común lo que sabemos y lo que no sobre estas sustancias. También se debe tener en cuenta el qué queremos saber, por ejemplo, el por qué se han obtenido tantos colores distintos, por qué las tonalidades de algunas sustancias son similares, qué otras sustancias existen que cambien de color en contacto con otras, etc. En el

caso que los alumnos hablasen del pH como medida del grado de acidez o basicidad, se puede añadir un pequeño ejercicio experimental sobre la medida de pH a partir del uso de papel indicador universal. En el caso que los alumnos no lo mencionen, es el docente quien introduce el concepto. Se pretende conseguir que los conceptos: ácido, base (y su comportamiento), pH e indicador sean lo que los alumnos necesiten saber para proseguir. Finalmente, se recupera el caso práctico y se invita a la reflexión sobre su vinculación con lo visto en las sesiones. Se programa un tiempo sobrante en la sesión para que haya cierto margen en el caso que alguna de las partes se alargue, en caso de que no, puede ser tiempo que los alumnos pueden usar para trabajar en su portfolio.

Tabla 11. Sesiones 03 y 04 de la UD.

TÍTULO	TOMAMOS CONTACTO	CORRESPONDENCIA FASES ABP							
SESIÓN	03 y 04	1	2	3	4	5	6	7	8
TIEMPO	2 sesiones de 55 min (110 min)								
CONTENIDOS	BI5.3 BI5.4	OBJETIVOS		O1 O2 O3 b)					
COMPETENCIAS	CB1 CB5 A2LIN								
AGRUPACIONES	Gran grupo, grupo trabajo.	ESPACIO		Laboratorio FQ					
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	<p>15 minutos: demostración ácido-base con indicador.</p> <p>20 minutos: análisis y discusión sobre el proceso observado, clasificación de las sustancias.</p> <p>20 minutos: exposición de las clasificaciones hechas por los grupos. Realización clasificación conjunta.</p> <p>15 minutos: definición de: qué y qué no sabemos, qué necesitamos saber.</p> <p>20 minutos: cálculo pH mediante papel indicador universal y pH-metro</p> <p>10 minutos: reflexión sobre la vinculación entre los contenidos vistos y caso práctico.</p> <p>10 minutos: trabajo individual en el porfolio.</p>								
MATERIALES - RECURSOS	Pizarra, ordenador de aula, proyector, conexión internet y wifi, documentos sesiones 03 y 04 anexo B y anexo C con el material especificado.								
EVALUACIÓN E INSTRUMENTOS EVALUACIÓN	Se observa la dinámica general de grupo clase y se recogen los datos relevantes. <i>Libreta del profesor. Porfolio.</i>								

ATENCIÓN DIVERSIDAD	<p>Tener los documentos en formato digital y disponibles para el alumno.</p> <p>Puede entregar a través de pequeños audios de voz aquellas partes de desarrollo que crea convenientes.</p> <p>Prestar ayuda a través del docente o de compañeros en la parte experimental.</p>
--------------------------------	--

Fuente: elaboración propia.

SESIONES 05, 06 Y 07 - VEMOS

Estas tres sesiones se van a desarrollar de la misma manera, que es la descrita a continuación, aunque se van a tratar distintos temas en cada una de ellas. Se entrega a los alumnos, ya organizados en grupos, el guion de trabajo de la sesión. Durante la primera parte de la sesión deben buscar información sobre el tema de la sesión. Tras la investigación individual, los miembros del grupo deben poner en común sus hallazgos, y completar el guion. Además, el docente entrega una hoja de ejercicios de aplicación, que deben hacer los alumnos de manera individual (solamente en las sesiones 06 y 07). Aunque, deben ponerlos en común, ya que la corrección de éstos va a ser colectiva, y se va a hacer en una sesión específica para la resolución de ejercicios.

- S05: el comportamiento de los ácidos y las bases según: la teoría de Arrhenius y la teoría de Brönsted-Lowry.
- S06: del pH como medida de la acidez y la basicidad.
- S07: las reacciones de neutralización.

Se entrega a cada uno de los grupos una infografía, la cual, mediante un diseño muy visual y esquemático, contempla los contenidos a tratar durante las 3 sesiones. De este modo, cada grupo la puede usar para situarse a la hora de tratar los conceptos, que de entrada pueden ser complejos y abstractos. Se adjunta la infografía en el anexo B del presente documento.

Tabla 12. *Sesiones 05, 06 y 07 de la UD.*

TÍTULO	VEMOS	CORRESPONDENCIA FASES ABP							
SESIÓN	05, 06 y 07								
TIEMPO	3 sesiones de 55 min (165 min)	1	2	3	4	5	6	7	8
CONTENIDOS	BI5.1 BI5.2 BI5.3 BI5.4 BI5.5	OBJETIVOS		O1 O2 O3 O4 O5 O8 b)					
COMPETENCIAS	CB1 CB5 C1MAT C2MAT C6MAT C1LIN C3LIN A2LIN C4DIG								

AGRUPACIONES	Grupo trabajo, individual.	ESPACIO	Aula ordinaria
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	<p>40 minutos: búsqueda de información del tema (S05) y elaboración guion.</p> <p>15 minutos: trabajo individual y en grupo en la resolución de ejercicios.</p> <p>40 minutos: búsqueda de información del tema (S06) y elaboración guion.</p> <p>15 minutos: trabajo individual y en grupo en la resolución de ejercicios.</p> <p>40 minutos: búsqueda de información del tema (S07) y elaboración guion.</p> <p>15 minutos: trabajo individual y en grupo en la resolución de ejercicios.</p>		
MATERIALES - RECURSOS	Pizarra, ordenador de aula, proyector, conexión internet y wifi documentos sesiones 05, 06 y 07 anexo B. Ordenador portátil alumno.		
EVALUACIÓN E INSTRUMENTOS EVALUACIÓN	<p>Se observa la dinámica general de grupo clase y se recogen los datos relevantes.</p> <p><i>Libreta del profesor. Portfolio.</i></p>		
ATENCIÓN DIVERSIDAD	<p>Tener los documentos en formato digital y disponibles para el alumno.</p> <p>Puede entregar a través de pequeños audios de voz aquellas partes de desarrollo que crea convenientes.</p>		

Fuente: elaboración propia.

SESIÓN 08 - APLICAMOS

Se corrigen los ejercicios de las tres sesiones anteriores. La dinámica que se sigue durante la corrección es la siguiente y es parecida a un juego de relevos:

- El docente asigna aleatoriamente un ejercicio de cada una de las sesiones a cada uno de los grupos.
- Los miembros de cada grupo establecen un orden para salir a la pizarra. Y el primero empieza a resolver el ejercicio.
- El docente debe ir marcando los relevos. En el punto que crea conveniente, va a marcar un STOP, y el alumno que esté resolviendo el ejercicio en la pizarra debe parar para que siga otro alumno con la resolución desde el punto en el que el anterior lo ha dejado.

De este modo, se consigue que cada uno de los grupos, tras un primer trabajo individual, consensúe la resolución del ejercicio, y en todo caso se pueden ayudar los mismos integrantes

en: la comprensión del problema, el planteamiento de la estrategia para la resolución, la ejecución del plan y la expresión de los resultados. Se pretende que como mínimo, cada uno de los grupos resuelva uno de los ejercicios. Si quedan ejercicios por resolver, se evaluará la resolución cuando los alumnos entreguen el portfolio.

Tabla 13. Sesión 08 de la UD.

TÍTULO	APLICAMOS	CORRESPONDENCIA FASES ABP						
SESIÓN	08							
TIEMPO	55 min							
CONTENIDOS	BI5.1 BI5.2 BI5.3 BI5.4 BL5.5	OBJETIVOS		O2 O3 O4 O5 b)				
COMPETENCIAS	CB1 CB5 C1MAT C2MAT C6MAT A2LIN							
AGRUPACIONES	Grupo trabajo, grupo clase.		ESPACIO		Aula ordinaria			
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	15 minutos: finalización de ejercicios y organización de los grupos. 40 minutos: resolución de ejercicios a través del juego por relevos.							
MATERIALES - RECURSOS	Pizarra.							
EVALUACIÓN E INSTRUMENTOS EVALUACIÓN	Se observa la dinámica general de grupo clase y se recogen los datos relevantes. <i>Libreta del profesor. Portfolio.</i>							
ATENCIÓN DIVERSIDAD	En caso de no poder realizar todo el ejercicio, puede describir los pasos de manera oral para qué un compañero del grupo los ejecute para él.							

Fuente: elaboración propia.

SESIONES 09 Y 10 - ACABAMOS

Para comenzar, se retoma el caso práctico. De manera que ahora con más conocimientos sobre el tema, los alumnos organizados ya en grupos, vuelven a analizar el problema planteado. Se trata de ver si son capaces de ver que si el pH del agua del estanque ha disminuido es porque se ha añadido una sustancia ácida, y que, en este caso, ésta procede de la lluvia. Pasado el tiempo de reflexión, lleguen o no los grupos a la conclusión, el docente les muestra un video sobre la lluvia ácida. Tras una primera visualización de éste, el docente pide a los alumnos que cojan notas durante una segunda visualización (se van a incluir en el portfolio). Seguidamente, los alumnos empiezan a trabajar colaborativamente en la elaboración de un informe final en el que deben incluir:

- Un análisis del caso práctico (tiene que ser breve, ya que esto ya lo realizaron al principio de la UD).
- Un planteamiento de la causa de origen del problema.
- Un trabajo de desarrollo sobre la lluvia ácida, en el que debe constar:
 - o Origen de la lluvia ácida.
 - o Efectos de la lluvia ácida en: ecosistemas, vida humana y materiales.
 - o ¿Qué podemos hacer para prevenir la lluvia ácida?
- Una conclusión, elaborada de manera individual por cada uno de los miembros del grupo, basada en la propuesta de una medida a su alcance para prevenir, también, la lluvia ácida.

Este informe es elaborado por todo el grupo, pero cada alumno presenta y entrega un archivo de manera individual, al inicio de la última sesión.

Tabla 14. Sesiones 09 y 10 de la UD.

TÍTULO	ACABAMOS	CORRESPONDENCIA FASES ABP							
SESIÓN	09 y 10	1	2	3	4	5	6	7	8
TIEMPO	2 sesiones de 55 min (110 min)								
CONTENIDOS	BI5.1 BI5.3 BL5.5	OBJETIVOS			O6 O7 O8 e) b) k)				
COMPETENCIAS	CB1 CB4 C1LIN C3LIN A2LIN C1EXT C2DIG C4DIG								
AGRUPACIONES	Grupo trabajo, individual.	ESPACIO			Aula ordinaria				
DESCRIPCIÓN ACTIVIDAD	10 minutos: reflexión sobre la vinculación entre los contenidos tratados y caso práctico. 15 minutos: visualización del vídeo (dos veces). 25 minutos: búsqueda información lluvia ácida. 55 minutos: elaboración informe.								
MATERIALES - RECURSOS	Pizarra, ordenador de aula, proyector, sistema altavoces, conexión internet y wifi, documentos sesiones 09 y 10 anexo B y anexo C. Ordenador portátil alumno.								
EVALUACIÓN E INSTRUMENTOS EVALUACIÓN	Se observa la dinámica general de grupo clase y se recogen los datos relevantes. <i>Libreta del profesor. Portfolio. Informe del caso práctico.</i>								

ATENCIÓN DIVERSIDAD	Tener los documentos en formato digital y disponibles para el alumno. Puede entregar a través de pequeños audios de voz aquellas partes de desarrollo que crea convenientes, aunque deben ser coherentes con el trabajo del grupo.
--------------------------------	---

Fuente: elaboración propia.

SESIÓN 11 - ¡FIN!

Al inicio de la sesión el docente recoge el portfolio de cada uno de los alumnos, para su posterior evaluación y calificación y el informe del caso práctico. Los alumnos realizan la autoevaluación y la coevaluación, la cual se va a recoger junto con el examen que se realiza a continuación.

Como cierre de la unidad, van a realizar un pequeño examen final, similar al cuestionario inicial que realizaron durante la primera sesión. El cual, esta vez, si es calificable.

Las medidas de atención a la diversidad son iguales que en el cuestionario de conocimientos previos.

3.3.5. Recursos

Se considera que los alumnos disponen de un ordenador portátil de uso individual, con acceso a internet y con programas de tratamiento de texto, de vídeo y audio, el cual es obligatorio, ya que así está especificado en las normas de centro. Se debe llevar en todas las clases de todas las asignaturas. Además, se considera también que, los alumnos disponen del material escolar necesario en el día a día, por ejemplo, lápices, bolígrafos, papel, calculadora, etc.

Los recursos necesarios para desarrollar toda la secuencia didáctica propuesta son los siguientes:

- Ordenador de aula con programas de tratamiento de texto para uso del docente.
- Proyector vinculado al ordenador de aula.
- Sistema de altavoces amplificados vinculados al ordenador de aula.
- Conexión a internet de banda ancha con acceso para el ordenador de aula.
- Conexión a wifi para los ordenadores portátiles de los alumnos.
- Documentos incluidos en:
 - anexo B – material para el alumno
 - anexo C – material para el profesor

○ anexo D – instrumentos evaluación y calificación

Para la actividad que tiene lugar durante las sesiones 03 y 04, que se desarrollan en el laboratorio, se requiere de un material específico:

- Extracto de indicador de col lombarda.
- Vasos de precipitados de 50 mL (mín. 13).
- Cuentagotas.
- Tiras de papel indicador universal.
- pH-metro.
- Sustancias: ácido clorhídrico, zumo limón, zumo tomate, té, vinagre, leche, agua, agua de mar, bicarbonato, jabón manos, amoníaco, lejía y sosa cáustica.

3.3.6. Evaluación

Se realiza una evaluación que pretende ser global, es decir, busca realizar un seguimiento continuo del alumno para así poder reforzar aquello que sea necesario para alcanzar los objetivos. Por consiguiente, se divide en tres momentos:

- Evaluación inicial: a través de la realización de un cuestionario inicial se pretende saber los conocimientos previos que tiene el alumno sobre los contenidos que se van a trabajar en la unidad didáctica. No se va a usar para la calificación, ya que solo debe servir para dar información al docente para adecuar la planificación hecha en base a esto.
- Evaluación continua: a través del portfolio se pretende poder evaluar el avance del alumno con relación a los contenidos y a los procedimientos. A través de la lista de control se pretende evaluar la actitud del alumno en relación con el aprendizaje y el trabajo en grupo. De modo, que la evaluación continua tiene lugar durante toda la unidad didáctica.
- Evaluación final: a través del informe del caso práctico y del examen final (el cual es similar al cuestionario inicial) se pretende evaluar y evidenciar el progreso y aprendizaje de los alumnos. Además, a través de la autoevaluación y de la coevaluación se pretende obtener información sobre el propio desempeño del alumno dentro del grupo y a su vez, el desempeño de los compañeros.

Se determinan a continuación los instrumentos de evaluación que permiten poder realizar la evaluación global anteriormente comentada, y que, además, permiten tanto la valoración del trabajo individual como la valoración del trabajo en equipo. Ya que, según lo comentado en apartados anteriores, las interacciones y la calidad de éstas debe tenerse en cuenta en las metodologías propuestas.

Los instrumentos con los que el docente evalúa al alumno, tanto la aportación individual como la aportación del grupo son (heteroevaluación):

- Portafolio del alumno: cada alumno debe entregar un recopilatorio de los documentos trabajados durante las sesiones (todos los incluidos en el anexo B del presente documento). Se deben programar entregas parciales del portafolio, a conveniencia entre alumnos y docente, de modo que éste último pueda valorar la evolución y pueda dar *feedback* y *feedforward* a los alumnos. La evaluación total de éste y su consecuente calificación se va a hacer en la evaluación final, para la cual se va a usar la rúbrica del anexo D (Tabla 19).
- Informe del caso práctico: cada alumno debe entregar de manera individual el documento elaborado con el grupo de trabajo, ya que incluye una reflexión personal. La evaluación total de éste y su consecuente calificación se va a hacer en la evaluación final, para la cual se va a usar la rúbrica del anexo D (Tabla 20).
- Examen final: cada alumno debe realizar al finalizar la unidad didáctica un examen, el cual, si va a ser calificable, ya que permite ver la adquisición e interiorización de los conceptos tratados.
- Libreta del profesor: el docente elabora el registro del trabajo desarrollado durante la unidad didáctica. De modo, que en una lista de cotejo indica el logro o no de ciertos ítems, acciones o conductas para cada uno de los alumnos. La evaluación de ésta y su consecuente calificación se va a hacer al final de la evaluación final, para la cual se va a usar la lista de cotejo del anexo D (Tabla 21).

Instrumentos en los que el alumno se evalúa a sí mismo (autoevaluación) y evalúa al compañero (coevaluación):

- Cuestionario autoevaluación y coevaluación: cada alumno, en un mismo documento, se debe evaluar a sí mismo y a los miembros de su grupo de trabajo. Se pretende que haga una reflexión crítica en torno a la actitud mostrada ante el trabajo en grupo y el

propio trabajo desarrollado. La evaluación de éstos y su consecuente calificación se va a hacer al final de la evaluación final, están diseñados mediante una escala de valoración incluida en el anexo D (Tabla 22).

Se muestran la siguiente tabla (Tabla 15) a modo de esquema general, los indicadores e instrumentos de evaluación en la que además se detallan los criterios de calificación.

Tabla 15. *Criterios de calificación de la UD.*

INSTRUMENTOS	INDICADORES E INSTRUMENTOS DE EVALUACIÓN	PORCENTAJE
Porfolio del alumno	Puntualidad de entrega. Orden, limpieza y ortografía. Trabajo en equipo. Elaboración y validación del conocimiento. Resolución de problemas y ejercicios. <i>Valoración mediante rúbrica del porfolio anexo D (Tabla 19).</i>	25%
Informe del caso práctico	Puntualidad de entrega. Orden, limpieza y ortografía. Trabajo en equipo. Elaboración y validación del conocimiento. <i>Valoración mediante rúbrica del informe del caso práctico anexo D (Tabla 20).</i>	25%
Examen final	Ejercicios bien resueltos. Expresión correcta de los resultados. Justificación de respuestas. <i>Valoración mediante prueba escrita anexo D.</i>	20%
Libreta del profesor	Asistencia a clase. Porfolio al día y completo. Participa y colabora en actividades grupales. <i>Valoración mediante lista de cotejo anexo D (Tabla 21).</i>	15%
Cuestionario autoevaluación y coevaluación	Actitud y participación adecuadas. Colaboración y relación con los compañeros. Puntualidad de entrega. <i>Valoración mediante escala de valoración anexo D (Tabla 22).</i>	5% (autoevaluación) 10% (coevaluación)

Fuente: elaboración propia.

La legislación autonómica de Cataluña, la Orden ENS/108/2018, de 4 de julio, establece la forma en la que se deben expresar los resultados de los aprendizajes y el grado de desarrollo competencial de los alumnos. En el anexo 1 del documento legislativo se detallan las pautas para la expresión cualitativa correcta de las calificaciones. En el anexo 2 del documento legislativo se detallan las pautas para la expresión numérica correcta de las calificaciones. Se expone a continuación (Tabla 16) la forma en la que se expresarán los resultados de la evaluación:

Tabla 16. *Expresión de los resultados de la evaluación de la UD.*

CALIFICACIÓN CUALITATIVA	CALIFICACIÓN NUMÉRICA	EQUIVALENCIA DE LAS CALIFICACIONES CON EFECTO FUERA DE CATALUÑA
no assoliment = NA (<i>no logro</i>)	NA = 1	Insuficiente = IN → 1, 2, 3 o 4
assoliment satisfactori = AS (<i>logro satisfactorio</i>)	AS = 2	Suficiente = SU → 5 Bien = BI → 6
assoliment notable = AN (<i>logro notable</i>)	AN = 3	Notable = NT → 7 o 8
assoliment excel·lent (<i>logro excelente</i>)	AE = 4	Sobresaliente = SB → 9 o 10

Nota: se respeta la expresión en catalán de dichas calificaciones cualitativas. Se añade la traducción entre paréntesis y cursiva de dichas expresiones para su mejor entendimiento.

Fuente: elaboración propia en base a Orden ENS/108/2018, de 4 de julio, por la que se determinan el procedimiento, los documentos y los requisitos formales del proceso de evaluación en la Educación Secundaria Obligatoria

3.4. Evaluación de la propuesta

3.4.1. Evaluación de la propuesta antes de su implantación en el aula

En el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato, se hace hincapié no solo en la evaluación del alumnado, sino que también en la evaluación de la práctica docente. En el artículo 20. Evaluaciones (punto 4) se cita textualmente:

Artículo 20. Evaluaciones

“(...) 4. Los profesores evaluarán tanto los aprendizajes del alumnado como los procesos de enseñanza y su propia práctica docente, para lo que establecerán indicadores de logro en las programaciones didácticas (...)” (p. 183).

Aunque dicho documento legislativo de referencia en el Estado español no se aplica en la Comunidad Autónoma de Cataluña, se considera totalmente necesario evaluar el proceso de enseñanza-aprendizaje aplicado en la presente propuesta de intervención.

La evaluación de la docencia es la acción que convierte la actividad del docente en objeto de reflexión. Es necesario que sea un análisis crítico pero positivo, que además de tomar conciencia del propio quehacer docente y de lo que ocurre en el aula, debe conducir hacia la mejora del proceso enseñanza-aprendizaje (Loredó, 2021).

Para realizar dicha evaluación, se usa una matriz DAFO a través de la cual se valoran las debilidades y las fortalezas como parte del análisis interno, y las amenazas y oportunidades como parte del análisis externo de la propuesta. Este procedimiento permite reflexionar y analizar la propuesta antes de que ésta sea aplicada en un aula. Se muestra en la siguiente tabla (Tabla 17) la matriz DAFO.

Tabla 17. Análisis de la propuesta.

	ANÁLISIS INTERNO	ANÁLISIS EXTERNO
	DEBILIDADES	AMENAZAS
ASPECTOS NEGATIVOS	<p>Las metodologías empleadas requieren de mucha planificación docente, tanto en diseño de la UD como en preparación del material.</p> <p>Gran parte del éxito de la propuesta depende de la elección del problema de partida por parte del docente.</p> <p>Se requieren ciertos conocimientos previos, que, si los alumnos no tienen, dificultan el normal desarrollo de las actividades.</p> <p>Se requiere el uso de materiales típicos de laboratorio y otros recursos.</p> <p>Falta de tiempo para todos los aspectos.</p>	<p>Resistencia al cambio a metodologías ABP y AC por parte de los alumnos.</p> <p>Falta de iniciativa y comprensión en la realización de las actividades por parte de los alumnos, que puede conducir a una pérdida del interés.</p> <p>Poca implicación de los alumnos que dificulta el normal desarrollo de las clases.</p> <p>Si los alumnos no están acostumbrados a trabajar en grupo, se va a notar la falta de práctica y organización de éstos.</p> <p>Falta de apoyo por parte del resto de profesorado y del centro.</p>
	FORTALEZAS	OPORTUNIDADES
ASPECTOS POSITIVOS	<p>Las metodologías ABP y AC son dos metodologías activas de amplio uso y aplicación en las aulas actuales, por lo que hay mucha información disponible.</p> <p>Se trabaja, además del desarrollo de competencias del ámbito científico-tecnológico, en el desarrollo competencias de otros ámbitos y se evalúa su grado de adquisición.</p> <p>En las sesiones se requiere el uso de herramientas TIC.</p> <p>Se realiza una evaluación continua y una evaluación final, ambas se tienen en cuenta para la calificación del alumno.</p>	<p>Ser un ejemplo para el diseño de otras UD de la misma asignatura o de asignaturas de otras áreas y departamentos.</p> <p>Promover metodologías activas en otras áreas y departamentos.</p> <p>Fomentar un uso seguro, crítico y eficaz de las TIC.</p> <p>Introducir el trabajo colaborativo en el aula y en el centro.</p> <p>Contribuir a que el conocimiento científico sea parte del saber de los alumnos, y lo utilicen para resolver sus problemas en la vida cotidiana.</p>

Fuente: elaboración propia

Una vez elaborada la matriz DAFO es conveniente analizar las relaciones que surgen de la combinación de los distintos elementos reflejados en la matriz y que a su vez sirven para plantear nuevas estrategias.

La razón de combinar las fortalezas con las oportunidades es con la intención de obtener el máximo beneficio de las oportunidades. Uno de los puntos más destacables es el amplio uso y aplicación que las metodologías ABP y AC tienen en las aulas y que a su vez contribuyen en el desarrollo competencial de los alumnos, esto puede ayudar a promover el uso de metodologías activas en el diseño de las UD y las programaciones didácticas de otras áreas del centro.

La razón de combinar las debilidades con las oportunidades es con la intención de contrarrestar aquellas carencias de la propuesta a través de las oportunidades. De aquí surgen dos puntos destacables. El primero de ellos es con relación a los alumnos, no se debe tratar de buscar el conocimiento del saber científico en el sentido estricto, sino que se debe buscar que los alumnos adquieran una cultura general en ciencias que les permita opinar sobre temas científicos. El segundo punto es con relación a los docentes, si éstos se organizan para colaborar en la labor de planificación de la práctica docente, se puede crear un sentido de comunidad y red de aprendizaje, que va a enriquecer y mejorar la propia práctica.

La razón de combinar las fortalezas con las amenazas es con la intención de minimizar las consecuencias de las amenazas a través de las fortalezas. Uno de los puntos más destacables es el hecho que la calificación de los alumnos deja de centrarse únicamente en una evaluación final del tipo examen. El ABP y el AC se pueden evaluar de distintas maneras y en distintos momentos: heteroevaluación, autoevaluación, coevaluación, evaluación inicial, evaluación continua y evaluación final. Hecho que contribuye a que el alumno sienta que no solo se evalúa su capacidad de adquisición de conocimientos, sino que además se tienen en cuenta su desempeño e implicación durante todo el proceso.

La razón de combinar las debilidades con las amenazas es con la intención de contrarrestar ambos aspectos. De aquí surge un punto destacable, la incomprensión total de la propuesta, que, a su vez, es la mayor amenaza. Es necesario incluir en la planificación de la propuesta, todo aquello que sea necesario para que ésta tenga buena acogida entre la audiencia, es decir, entre los alumnos y en el centro en general. Son necesarios espacios para poder introducirla,

para explicar sus objetivos, para obtener resultados y para analizarlos y reflexionar sobre el procedimiento seguido.

3.4.2. Evaluación de la propuesta después de su implantación en el aula

Una vez la propuesta de intervención es implantada en un aula y se ha concluido el proceso de evaluación del alumnado de Física y Química, es conveniente evaluar la propia propuesta para tener una evaluación después de que ésta sea aplicada. De manera que se sugiere la evaluación de la intervención a través de dos instrumentos de evaluación:

- Encuesta de satisfacción de la propuesta completada por los estudiantes
Valoración mediante una escala de valoración anexo D (Tabla 24).
- Cuestionario de autoevaluación docente completado por el propio docente
Valoración mediante una lista de cotejo anexo D (Tabla 25).

A partir de la información recogida de la evaluación de la práctica docente proveniente tanto de los alumnos como de la propia autoevaluación se debe iniciar el proceso de reflexión personal por parte del docente. Este proceso (la autoevaluación) parte de la idea que la práctica docente siempre es mejorable, de modo que es necesaria una actitud favorable del profesorado por el cambio y para que haya una mejora de ésta misma (Bolancé et al., 2013).

4. Conclusiones

Se exponen al inicio del presente Trabajo de Fin de Máster (TFM) las problemáticas actuales a las que se enfrenta la enseñanza de las ciencias. Se pone de manifiesto la necesidad de un cambio de enfoque en la enseñanza y el aprendizaje, que pasa por el uso de metodologías más activas, en las que los alumnos sean los protagonistas y que a su vez hagan aumentar el interés de éstos hacia las ciencias.

A partir de dicha necesidad, se plantea la propuesta de intervención desarrollada en el presente TFM, que utiliza el Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) y el Aprendizaje Colaborativo (AC) como metodologías de enseñanza de las ciencias en 4º de la ESO.

Por consiguiente, la redacción de las conclusiones se desarrolla en estricta relación con los objetivos planteados y el grado de consecución de los mismos. Cada uno de los objetivos específicos lleva a la consecución del objetivo general. Por lo que se empieza por el análisis y la reflexión de los primeros.

El desarrollo de un marco teórico es de vital importancia para profundizar en el uso de las metodologías ABP y AC en el proceso de enseñanza-aprendizaje (en relación con el primer objetivo específico). Ciertamente es que, el estudiante debe construir su propio conocimiento a partir de hallar la resolución a problemas y a situaciones de la vida real. Además de que, el papel del docente debe ser tremendamente planificado y medido para no proporcionar demasiada información al alumno ni tampoco guiar de manera muy directa a los alumnos a la resolución del problema. No obstante, si se establecen grupos de trabajo donde el diálogo y la discusión, junto con la reflexión crítica y la argumentación sean el *modus operandi*, se logra mucho más que construcción de conocimiento. Se contribuye a que los alumnos asuman la responsabilidad de aprender a aprender.

Varias son las consideraciones a tener en cuenta cuando uno se enfrenta al proceso de diseño de una unidad didáctica basada en la aplicación del ABP y el AC (en relación con el segundo objetivo específico). Para ello es necesario partir de la idea que la unidad didáctica es la base de la programación del proceso de enseñanza-aprendizaje. De modo que, en su diseño se debe dar una interrelación coherente entre los elementos curriculares y la metodología en la que éstos se van a tratar.

La propuesta de intervención que se plantea en el presente TFM, no deja de ser una propuesta que no se ha implantado en ningún aula. Tras las consultas llevadas a cabo para elaborar tanto el marco teórico como la propuesta misma, se puede decir que, si se inicia la secuencia didáctica con el problema adecuado, éste puede suponer el trampolín para que aumenten el interés y la motivación del alumnado (en relación con el tercero y el cuarto objetivo específico). El problema de partida debe ser un verdadero reto al que debe hallarse una solución. Aunque todo esto es a nivel teórico, para poder dar un análisis más profundo en torno el grado de consecución de dichos objetivos, lo ideal sería implantar la propuesta de intervención en un aula y así poder observar y analizar los resultados.

Una vez revisados todos los objetivos específicos, se confirma que el grado de consecución de éstos es alto y que por tanto esto lleva a la consecución del objetivo principal. Se concluye que la presente propuesta de intervención educativa basada en el uso de las metodologías ABP y AC contribuye a despertar el interés, además de aumentar la motivación, en el alumnado de Física y Química de 4º de la ESO.

5. Limitaciones y prospectiva

Se entiende por limitaciones aquellos problemas con los que uno se encuentra a la hora de desarrollar un trabajo. Por consiguiente, una vez analizado el grado de consecución de los objetivos de la propuesta de intervención se plantean sus limitaciones.

Una de las variables de la que puede depender el éxito de la presente propuesta de intervención, es el tiempo. Cualquier cambio o transformación requiere de un tiempo para adaptarse. El uso de las metodologías ABP y AC supone un cambio total en la organización y funcionamiento del aula. De manera que, aunque se planteen sesiones para la explicación y acercamiento a las metodologías, el tiempo destinado a ello puede no ser suficiente. El tiempo destinado a la realización de cada actividad, puede verse afectado por esta falta de costumbre a trabajar en grupo, hecho que puede hacer variar la duración de la propuesta.

Cierto es que, si se compara el tiempo destinado a impartir contenidos a través de lecciones magistrales y el tiempo destinado a impartir los mismos contenidos a través de las metodologías ABP y AC, se puede necesitar notoriamente más tiempo en la segunda opción. Pero es necesario tratar de no caer en el error de impartir de manera magistral los contenidos, de ser así la propuesta perdería su razón de ser e intencionalidad.

Otra de las variables de la que puede depender el éxito de la presente propuesta de intervención, son los recursos. No son muchos ni muy específicos los elementos y materiales requeridos, pero tal y como se recoge en el contexto, es necesario que los alumnos dispongan de un ordenador portátil personal. De no ser así, sería imposible llevar a cabo la propuesta, ya que las partes de búsqueda de información y agrupamientos flexibles no son combinables en aulas de informática donde los ordenadores tienen una determinada ubicación.

Se entiende por prospectiva el planteamiento de las posibilidades que tiene una herramienta para generar beneficios o grandes impactos en un futuro. Por consiguiente, es totalmente necesario e imprescindible implantar la presente propuesta en un aula. Ya que es de la única manera que se puede ver el grado de consecución real de los objetivos que persigue la secuencia didáctica diseñada. Solo así, se lograría analizar y reflexionar sobre las posibilidades de mejora de la misma.

Siguiendo esta misma línea, una vez analizada la propuesta podría ser interesante continuar implementando las metodologías ABP y AC en el aula, aunque desde una manera no tan guiada y pautada como la que se ha propuesto a través del portfolio.

Para finalizar, una manera de enriquecer la propuesta y darle un peso y una importancia más trascendentales se podría plantear como proyecto interdisciplinar. Consiguiendo así, una combinación e integración de elementos y valores de otras áreas o materias. Por ejemplo, la sinergia con la asignatura de biología y geología es indudable en la presente propuesta.

6. Referencias

6.1. Referencias bibliográficas

- Alarcón, E., Sepúlveda, M. del P., y Madrid, D. (2018). Qué es y qué no es Aprendizaje Cooperativo. *ENSAYOS: Revista de la Facultad de Educación de Albacete*, 33(1), 205-220.
- Artzt, A. (1999). Cooperative learning in mathematics teacher education. *Mathematics Teacher*, 92(1), 11-17.
- ASALE, y RAE. (s. f.). Colaborar. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 25 de marzo de 2021, de <https://dle.rae.es/colaborar>
- ASALE, y RAE. (s. f.). Cooperar. En *Diccionario de la lengua española*. Recuperado el 25 de marzo de 2021, de <https://dle.rae.es/cooperar>
- Badia, A., y García, C. (2006). Incorporación de las TIC en la enseñanza y el aprendizaje basados en la elaboración colaborativa de proyectos. *Revista de Universidad y Sociedad del conocimiento*, 3(2), 42-54.
- Bolancé, J., Cuadrado, F., Ruiz, J. R., y Sánchez, F. (2013). La autoevaluación de la práctica docente como herramienta para la mejora del proceso de enseñanza y aprendizaje del alumnado. *Avances en Supervisión Educativa*, 18.
- Cardozo, J. J. (2010). Los aprendizajes colaborativos como estrategia para los procesos de construcción de conocimiento. *Congreso Iberoamericano de Educación METAS 2021*, 18.
- Estrada, V., y Febles, J. P. (2002). Aprendizaje basado en problemas y razonamiento basado en casos en la enseñanza. *Ingeniería Industrial*, 23(1), 13-19.
- Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey. (2004). *El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica*. Recuperado el 21 de marzo de 2021, de: http://sitios.itesm.mx/va/dide2/tecnicas_didacticas/abp/abp.pdf
- Izquierdo, M., y Iborra, A. (2010). ¿Cómo afrontar la evaluación del aprendizaje colaborativo? Una propuesta valorando el proceso, el contenido y el producto de la actividad grupal. *Revista General de Información y Documentación. Universidad Complutense*, 20, 221-241.

- Johnson, D. W., y Johnson, R. T. (1987). *Learning together and alone: Cooperative, competitive, and individualistic learning* (2ª ed). Prentice-Hall, Inc.
- Liguori, L. (2013). *Didáctica de las ciencias naturales: enseñar ciencias naturales: enseñar a enseñar ciencias naturales*. Homo Sapiens Ediciones.
- Loredo, J. (2021). Evaluación docente. *Revista Iberoamericana de Evaluación Educativa*, 14(1), 7-11.
- McKinley, K. (2012). *Using a Problem Based Learning and guided inquiry in a High School acid-base chemistry unit* [Tesis doctoral, Michigan State University]. MSU LIBRARIES Digital Repository. <https://doi.org/doi:10.25335/M5NB1S>
- Morales, P., y Landa, V. (2004). Aprendizaje Basado en Problemas. *Theoria*, 13, 145-157.
- Moya, A., Chaves, E., y Castillo, K. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Ensayos Pedagógicos*, 6(1), 115-132.
- OCDE (2016). *PISA 2015. Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos. Informe Español*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- OCDE (2019). *PISA 2018. Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español*. Instituto Nacional de Evaluación Educativa. Subdirección General de Documentación y Publicaciones.
- OECD (2018). *Encouraging Student Interest in Science and Technology Studies*. Paris: OECD Publishing.
- Pell, T., y Jarvis, T. (2001). Developing attitude to science scales for use with children of ages from five to eleven years. *International Journal of Science Education*, 23(8), 847-862.
- Porlán, R. (2005). ¿Para qué enseñar ciencias en la escuela obligatoria? *Tecné, Episteme y Didaxis: TED*, 18.
- Pozo, J. I., y Gómez Crespo, M. (2006). *Aprender y enseñar ciencia* (6ª ed). Ediciones Morata S.L.

- Rani, G. (2006). A Cross-domain Analysis of Change in Students' Attitudes toward Science and Attitudes about the Utility of Science. *International Journal of Science Education*, 28(6), 571-589.
- Robles, A., Solbes, J., Cantó, J. R., y Lozano, O. R. (2015). Actitudes de los estudiantes hacia la ciencia escolar en el primer ciclo de la Enseñanza Secundaria Obligatoria. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 14(3), 361-376.
- Solbes, J., Hernández, J., y Peña, A. V. (2001). Reflexiones sobre el currículum de física y química en el Decreto de Humanidades. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 29, 95-102.
- Solbes, J., Montserrat, R., y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 21, 91-117.
- Tovar, A. (2001). *El constructivismo en el proceso enseñanza-aprendizaje*. Instituto Politecnico Nacional.
- Woodbury, S., y Gess-Newsome, J. (2002). Overcoming the Paradox of Change without Difference: A Model of Change in the Arena of Fundamental School Reform. *Educational Policy*, 16(5), 763-782.

6.2. Referencias legislativas

- Decreto 187/2015, de 25 de agosto, de ordenación de las enseñanzas de la Educación Secundaria Obligatoria. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 6945, de 28 de agosto de 2015, 1-305. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/d/2015/08/25/187/dof/spa>
- Ley 12/2009, del 10 de julio, de educación. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 5422, de 16 de julio de 2009, 56589-56682. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/l/2009/07/10/12/dof/spa>
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 106, de 4 de mayo de 2006, 17158-17207. <https://www.boe.es/eli/es/lo/2006/05/03/2>

Orden ENS/108/2018, de 4 de julio, por la que se determinan el procedimiento, los documentos y los requisitos formales del proceso de evaluación en la Educación Secundaria Obligatoria. *Diari Oficial de la Generalitat de Catalunya*, núm. 7659, de 9 de julio de 2018, 1-60. <https://portaljuridic.gencat.cat/eli/es-ct/o/2018/07/04/ens108/dof/spa>

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, núm. 3, 3 de enero de 2015, 169-546. <https://www.boe.es/eli/es/rd/2014/12/26/1105>

6.3. Referencias de medios audiovisuales

Freepik. (s. f.). *Accumulator – Robotics pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

Freepik. (s. f.). *Broccoli free icon – Fruits & vegetables pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

Freepik. (s. f.). *Detergente de lavandería icono – Cleaning pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

Freepik. (s. f.). *Lemonade free icon – Restaurant pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

Freepik. (s. f.). *Milk free icon – Back to school pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

Freepik. (s. f.). *Plátanos icono – Food pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

Kinetic School. (2012, enero 14). *Acid rain (Animation)* [Vídeo]. YouTube. <https://youtu.be/dmgLESI4GGU>

Nikita Golubev. (s. f.). *Limpiador gratis icono – Plumber pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

Santos, J. (2020, noviembre 6). *Un paseo por la historia de ácidos y bases* [Infografía]. Recuperado de: entrega de actividad de Complementos de Formación Disciplinar en FQ.

Srip. (s. f.). *Sangre gratis icono – Health care pack* [Icono]. Flaticon en www.flaticon.com.

ANEXO A. RELACIÓN ENTRE CC, CE, OBJETIVOS E INDICADORES DE LAS COMPETENCIAS.

Tabla 18. *Relación entre CC, CE, objetivos e indicadores de las competencias.*

CONT.	CRITERIO DE EVALUACIÓN	OBJ.	COMP.	NIVEL 0 - INSUFICIENTE	NIVEL 1 - SATISFACTORIO	NIVEL 2 - NOTABLE	NIVEL 3 - EXCELENCIA
CC8 CC15	CE1. Identificar los rasgos característicos de los procesos implicados en la elaboración y validación del conocimiento científico, a partir de casos históricos y del análisis de publicaciones de temática científica.	O7	CB1	Sigue una pauta detallada para poder realizar una pequeña investigación, la cual expone de manera incompleta o con la ausencia de algunas fases.	Sigue una pauta detallada para poder realizar una pequeña investigación, la cual expone de manera completa pero muy esquemática.	Sigue ejemplos para poder realizar una investigación, la cual expone de manera completa y correctamente desarrollada.	Realiza una pequeña investigación sin ningún tipo de ayuda, la cual expone de manera completa y correctamente desarrollada.
		O8	C1LIN C3LIN C4DIG	Selecciona poca información y con poco criterio en los medios digitales. No la interpreta de manera incorrecta.	Busca con criterio y selecciona información relevante en los medios digitales relacionada con los contenidos, la interpreta de manera correcta.	Busca con criterio y selecciona información relevante en los medios digitales y de varias fuentes relacionada con los contenidos, la interpreta de manera correcta.	Busca con criterio y selecciona información relevante y contrastada en los medios digitales y de varias fuentes relacionada con los contenidos, la interpreta de manera correcta.
		k)	C1EXT	No interpreta la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera.	Interpreta de manera parcial la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera.	Interpreta de manera correcta parte de la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera.	Interpreta de manera correcta la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera.
CC8 CC15	CE2. Planificar y realizar una búsqueda experimental para resolver problemas científicos sencillos, que conlleven la realización de todas las fases del proceso de investigación y comunicación del proceso y de los resultados mediante un informe escrito y una presentación en público.	O8	CB4	Presenta la información en un informe poco estructurado.	Presenta la información en un informe muy esquemático donde no se diferencia resultado de conclusiones.	Presenta la información en un informe relativamente correcto, donde relaciona resultados con reacciones de la vida cotidiana.	Presenta la información en un informe correcto y completo, donde relaciona resultados con reacciones de la vida cotidiana.
		O7 b)	A2LIN	El equipo no se ayuda, trabaja cada miembro de manera individual. No hay gestión de los conflictos y ni tampoco toma de decisiones conjunta.	El equipo no se ayuda y se apoya en la voz de un solo miembro para gestionar los conflictos y tomar decisiones.	El equipo en general se ayuda y se apoya, además de valorar el esfuerzo de otros. Les cuesta gestionar los conflictos, pero toman decisiones conjuntas.	El equipo se ayuda y se apoya, además de valorar el esfuerzo de otros. Gestionan bien los conflictos y toman decisiones conjuntas. Se comunican asertivamente.

CONT.	CRITERIO DE EVALUACIÓN	OBJ.	COMP.	NIVEL 0 - INSUFICIENTE	NIVEL 1 - SATISFACTORIO	NIVEL 2 - NOTABLE	NIVEL 3 - EXCELENCIA
CC8 CC15	(continuación CE2)	e)	A2LIN	Ninguno de los miembros realiza las tareas individuales ni sigue los criterios establecidos del grupo.	Varios de los miembros realizan las tareas individuales ni sigue los criterios establecidos del grupo.	Alguno de los miembros no realiza las tareas individuales ni sigue los criterios establecidos del grupo.	Todos los miembros realizan las tareas individuales y acordes con criterios establecidos del grupo.
		O8	C2DIG	Usa de manera muy guiada las herramientas digitales para elaborar un informe.	Usa de manera guiada las herramientas digitales para elaborar un informe.	Usa de manera autónoma las herramientas digitales para elaborar un informe.	Usa hábilmente las herramientas digitales para elaborar un informe.
CC8	CE17.1. Interpretar reacciones químicas (...) y ser capaz de aplicar-los al análisis de algunos procesos químicos naturales o industriales de importancia a la vida cotidiana.	O5.1	CB1	Nombra y formula de manera incorrecta sust. inorgánicas siguiendo las normas a IUPAC, a pesar de tener ayuda.	Nombra y formula con errores poco relevantes sust. inorgánicas siguiendo las normas de la IUPAC, a pesar de tener ayuda.	Nombra y formula de manera correcta sust. inorgánicas siguiendo las normas de la IUPAC.	Nombra y formula de manera correcta sust. inorgánicas siguiendo de manera rigurosa las normas de la IUPAC.
		O6 k)	CB4	Hace un análisis pobre en contenidos de química sobre la lluvia ácida.	Hace un análisis parcial de genérico en contenidos de química sobre la lluvia ácida.	Hace un análisis genérico en contenidos de química sobre la lluvia ácida.	Hace un análisis completo y riguroso en contenidos de química sobre la lluvia ácida.
CC8	CE17.2. Saber realizar cálculos de cantidades de sustancia sencillos a partir de ecuaciones químicas.	O5.2	C6MAT	Escribe y ajusta de manera incorrecta las ecuaciones químicas, a pesar de tener ayuda.	Escribe y ajusta con errores poco relevantes las ecuaciones químicas, a pesar de tener ayuda.	Escribe y ajusta de manera correcta las ecuaciones químicas con ayuda.	Escribe y ajusta de manera exacta las ecuaciones químicas.
		O5.3	CB1	Relaciona de manera incorrecta la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción, a pesar de tener ayuda.	Relaciona con errores poco relevantes la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción, a pesar de tener ayuda.	Relaciona de manera correcta la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción con ayuda.	Relaciona de manera exacta la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción.
		O5.3	C2MAT	Realiza cálculos estequiométricos de manera incorrecta, a pesar de tener una pauta.	Realiza cálculos estequiométricos con errores poco relevantes, a pesar de tener una pauta.	Realiza cálculos estequiométricos de manera correcta con la ayuda de una pauta.	Realiza cálculos estequiométricos de manera correcta.

CONT.	CRITERIO DE EVALUACIÓN	OBJ.	COMP.	NIVEL 0 - INSUFICIENTE	NIVEL 1 - SATISFACTORIO	NIVEL 2 - NOTABLE	NIVEL 3 - EXCELENCIA
CC8	CE18. Reconocer el pH como indicador ambiental e identificar y cuantificar la fortaleza de los ácidos y bases en ensayos de laboratorio.	O1	CB5	No distingue entre ácidos y bases y los confunde.	Relaciona los valores de la escala de pH con errores poco relevantes con la naturaleza de la sustancia.	Relaciona los valores de la escala de pH de manera correcta con la naturaleza de la sustancia y entiende el concepto de sustancia indicadora.	Relaciona los valores de la escala de pH de manera correcta con la naturaleza de la sustancia, entiende el concepto de sustancia indicadora y desarrolla las teorías ácido/base estudiadas.
		O2	CB5	Hace un análisis cualitativo de los ácidos/bases incompleto.	Hace un análisis cualitativo simple de los ácidos/bases.	Hace un análisis cualitativo completo de los ácidos/bases.	Hace un análisis cualitativo muy riguroso de los ácidos/bases.
		O3	CB1	Utiliza, pero no entiende el funcionamiento de los medios experimentales para determinar el pH.	Utiliza de manera pautada y entiende el funcionamiento de los medios experimentales y determina el pH.	Utiliza con alguna ayuda y entiende el funcionamiento de los medios experimentales y determina el pH.	Utiliza de manera autónoma y entiende el funcionamiento de los medios experimentales y determina el pH.
		O3	C2MAT	Realiza el cálculo del pH de manera incorrecta, a pesar de tener una pauta.	Realiza el cálculo del pH con algunos errores poco relevantes, a pesar de tener una pauta.	Realiza el cálculo del pH de manera correcta con o sin la ayuda de una pauta.	Realiza el cálculo del pH de manera correcta a partir de la [M] de la disolución.
		O4	CB1 C1MAT	Explica de manera incorrecta el proceso de una reacción de neutralización	Explica de manera simple el proceso de una reacción de neutralización.	Explica de manera correcta el proceso de una reacción de neutralización, tiene en cuenta la evolución del valor del pH.	Explica de manera correcta el proceso de una reacción de neutralización y lo representa en una gráfica volumen ácido-pH.

Fuente: elaboración propia.

ANEXO B. MATERIAL PARA EL ALUMNO

SESIÓN 01 – INFORMACIÓN

¿Cuál va a ser el PLAN DE TRABAJO?

	SESIÓN	TRABAJO	ENTREGAS AL PROFESOR / DEVOLUCIONES DEL PROFESOR
INICIAL	01 EMPEZAMOS	Realizar el questionario inicial . Explicación de la dinámica de las clases y la forma de evaluación. Formación de los grupos.	Cuestionario inicial.
	02 EMPEZAMOS	Leer el caso práctico y realizar un primer análisis.	
	CASA	Cumplimentar documentos portfolio S02 según criterios del grupo.	
DESARROLLO	03 TOMAMOS CONTACTO	Trabajar con el grupo en los documentos S03 y S04.	Portfolio S02 (entrega parcial 01).
	04 TOMAMOS CONTACTO	Reflexionar sobre la relación entre estos conceptos y el caso práctico.	Devolución corrección entrega parcial 01.
	05 VEMOS	Trabajar con el grupo en los documentos S05, sobre las teorías de comportamiento ácido/base.	
	CASA	Cumplimentar documentos portfolio S03, S04 y S05 según criterios del grupo.	
	06 VEMOS	Trabajar con el grupo en los documentos S06, sobre el pH como medida de la acidez y la basicidad. Realizar los ejercicios propuestos.	Portfolio S03, S04 y S05 (entrega parcial 02).
	07 VEMOS	Trabajar con el grupo en los documentos S07, sobre las reacciones de neutralización. Realizar los ejercicios propuestos.	Devolución corrección entrega parcial 02.
	08 APLICAMOS	Poner en común los ejercicios mediante su corrección.	Corrección ejercicios S06 y S07.
	CASA	Cumplimentar documentos portfolio S05, S06 y S07 según criterios del grupo.	
	09 ACABAMOS	Releer el caso práctico y realizar un segundo análisis.	Portfolio S05, S06 y S07 (entrega parcial 03).
	10 ACABAMOS	Trabajar con el grupo en el informe sobre el caso práctico.	Devolución corrección entrega parcial 03
	CASA	Corregir todos documentos portfolio y cumplimentar el informe del caso práctico.	
CIERRE	11 ¡FIN!	Realizar la autoevaluación y la coevaluación . Realizar el examen final de la UD.	Informe caso práctico. Portfolio.

Fuente: elaboración propia.

¿Cómo será la EVALUACIÓN de la UD?

INSTRUMENTOS	INDICADORES	PORCENTAJE
Porfolio del alumno	Puntualidad de entrega. Orden, limpieza y ortografía. Trabajo en equipo. Elaboración y validación del conocimiento. Resolución de problemas y ejercicios.	25%
Informe del caso práctico	Puntualidad de entrega. Orden, limpieza y ortografía. Trabajo en equipo. Elaboración y validación del conocimiento.	25%
Examen final	Ejercicios bien resueltos. Expresión correcta de los resultados. Justificación de respuestas.	20%
Libreta del profesor	Asistencia a clase. Porfolio al día y completo. Participa y colabora en actividades grupales.	15%
Cuestionario autoevaluación y coevaluación	Actitud y predisposición adecuadas. Colaboración y relación con los compañeros. Puntualidad de entrega.	5% (autoevaluación) 10% (coevaluación)

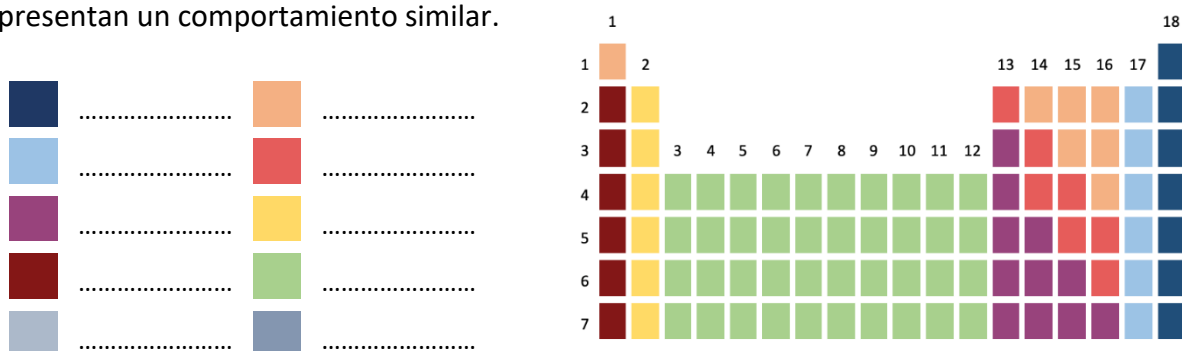
Fuente: elaboración propia.

SESIÓN 01 - CUESTIONARIO INICIAL

1.- Cada elemento químico tiene unas propiedades determinadas que dependen del número de electrones que tienen en la capa exterior. Algunas de estas propiedades se pueden deducir sabiendo la situación de los elementos en la tabla periódica. Relaciona los colores representados en la tabla periódica con el grupo de elementos al que hacen referencia y completa las dos siguientes frases.

En la tabla periódica los elementos se ordenan según su

La tabla periódica consta de períodos y grupos. Los elementos del mismo presentan un comportamiento similar.



Fuente: elaboración propia.

2.- Escribe las fórmulas o bien los nombres de las siguientes sustancias. Identifica cuáles son ácidos y cuáles son bases.

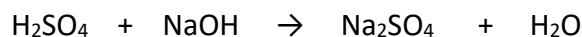
<input type="text"/>	Óxido de plata	KOH	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Dióxido de azufre	HCl	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Trihidruro de nitrógeno (amoníaco)	Ba(OH) ₂	<input type="text"/>
<input type="text"/>	Cloruro de sodio (sal común)	H ₂ SO ₄	<input type="text"/>

3.- Si una persona bebe un vaso de agua, aproximadamente se está tomando 250 mL de agua. Sabiendo que la densidad del agua es 1 g/mL. ¿Cuántos moles y cuántas moléculas se está tomando esta persona?

Datos: H:1 O:16

4.- ¿Qué entiendes por reacción química? ¿Cómo podemos reconocerlas?

5.- Ajusta las siguientes reacciones químicas:



6.- Relacionas los siguientes tipos de reacción química con la ecuación de la reacción que le corresponda:



7.- ¿Cuál es la forma habitual de expresión de la concentración de las soluciones? Escribe cómo se calcula y las unidades en las que se representa:

8.- El zinc reacciona con el ácido sulfúrico y desplaza el hidrógeno del ácido, dando lugar a sulfato de zinc y hidrógeno. Escribe la reacción química correspondiente.

- A partir de la reacción, calcula la concentración molar de una solución de ácido sulfúrico, si 500mL de la solución reaccionan con 100g de zinc.

Datos: Zn:65 S:32 H:1 O:16

9.- Clasifica las siguientes sustancias de uso cotidiano según si crees que son ácidos o bases:

zumo de limón, leche, lejía, vinagre, desodorante, yogur, refresco de cola, amoníaco, jabón

ÁCIDOS	BASES

10.- El agua se considera una sustancia neutra ya que:

- a) No tiene ni iones H_3O^+ ni iones OH^- c) No contiene iones OH^-
 b) No contiene iones H_3O^+ d) Tiene igual número de iones H_3O^+ y iones OH^-

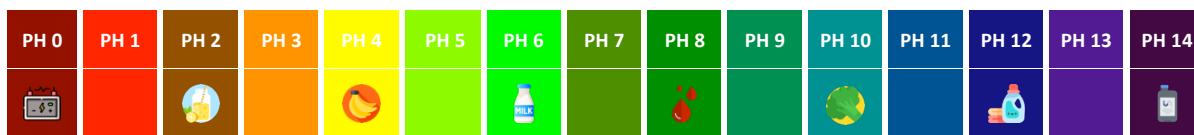
11.- Escribe la reacción de disociación en iones de:

HNO_3

$\text{Ba}(\text{OH})_2$

12.- Si observamos una etiqueta de un gel de ducha, podremos ver que anuncia un pH de 5,5.
 ¿Con qué crees que tiene relación el valor del pH?

13.- Marca en la siguiente escala de pH la zona donde la naturaleza de la sustancia es ácida, la zona donde la naturaleza de la sustancia es básica y el punto donde la sustancia es neutra.



Fuente: elaboración propia con iconos de Freepik, Srip y Nikita Golubev.

14.- Completa la siguiente reacción de neutralización: ÁCIDO + BASE →

15.- Los productos de la reacción de neutralización entre H_2SO_4 y NaOH son Na_2SO_4 y H_2O .

- a) Correcto b) Incorrecto

16.- ¿Qué son las sustancias indicadoras de pH?

17.- La lluvia ácida afecta al medio ambiente. Enumera dos efectos:

18.a.- Los contaminantes SO_2 y NO_x son los que dan origen a la lluvia ácida. Verdadero Falso

18.b.- ¿De dónde provienen los contaminantes que originan la lluvia ácida? Enumera al menos 2 fuentes:

19.-Calcula el volumen de disolución 0,75 M de HNO_3 que se necesita para neutralizar 20 g de KOH. Escribe la reacción química y realiza los cálculos necesarios:

Datos: K:39 N:14 H:1 O:16

20.- Calcula cuantos gramos de NaOH reaccionan con 250 mL de una disolución 0,8 M de HBr. Escribe la reacción química y realiza los cálculos necesarios:

Datos: Na:22 Br:80 H:1 O:16

SESIÓN 02 - CASO PRÁCTICO

El estanque de “Banyoles” es el estanque natural más grande de Cataluña. Es un símbolo de identidad de la ciudad. Sus aguas provienen de las filtraciones del río Fluvià en su paso por las montañas cercanas. Hace unos días saltaron las alarmas para los científicos de la zona, los animales que lo habitan están muriendo. Se han encontrado grandes cantidades de peces muertos flotando en las aguas del estanque. Es un problema que hay que resolver.

Diferentes científicos se han organizado en grupos y colaboran en la identificación de las causas que pueden estar provocando la muerte de los peces. Estos son los valores de los parámetros de los que se dispone hasta el momento:

DÍA	T AGUA (° C)	[O ₂] (mg/L)	LLUVIA (mm)	pH	[NO ₃ ⁻] (ppm)
1	12,5	10,2	0,5	7,2	1,5
2	11,0	11,7	1,2	6,9	1,0
3	10,9	12,1	2,2	7,1	2,0
4	10,7	12,3	2,8	6,8	2,5
5	10,3	12,5	2,6	6,2	3,0
6	10,5	12,7	3,0	5,1	4,0

Fuente: a partir de McKinley (2012).

El día 7, corresponde al día que se observan los peces muertos en el estanque.

Tras contactar con un grupo de biólogos, se conocen también el rango de valores óptimo de los parámetros anteriores para que pueda haber fauna en el agua, desde algas hasta peces.

T AGUA (° C): de -4° C a 20° C

[O₂]: de 4 mg/L a 13 mg/L

pH: de 6 a 8

[NO₃⁻]: de 0 ppm a 10 ppm

Ejercicio adaptado de McKinley (2012).

McKinley, K. (2012). *Using a Problem Based Learning and guided inquiry in a High School acid-base chemistry unit* [Tesis doctoral, Michigan State University]. MSU LIBRARIES Digital Repository. <https://doi.org/doi:10.25335/M5NB1S>

¿Conoces todos los parámetros de la tabla? Escribe el motivo por el cual cada parámetro puede tener un impacto en la vida los seres vivos del medio acuático:

T AGUA (° C):

[O₂]:

pH:

[NO₃-]:

LLUVIA:

¿Cuál es la evolución de los parámetros respecto los días? ¿Observas alguna tendencia remarcable o alguna relación entre ellos?

Tras discutir y analizar los parámetros de manera interna con el grupo de trabajo, y haber expuesto vuestro análisis al resto de grupos. Escribe en la siguiente línea el tópico escogido como posible causa de la muerte de los peces.

SESIONES 03 Y 04 – INTRODUCCIÓN

¿Qué clasificación de las sustancias propones? Escribe las sustancias según tu agrupación en los dos recuadros y especifica el criterio que has seguido

--	--

CRITERIO:

¿Hay alguna sustancia que no sabes dónde colocarla? ¿Cuál?

¿Se te ocurre qué propiedades pueden tener en común las sustancias del mismo grupo? Escríbelas.

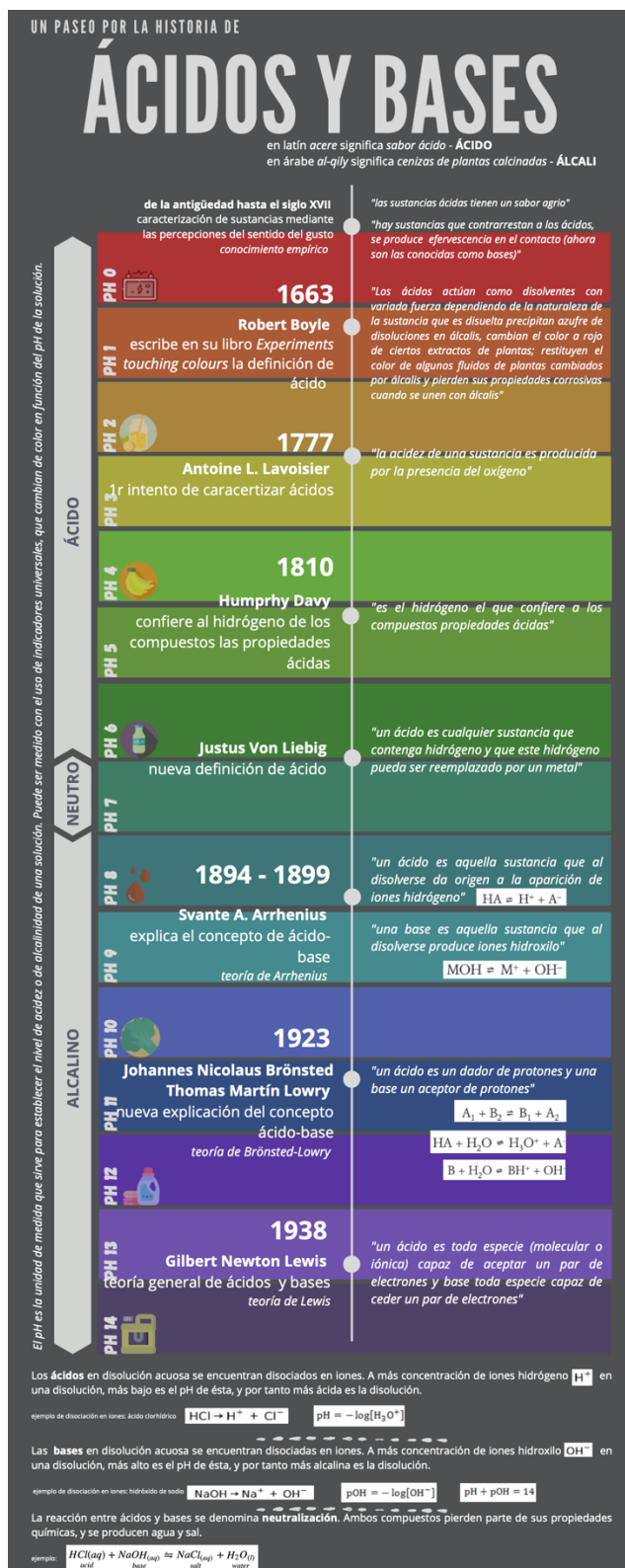
--	--

Tras haber puesto en común con los otros grupos de trabajo las clasificaciones, escribe en los siguientes recuadros:

LO SÉ

LO DESCONOZCO

LO NECESITO SABER Y QUE ME AYUDA A RESOLVER EL CASO PRÁCTICO

SESIONES 05, 06 Y 07 – MATERIAL DE SOPORTE: INFOGRAFÍA

Fuente: Santos (2020).

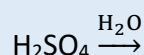
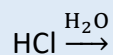
Santos, J. (2020, noviembre 6). Un paseo por la historia de ácidos y bases [Infografía].

Recuperado de: entrega de actividad de Complementos de Formación Disciplinar en FQ.

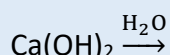
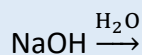
SESIÓN 05 - TEORÍAS SOBRE EL COMPORTAMIENTO DE LOS ÁCIDOS Y LAS BASES

El químico sueco Svante A. **Arrhenius** explicó los conceptos ácido – base. ¿En qué año propuso su teoría? Define según la teoría de Arrhenius y escribe la ecuación de disociación de las sustancias propuestas:

ÁCIDOS:



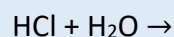
BASES:



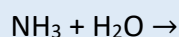
La teoría de Arrhenius tenía limitaciones. ¿Cuáles?

El químico danés Johannes **Brönsted** y, paralelamente, el químico británico Thomas **Lowry** explicaron de nuevo los conceptos ácido – base. ¿En qué año se formuló la teoría? Define según la teoría de Brönsted-Lowry y escribe la ecuación de disociación de las sustancias propuestas:

ÁCIDOS:



BASES:



Conforme a la teoría de Brönsted-Lowry representa las cantidades de iones de H_3O^+ y OH^- según la disolución.

DISOLUCIÓN ÁCIDA DISOLUCIÓN NEUTRA DISOLUCIÓN BÁSICA



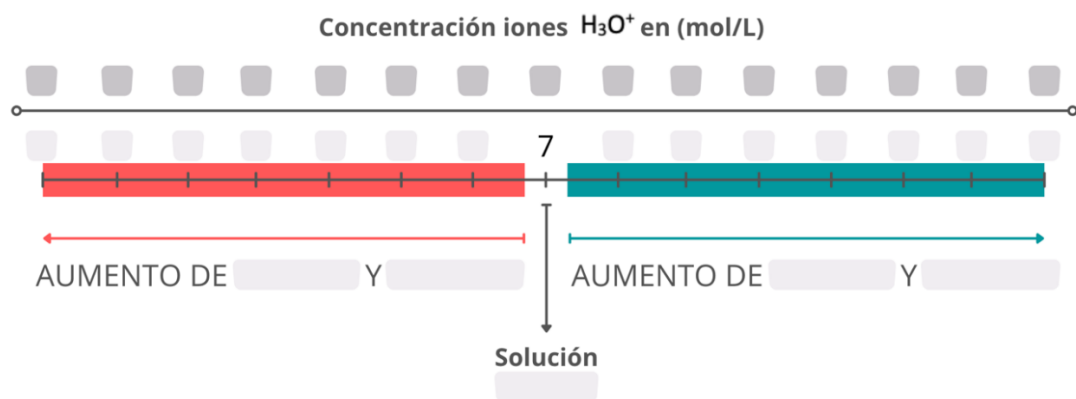
Fuente: elaboración propia.

SESIÓN 06 - pH E INDICADORES DE pH

Escribe en el siguiente recuadro toda la información que creas relevante sobre el pH:

Para el cálculo del pH la concentración de iones H_3O^+ se expresa en Escribe la expresión matemática necesaria para realizarlo:

En la siguiente escala de pH completa los campos vacíos (en color gris):



Fuente: elaboración propia.

Escribe en el siguiente recuadro toda la información que creas relevante sobre las sustancias indicadoras de pH:

SESIÓN 06 - EJERCICIOS: pH E INDICADORES DE pH

1.- Calcula el pH de una disolución, si $[H_3O^+] = 0,1 \text{ mol/L}$.

2.- Calcula la concentración de iones H_3O^+ , si el $pH = 10$.

3.- Se disuelven 27 g de HCl en agua. Si el volumen de la disolución resultante es de 250 mL. Calcula la molaridad de ésta y su pH.

Datos: Ca:40 Cl:35 H:1 O:16

4.- En algunos casos se habla del pOH. ¿Qué es?

5.- ¿Hay alguna diferencia entre la información que aportan un indicador de pH, el papel indicador universal o un pH-metro? ¿Cuál?

6.- Completa las casillas vacías de la tabla teniendo en cuenta que:

$$pH + pOH = 14$$

$$[H_3O^+] \cdot [OH^-] = 10^{-14}$$

pH	pOH	$[H_3O^+]$	$[OH^-]$	ácido o base
5				
	2			
			10^{-7}	
		$2,3 \cdot 10^{-10}$		

SESIÓN 07 - REACCIONES DE NEUTRALIZACIÓN

Una reacción de neutralización es una reacción química que tiene lugar cuando entran en contacto y . Pero ¿qué proceso ocurre en una neutralización?

¿Por qué dicen que los ácidos o las bases pueden ser fuertes o débiles? Explica la diferencia:

Si en una reacción de neutralización entran en contacto y se forman y . Escribe la ecuación de la reacción de neutralización general:

¿Qué es una valoración ácido-base (o volumetría) y para qué finalidad se hacen?

En las volumetrías si la estequiometría de la reacción es 1:1, se cumple siempre la expresión:

¿Qué papel tienen las sustancias indicadoras de pH en una reacción de neutralización?

¿Qué es la acidez estomacal? ¿Cómo se disminuyen las molestias que causa?

SESIÓN 07 - EJERCICIOS: REACCIONES DE NEUTRALIZACIÓN

7.- Escribe las ecuaciones de las siguientes reacciones de neutralización:

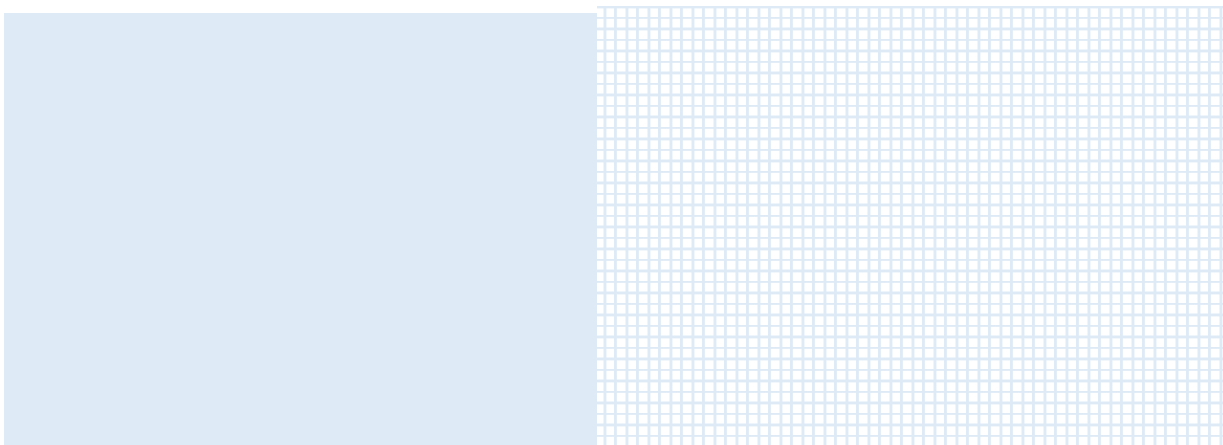
Ácido nítrico y hidróxido de potasio

Ácido clorhídrico y hidróxido de aluminio

Ácido bromhídrico y hidróxido de hierro (III)

Ácido sulfúrico y hidróxido de calcio

8.- Explica como varía el pH cuando añadimos una disolución de HCl en una disolución de NaOH y haz una representación gráfica orientativa de (pH - volumen de ácido añadido). Usa la siguiente cuadrícula.



10.- ¿Qué volumen de solución H_2SO_4 , la concentración de la cual es 2,5 mol/L, se requiere para reaccionar con KOH y originar 8 g de K_2SO_4 ?

Datos: S:32 K:39 H:1 O:16

11.- ¿Cuántos gramos de $\text{Ca}(\text{OH})_2$ reaccionan con 250 mL de una disolución 0,8 M de HCl?

Datos: Ca:40 Cl:35 H:1 O:16

SESIÓN 09 –VISUALIZACIÓN DEL VÍDEO

Tras haber visualizado el vídeo “Acid Rain” por primera vez, y haber cogido una idea general de lo que se explica. Toma notas mientras lo miramos por segunda vez. Usa el siguiente recuadro. Se valorará positivamente que las notas estén en inglés.

SESIONES 09 Y 10 – INFORME DEL CASO PRÁCTICO

Objetivos de la actividad

- DAR RESPUESTA A LA PREGUNTA INICIAL: ¿POR QUÉ NO HAY VIDA EN EL LAGO?
- Analizar y resolver el caso práctico planteado al inicio de la UD.
- Comprobar la aplicación de los contenidos tratados, las reacciones de neutralización y su repercusión medioambiental.
- Realizar un informe bien estructurado y coherente, sin faltas de ortografía.

Descripción de la actividad y pautas de elaboración

En las sesiones anteriores has visto el comportamiento de las sustancias ácidas y básicas, has tratado y trabajado con el parámetro de pH y la información que aporta su medición, y has observado algunas de las reacciones de neutralización que tienen lugar entre ácidos y bases. En esta actividad debes, junto a tu grupo de trabajo, elaborar un informe en el que tras un breve análisis y reflexión sobre el problema planteado al inicio de la UD.

Cada grupo de trabajo debe realizar los siguientes pasos:

- Analizar brevemente el caso práctico. Recuerda que esto ya lo hiciste al inicio de la UD.
- Proponer la causa que ha originado el problema.
- Realizar un trabajo de desarrollo sobre la causa del problema, puedes ayudarte de las notas tomadas durante la visualización del video.
- Reflexionar sobre las medidas para prevenir dicho fenómeno.

*Si se consultan libros, revistas o páginas web para realizar el informe se deben citar.

Tras haber realizado la parte escrita con el grupo de trabajo, de manera individual, debes incluir una medida a tu alcance para prevenir el fenómeno. Por ejemplo, ir al instituto en bicicleta para evitar la emisión de los gases de combustión de los vehículos.

El documento final debe contener al menos los siguientes apartados:

- Introducción: breve análisis + planteamiento causa origen.
- Desarrollo.
- Conclusión.
- Reflexión personal.

ANEXO C. MATERIAL PARA EL PROFESOR.

SESIONES 03 Y 04 - DEMOSTRACIÓN

El material necesario, además de las sustancias especificadas es:

Indicador de col lombarda	Cuentagotas	pH-metro
Mínimo 13 vasos de precipitados 50 mL	Tiras de papel indicador universal	

Se necesita preparar el extracto de col lombarda con antelación, en otras palabras, el INDICADOR. Para esto, se deben hervir en agua (aprox. 200 mL) unas cuantas hojas de col lombarda durante 10 min. De este modo, se consigue extraer la “antocianina” (el compuesto indicador contenido en las hojas de la col). Se debe dejar enfriar tras haber colado el agua hervida con la col.

Para realizar la demostración, se necesitan aproximadamente 25 mL de cada una de las sustancias de la siguiente lista (el ácido clorhídrico, el amoníaco, la lejía, el bicarbonato y la sosa cáustica se pueden presentar de forma diluida):

ÁCIDO CLORHÍDRICO	ZUMO LIMÓN	VINAGRE
ZUMO TOMATE	TÉ	LECHE
AGUA Y AGUA DE MAR	SOSA CÁUSTICA	BICARBONATO
JABÓN MANOS	AMONÍACO	LEJÍA

Para mostrarlo se necesitarán recipientes, que pueden ser vasos de precipitados de 50 mL, y un cuentagotas para añadir el indicador en cada uno de los recipientes.

Ésta es una aproximación a la escalera de colores que se debe obtener de la demostración hecha a partir de las sustancias indicadas y el extracto de col lombarda como indicador:

PH 0	PH 1	PH 2	PH 3	PH 4	PH 5	PH 6	PH 7	PH 8	PH 9	PH 10	PH 11	PH 12	PH 13	PH 14
ÁCIDO CLORHÍDRICO		ZUMO LIMÓN	VINAGRE	ZUMO TOMATE	TÉ	LECHE	AGUA	AGUA DE MAR	BICARBONATO	JABÓN MANOS	AMONÍACO	LEJÍA		SOSA CÁUSTICA

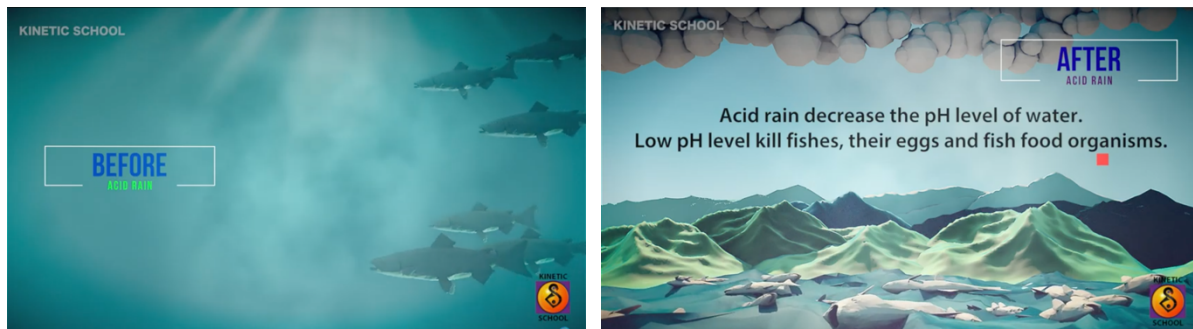
Fuente: elaboración propia.

Deberás disponer también de papel indicador universal y un pH-metro para realizar la parte de medida del pH de las disoluciones.

SESIÓN 09- VÍDEO

Se visualiza un vídeo en el aula (referencia al final del documento). Es un vídeo muy formativo, elaborado por Kinetic School, un canal online de difusión de vídeos con animaciones que tratan temas relacionados con la química. Son vídeos en los que tanto el texto como el audio están en lengua extranjera, en este caso, inglés.

Se puede observar en la figura el tipo de contenido que se muestra en el vídeo:

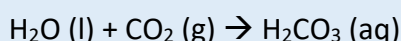


Fuente: Kinetic School (2019).

Se muestran a continuación, las ideas principales que deberían reflejarse en las notas de los alumnos (inglés).

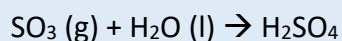
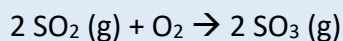
NORMAL RAIN

Normal rain water is weakly acidic because it reacts with CO_2 in the atmosphere and forms H_2CO_3 before it becomes rain.



ACID RAIN

It occurs when SO_2 and NO_x react in the atmosphere with H_2O , O_2 and other chemicals to form various acids such as HNO_3 and H_2SO_4 .



These acids fall to the ground from the atmosphere in two different ways:

- Wet deposition: rain, snow or fog.
- Dry deposition: dust or gases.

Effects of the acid rain:

1. It damages structures made of marble, they become yellow in color. Acid reacts with CaCO_3 of marble.
2. It damages the statues, monuments and tombstone made up of stones and metals.
3. It decreases the pH level of water. A low pH level of water causes the death of fishes, their eggs and fish-food organisms.
4. It damages high-altitude forests and Moreover, it limiting the soil of essential nutrients available to them.

Kinetic School. (2012, enero 14). *Acid rain (Animation)* [Vídeo]. YouTube.

<https://youtu.be/dmgLESI4GGU>

ANEXO D. INSTRUMENTOS PARA LA EVALUACIÓN Y LA CALIFICACIÓN.

Tabla 19. Rúbrica de evaluación del portfolio.

INDICADORES	NIVEL 0 – INSUFICIENTE (<50%)	NIVEL 1 – SATISFACTORIO (50%)	NIVEL 2 – NOTABLE (75%)	NIVEL 3 – EXCELENCIA (100%)	PESO
Puntualidad de entrega.	No presenta el portfolio o lo entrega tiempo después. <10%	No presenta el portfolio puntual, pero tiene una justificación válida. 10%	No presenta el portfolio puntual, pero acuerda una entrega el día siguiente. 15%	Presenta el portfolio de manera puntual. 20%	20%
Orden, limpieza. y ortografía.	Orden y limpieza descuidado, y existen más de 10 faltas de ortografía. <10%	Orden y limpieza descuidado en alguna parte, y existen entre 6 y 10 faltas de ortografía. 10%	Orden y limpieza bueno, y existen entre 1 y 5 faltas de ortografía. 15%	Orden y limpieza impecable, y sin faltas de ortografía. 20%	20%
Trabajo en equipo	El equipo no se ayuda, trabaja cada miembro de manera individual. No hay gestión de los conflictos y ni tampoco toma de decisiones conjunta. <5%	El equipo no se ayuda y se apoya en la voz de un solo miembro para gestionar los conflictos y tomar decisiones. 5%	El equipo en general se ayuda y se apoya, además valora el esfuerzo de otros. Les cuesta gestionar los conflictos, pero toman decisiones conjuntas. 7,5%	El equipo se ayuda y se apoya, además de valorar el esfuerzo de otros. Gestionan bien los conflictos y toman decisiones conjuntas. Se comunican asertivamente. 10%	10%
Elaboración y validación del conocimiento.	Selecciona poca información y con poco criterio en los medios digitales. No la interpreta de manera incorrecta. <2,5%	Busca con criterio y selecciona información relevante en los medios digitales relacionada con los contenidos, la interpreta de manera correcta. 2,5%	Busca con criterio y selecciona información relevante en los medios digitales y de varias fuentes relacionada con los contenidos, la interpreta de manera correcta. 3,75%	Busca con criterio y selecciona información relevante y contrastada en los medios digitales y de varias fuentes y la relaciona con los contenidos, la interpreta de manera correcta. 5%	5%
	No distingue entre ácidos y bases y los confunde. <2,5%	Relaciona los valores de la escala de pH con errores poco relevantes con la naturaleza de la sustancia. 2,5%	Relaciona los valores de la escala de pH de manera correcta con la naturaleza de la sustancia y entiende el concepto de sustancia indicadora. 3,75%	Relaciona los valores de la escala de pH de manera correcta con la naturaleza de la sustancia, entiende el concepto de sustancia indicadora y desarrolla las teorías ácido/base estudiadas. 5%	5%
	Hace un análisis cualitativo de los ácidos/bases incompleto. <2,5%	Hace un análisis cualitativo simple de los ácidos/bases. 2,5%	Hace un análisis cualitativo completo de los ácidos/bases. 3,75%	Hace un análisis cualitativo muy riguroso de los ácidos/bases. 5%	5%
	Utiliza, pero no entiende el funcionamiento de los medios experimentales para determinar el pH. <2,5%	Utiliza de manera pautada y entiende el funcionamiento de los medios experimentales y determina el pH. 2,5%	Utiliza con alguna ayuda y entiende el funcionamiento de los medios experimentales y determina el pH. 3,75%	Utiliza de manera autónoma y entiende el funcionamiento de los medios experimentales y determina el pH. 5%	5%

INDICADORES	NIVEL 0 – INSUFICIENTE (<50%)	NIVEL 1 – SATISFACTORIO (50%)	NIVEL 2 – NOTABLE (75%)	NIVEL 3 – EXCELENCIA (100%)	PESO
Elaboración y validación del conocimiento.	Explica de manera incorrecta el proceso de una reacción de neutralización <2,5%	Explica de manera simple el proceso de una reacción de neutralización. 2,5%	Explica de manera correcta el proceso de una reacción de neutralización, tiene en cuenta la evolución del valor del pH. 3,75%	Explica de manera correcta el proceso de una reacción de neutralización y lo representa en una gráfica vol. ácido-pH. 5%	5%
Resolución de problemas y ejercicios	Nombra y formula de manera incorrecta sust. inorgánicas siguiendo las normas a IUPAC, a pesar de tener ayuda. <2,5%	Nombra y formula con errores poco relevantes sust. inorgánicas siguiendo las normas de la IUPAC, a pesar de tener ayuda. 2,5%	Nombra y formula de manera correcta sust. inorgánicas siguiendo las normas de la IUPAC. 3,75%	Nombra y formula de manera correcta sust. inorgánicas siguiendo de manera rigurosa las normas de la IUPAC. 5%	5%
	Escribe y ajusta de manera incorrecta las ecuaciones químicas, a pesar de tener ayuda. <2,5%	Escribe y ajusta con errores poco relevantes las ecuaciones químicas, a pesar de tener ayuda. 2,5%	Escribe y ajusta de manera correcta las ecuaciones químicas con ayuda. 3,75%	Escribe y ajusta de manera exacta las ecuaciones químicas. 5%	5%
	Relaciona de manera incorrecta la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción, a pesar de tener ayuda. <2,5%	Relaciona con errores poco relevantes la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción, a pesar de tener ayuda. 2,5%	Relaciona de manera correcta la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción con ayuda. 3,75%	Relaciona de manera exacta la cantidad de sustancia (el mol) con la cantidad de reactivos o productos de una reacción. 5%	5%
	Realiza cálculos estequiométricos de manera incorrecta, a pesar de tener una pauta. <2,5%	Realiza cálculos estequiométricos con errores poco relevantes, a pesar de tener una pauta. 2,5%	Realiza cálculos estequiométricos de manera correcta con la ayuda de una pauta. 3,75%	Realiza cálculos estequiométricos de manera correcta. 5%	5%
	Realiza el cálculo del pH de manera incorrecta, a pesar de tener una pauta. <2,5%	Realiza el cálculo del pH con algunos errores poco relevantes, a pesar de tener una pauta. 2,5%	Realiza el cálculo del pH de manera correcta con o sin la ayuda de una pauta. 3,75%	Realiza el cálculo del pH de manera correcta a partir de la [M] de la disolución. 5%	5%

Fuente: elaboración propia.

Tabla 20. Rúbrica de evaluación del informe del caso práctico.

INDICADORES	NIVEL 0 – INSUFICIENTE (<50%)	NIVEL 1 – SATISFACTORIO (50%)	NIVEL 2 – NOTABLE (75%)	NIVEL 3 – EXCELENCIA (100%)	PESO
Puntualidad de entrega.	No presenta el porfolio o lo entrega tiempo después. <10%	No presenta el porfolio puntual, pero tiene una justificación válida. 10%	No presenta el porfolio puntual, pero acuerda una entrega el día siguiente. 15%	Presenta el porfolio de manera puntual. 20%	20%
Orden, limpieza y ortografía.	Orden y limpieza descuidado, y existen más de 10 faltas de ortografía. <10%	Orden y limpieza descuidado en alguna parte, y existen entre 6 y 10 faltas de ortografía. 10%	Orden y limpieza bueno, y existen entre 1 y 5 faltas de ortografía. 15%	Orden y limpieza impecable, y sin faltas de ortografía. 20%	20%
Trabajo en equipo	El equipo no se ayuda, trabaja cada miembro de manera individual. No hay gestión de los conflictos y ni tampoco toma de decisiones conjunta. <7,5%	El equipo no se ayuda y se apoya en la voz de un solo miembro para gestionar los conflictos y tomar decisiones. 7,5%	El equipo en general se ayuda y se apoya, además de valorar el esfuerzo de otros. Les cuesta gestionar los conflictos, pero toman decisiones conjuntas. 11,25%	El equipo se ayuda y se apoya, además de valorar el esfuerzo de otros. Gestionan bien los conflictos y toman decisiones conjuntas. Se comunican asertivamente. 15%	15%
	Ninguno de los miembros realiza las tareas individuales ni sigue los criterios establecidos del grupo. <7,5%	Varios de los miembros realizan las tareas individuales ni sigue los criterios establecidos del grupo. 7,5%	Alguno de los miembros no realiza las tareas individuales ni sigue los criterios establecidos del grupo. 11,25%	Todos los miembros realizan las tareas individuales y acordes con criterios establecidos del grupo. 15%	15%
Elaboración y validación del conocimiento.	Sigue una pauta detallada para poder realizar una pequeña investigación, la cual expone de manera incompleta o con la ausencia de algunas fases. <2,5%	Sigue una pauta detallada para poder realizar una pequeña investigación, la cual expone de manera completa pero muy esquemática. 2,5%	Sigue ejemplos para poder realizar una investigación, la cual expone de manera completa y correctamente desarrollada. 3,75%	Realiza una pequeña investigación sin ningún tipo de ayuda, la cual expone de manera completa y correctamente desarrollada. 5%	5%
	Presenta la información en un informe poco estructurado. <2,5%	Presenta la información en un informe muy esquemático donde no se diferencia resultado de conclusiones. 2,5%	Presenta la información en un informe relativamente correcto, donde relaciona resultados con reacciones de la vida cotidiana. 3,75%	Presenta la información en un informe correcto y completo, donde relaciona resultados con reacciones de la vida cotidiana. 5%	5%
	Hace un análisis pobre en contenidos de química sobre la lluvia ácida. <2,5%	Hace un análisis parcial de genérico en contenidos de química sobre la lluvia ácida. 2,5%	Hace un análisis genérico en contenidos de química sobre la lluvia ácida. 3,75%	Hace un análisis completo y riguroso en contenidos de química sobre la lluvia ácida. 5%	5%

INDICADORES	NIVEL 0 – INSUFICIENTE (<50%)	NIVEL 1 – SATISFACTORIO (50%)	NIVEL 2 – NOTABLE (75%)	NIVEL 3 – EXCELENCIA (100%)	PESO
Elaboración y validación del conocimiento.	No interpreta la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera. <2,5%	Interpreta de manera parcial la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera. 2,5%	Interpreta de manera correcta parte de la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera. 3,75%	Interpreta de manera correcta la información aportada en videos divulgativos de ciencia en lengua extranjera. 5%	5%
	Selecciona poca información y con poco criterio en los medios digitales. No la interpreta de manera incorrecta. <2,5%	Busca con criterio y selecciona información relevante en los medios digitales relacionada con los contenidos, la interpreta de manera correcta. 2,5%	Busca con criterio y selecciona información relevante en los medios digitales y de varias fuentes relacionada con los contenidos, la interpreta de manera correcta. 3,75%	Busca con criterio y selecciona información relevante en los medios digitales y de varias fuentes y la contrasta para relacionarla con los contenidos, la interpreta de manera correcta. 5%	5%
	Usa de manera muy guiada las herramientas digitales para elaborar un informe. <2,5%	Usa de manera guiada las herramientas digitales para elaborar un informe. 2,5%	Usa de manera autónoma las herramientas digitales para elaborar un informe . 3,75%	Usa hábilmente las herramientas digitales para elaborar un informe. 5%	5%

Fuente: elaboración propia.

EXAMEN FINAL

1.- Clasifica las siguientes sustancias de uso cotidiano según si crees que son ácidos o bases: zumo de limón, leche, lejía, vinagre, desodorante, yogur, refresco de cola, amoníaco, jabón

ÁCIDOS	BASES

2.- El agua se considera una sustancia neutra ya que:

- a) No tiene ni iones H_3O^+ ni iones OH^- c) No contiene iones OH^-
 b) No contiene iones H_3O^+ d) Tiene igual número de iones H_3O^+ y iones OH^-

3.- Escribe la reacción de disociación en iones de:

HNO_3

$\text{Ba}(\text{OH})_2$

4.- Si observamos una etiqueta de un gel de ducha, podremos ver que anuncia un pH de 5,5. ¿Con qué crees que tiene relación el valor del pH?

5.- Marca en la siguiente escala de pH la zona donde la naturaleza de la sustancia es ácida, la zona donde la naturaleza de la sustancia es básica y el punto donde la sustancia es neutra.



Fuente: elaboración propia con iconos de Freepik, Srip y Nikita Golubev.

6.- Completa la siguiente reacción de neutralización: ÁCIDO + BASE →

7.- Los productos de la reacción de neutralización entre H_2SO_4 y NaOH son Na_2SO_4 y H_2O .

- a) Correcto b) Incorrecto

8.- ¿Qué son las sustancias indicadoras de pH?

9.- La lluvia ácida afecta al medio ambiente. Enumera dos efectos:

10.a.- Los contaminantes SO_2 y NO_x son los que dan origen a la lluvia ácida. Verdadero Falso

10.b.- ¿De dónde provienen los contaminantes que originan la lluvia ácida? Enumera al menos 2 fuentes:

11.-Calcula el volumen de disolución 0,75 M de HNO_3 que se necesita para neutralizar 20 g de KOH. Escribe la reacción química y realiza los cálculos necesarios:

Datos: K:39 N:14 H:1 O:16

12.- Calcula cuantos gramos de NaOH reaccionan con 250 mL de una disolución 0,8 M de HBr. Escribe la reacción química y realiza los cálculos necesarios:

Datos: Na:22 Br:80 H:1 O:16

LIBRETA DEL PROFESOR

Tabla 21. *Modelo de libreta del profesor.*

LISTA DE COTEJO PARA LA VALORACIÓN ACTITUDINAL DE LA UD			
UD	¿POR QUÉ NO HAY VIDA EN EL LAGO?		
DOCENTE		ASIGNATURA	FQ 4º ESO
ALUMNO			
GRUPO			
CRITERIOS	VALORACIÓN		
	SI	NO	
Participar oralmente en las actividades de grupo, haciendo aportaciones de ideas o de información y en la resolución de ejercicios.			
Mostrar iniciativa en las actividades de grupo, para la búsqueda de información y en iniciar las actividades.			
Ayudar a los compañeros para resolver los ejercicios si necesitan ayuda.			
Pedir ayuda para resolver los ejercicios si necesito ayuda.			
Comunicarse asertivamente y con el lenguaje adecuado.			
Respetar las decisiones y criterios del grupo, en cuanto a los plazos de entrega para terminar las tareas a tiempo.			
Llevar el portafolio al día, ordenado y con los ejercicios acabados.			
Prestar atención a clase, escuchar las aportaciones del profesor y de los compañeros.			
Avanzar en la comprensión de los contenidos y conceptos trabajados.			
Observaciones:			

Fuente: elaboración propia.

CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN

El siguiente cuestionario es para evaluar el trabajo grupal realizado a lo largo de toda la UD. Tu evaluación debe ser sincera y con actitud constructiva. Debes evaluar a todos los compañeros del grupo incluido tú mismo. Ésta información no va a ser compartida con el resto de compañeros, únicamente se va a usar para otorgar una puntuación. Valora cada uno de los criterios usando una escala del 1 al 3, donde:

(1) NUNCA

(2) PUNTUALMENTE

(3) ACTIVAMENTE

Tabla 22. *Modelo de cuestionario de autoevaluación y coevaluación.*

AUTOEVALUACIÓN Y COEVALUACIÓN					
Alumno:	A				
Miembros del grupo:	B				
	C				
	D				
CRITERIOS		VALORACIÓN			
		A	B	C	D
Participar oralmente en las actividades de grupo, aportando ideas o información y en la resolución de ejercicios.					
Mostrar iniciativa en las actividades de grupo, para la búsqueda de información y en iniciar las actividades.					
Ofrecer ayuda para resolver los ejercicios si es necesario.					
Pedir ayuda para resolver los ejercicios si necesito ayuda.					
Comunicarse asertivamente y con el lenguaje adecuado.					
Respetar las decisiones y criterios del grupo, en cuanto a los plazos de entrega para terminar las tareas a tiempo.					
Llevar el portfolio al día, ordenado y con los ejercicios acabados.					
Prestar atención a clase, escuchar las aportaciones del profesor y de los compañeros.					
Avanzar en la comprensión de los contenidos y conceptos trabajados.					

Fuente: elaboración propia.

Se debe utilizar la siguiente tabla (Tabla 23) para relacionar los resultados obtenidos en la libreta del profesor, el cuestionario de autoevaluación y coevaluación con el nivel de desempeño logrado por los alumnos.

Tabla 23. *Relación entre el nivel de desempeño y los criterios demostrados.*

LIBRETA DEL PROFESOR				
NIVEL 0 INSUFICIENTE (<50%)	NIVEL 1 SATISFACTORIO (50%)	NIVEL 2 NOTABLE (75%)	NIVEL 3 EXCELENCIA (100%)	PESO
3 criterios demostrados <7,5%	5 criterios demostrados 7,5%	7 criterios demostrados 11,25%	9 criterios demostrados 15%	15%
CUESTIONARIO DE AUTOEVALUACIÓN				
NIVEL 0 INSUFICIENTE (<50%)	NIVEL 1 SATISFACTORIO (50%)	NIVEL 2 NOTABLE (75%)	NIVEL 3 EXCELENCIA (100%)	PESO
puntuación inferior a 6 <2,5%	puntuación entre 6 y 13 2,5%	puntuación entre 14 y 20 3,75%	puntuación entre 21 y 27 5%	5%
CUESTIONARIO DE COEVALUACIÓN				
NIVEL 0 INSUFICIENTE (<50%)	NIVEL 1 SATISFACTORIO (50%)	NIVEL 2 NOTABLE (75%)	NIVEL 3 EXCELENCIA (100%)	PESO
puntuación inferior a 6 <5%	puntuación entre 6 y 13 5%	puntuación entre 14 y 20 7,5%	puntuación entre 21 y 27 10%	10%

Fuente: elaboración propia.

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN

Valora cada uno de los criterios usando la escala del 1 al 3, donde:

(1) EN DESACUERDO

(2) A MEDIAS

(3) DE ACUERDO

Tabla 24. *Modelo de encuesta de satisfacción.*

CRITERIOS	VALORACIÓN		
DESARROLLO GENERAL DE LA UD	1	2	3
Los objetivos y el trabajo de cada actividad están bien definidos.			
La secuenciación de los contenidos es coherente y permite avanzar en el aprendizaje de los conceptos.			
Las metodologías ABP y AC son útiles para el aprendizaje de los contenidos de la UD.			
Las metodologías ABP y AC hacen que aumente el interés por la asignatura de Física y Química.			
Desde el inicio de la UD se sabe cómo y cuándo se evalúa cada actividad.			
El docente se comunica con un lenguaje adecuado y claro.			
Los conceptos aprendidos son aplicables en la vida cotidiana.			
ACTIVIDADES EN EL AULA	1	2	3
Las herramientas TIC sirven para buscar información y profundizar en los conceptos.			
Hacer trabajo en equipo de forma colaborativa ayuda a aprender los conceptos.			
Hacer trabajo individual ayuda entender y aplicar los conceptos aprendidos.			
RECURSOS, ORGANIZACIÓN Y CLIMA DEL AULA	1	2	3
Los recursos materiales son variados y hacen las actividades comprensibles y significativas.			
El tiempo destinado a cada actividad es suficiente para poder terminarla y entender lo que se trata en ella.			
El docente da instrucciones y orientaciones o hace aclaraciones si son necesarias.			
El ambiente en el aula es el adecuado para poder trabajar en equipo			

Fuente: elaboración propia.

AUTOEVALUACIÓN DOCENTE

Tabla 25. *Modelo de ficha de autoevaluación docente.*

CRITERIOS		VALORACIÓN		
PLANIFICACIÓN DE LA UD		SI	NO	OBSERVACIONES
¿Los contenidos desarrollados guardan vinculación con el currículo oficial?				
¿Los objetivos están claramente definidos?				
¿La secuenciación de los contenidos tiene clara relación con la consecución de los objetivos definidos?				
¿Las metodologías propuestas son compatibles con el desarrollo de las competencias básicas?				
¿La secuenciación de los contenidos permite al alumnado abordar progresivamente los aprendizajes?				
¿Se han marcado unos indicadores de logro?				
¿Se aplican unos criterios de calificación a través de varios instrumentos de evaluación acordes con los criterios de evaluación de la UD?				
¿La evaluación propuesta permite hacer el seguimiento del alumnado y comprobar el grado de aprendizaje desarrollado?				
PRESENTACIÓN DE LOS CONTENIDOS		SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se presenta y propone un plan de trabajo al inicio de la UD, que explicita lo que se va a trabajar en cada sesión?				
¿Se plantean situaciones introductorias que se relacionan con los conocimientos previos de los alumnos?				
¿Los contenidos y su desarrollo guardan relación con situaciones cotidianas para los alumnos?				
¿El desarrollo de los contenidos intercala explicaciones, aclaraciones, ejemplificaciones, aplicaciones, etc.?				
¿Se utilizan herramientas TIC para adquirir conceptos?				
ACTIVIDADES EN EL AULA		SI	NO	OBSERVACIONES
¿Las actividades propuestas son variadas? (introducción, desarrollo, síntesis, consolidación, aplicación, evaluación).				

¿Se utilizan herramientas TIC para realizar actividades?			
¿Las actividades favorecen la colaboración entre los miembros del grupo?			
¿El volumen de trabajo individual está equilibrado con el volumen de trabajo en grupo?			
¿Las actividades favorecen el desarrollo de las competencias que no son del ámbito científico-tecnológico?			
RECURSOS Y ORGANIZACIÓN DEL AULA	SI	NO	OBSERVACIONES
¿La distribución del tiempo es adecuada en cada actividad?			
¿Se utilizan recursos didácticos variados tanto en la presentación de contenidos como en la práctica de los alumnos que además favorecen el uso autónomo por parte de los mismos?			
CLIMA DEL AULA	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se dan instrucciones y orientaciones o se hacen aclaraciones a los alumnos en caso de que sean necesarias?			
¿Las relaciones dentro del aula son respetuosas y las situaciones comunicativas son asertivas y con el lenguaje adecuado?			
¿Los alumnos interactúan y se apoyan entre sí?			
EVALUACIÓN	SI	NO	OBSERVACIONES
¿Se comparte con los alumnos al inicio de la UD la forma en la que van a ser evaluados?			
¿Se realiza una evaluación inicial al principio de la UD para realizar ajustes en caso de ser necesario?			
¿Se establecen procedimientos de evaluación continua y final del alumnado?			
¿Se utilizan instrumentos para recoger información en relación con la actitud del alumnado en las sesiones?			
¿Los instrumentos para valorar el grado de adquisición de aprendizaje de los alumnos son variados?			
¿Se adapta el procedimiento de evaluación a las necesidades específicas del alumnado?			

Fuente: elaboración propia.