



# **TRABAJO FIN DE MÁSTER**

**CURSO 2018/2019**

**DESARROLLO PEDAGÓGICO DEL TEMA “ÁCIDO-BASE”  
MEDIANTE DIVERSAS APROXIMACIONES DIDÁCTICAS**

**Autor: Carmen Sarmiento Franco**

**Tutor: Enrique Barrado Esteban**

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

Facultad de Educación y Trabajo Social – Facultad de Ciencias

**Universidad de Valladolid**



## ÍNDICE

<b>1. Introducción</b> .....	<b>7</b>
1.1. ¿Qué es la educación? .....	7
1.2. Historia del sistema educativo .....	7
1.3. El cambio en las metodologías .....	16
<b>2. Objetivos</b> .....	<b>17</b>
<b>3. Contenidos</b> .....	<b>17</b>
<b>4. Metodologías empleadas</b> .....	<b>19</b>
4.1. Metodología de aula invertida o "flipped classroom": .....	19
4.2. Aprendizaje basado en Problemas (ABP): .....	21
4.3. Gamificación: .....	23
4.4. Ventajas e inconvenientes de los cambios en la metodología .....	25
<b>5. Diseño de la propuesta metodológica</b> .....	<b>29</b>
5.1. Introducción .....	29
5.2. Conceptos teóricos básicos para comprender el enfoque metodológico .....	30
5.3. Metodologías para cada concepto .....	38
<b>6. Desarrollo de la propuesta</b> .....	<b>41</b>
6.1. Recursos didácticos .....	41
6.2. Temporalización .....	41
6.3. Desarrollo de las sesiones .....	42
<b>7. Otras actividades de interés</b> .....	<b>56</b>
<b>8. Evaluación</b> .....	<b>58</b>
<b>9. Unidad didáctica sobre "Ácido- base" en 2º Bachillerato</b> .....	<b>61</b>
9.1. Justificación .....	61
9.2. Contextualización .....	62
<b>9.3. Objetivos</b> .....	<b>63</b>
9.4. Contenidos .....	65
9.5. Metodología .....	66

9.6. Evaluación .....	68
9.7. Atención a la diversidad .....	68
<b>10. Conclusiones .....</b>	<b>70</b>
<b>11. Bibliografía .....</b>	<b>71</b>
<b>12. ANEXOS .....</b>	<b>73</b>
12.1. Preguntas del cuestionario de Moodle acerca de las teorías ácido-base.....	73
12.2. Guion de laboratorio para la práctica de la col de lombarda como indicador ácido-base. ....	73
12.3. Guion de la práctica de la volumetría ácido-base con fotos de los materiales. ....	74
12.4. Ejemplo de hoja de problemas.....	75
12.5. Enlace y preguntas del Kahoot.....	77
12.6. Ejemplo para la explicación de disoluciones reguladoras.....	80
12.7. Ejemplo de examen escrito. ....	80

## **RESUMEN:**

El sistema educativo español ha evolucionado mucho desde que se regló por primera vez con la Ley Moyano (1857) hasta la actualidad, en la que está regido por la LOMCE (2013). Así, en la última década, se ha producido un cambio fundamental, como lo es el haber estructurado el aprendizaje y la evaluación en base a competencias, con el fin de impartir una enseñanza más transversal de las asignaturas, buscando que el aprendizaje sea significativo y potenciando una actitud más crítica del alumnado, que pasa a ser parte activa del proceso.

Teniendo en cuenta las novedades introducidas por la ley y siguiendo el currículo establecido en la ORDEN EDU 363/2015 para la asignatura de Química de 2º de Bachillerato en Castilla y León, en este trabajo se desarrolla una propuesta didáctica para la explicación del tema “ácido-base”, combinando la metodología tradicional y la experimentación con varias técnicas innovadoras: *flipped classroom*, aprendizaje basado en problemas (ABP) y gamificación.

**Palabras clave:** LOMCE, competencias, química, ácido-base, *flipped classroom*, ABP, gamificación.

**ABSTRACT:**

The Spanish education system has experienced a great evolution since its first regulation (*Ley Moyano*, 1857) until the present system, regulated by the *LOMCE* (2013). Thus, over the past decade, crucial changes have come up: learning and assessment have been based upon the idea of “skills”, aiming at transversality in the teaching of the different subjects, at meaningful learning, and at enhancing critical attitudes in students, who are expected to take an active role in their learning process. According to the novelties introduced by the *LOMCE*; this *TFM* presents a teaching proposal for one of the topics (acid-base) in the curriculum established in the *ORDEN EDU 363/2015 (Castilla y León)* for the subject of chemistry in the second year of *Bachillerato*. It combines traditional methodology and new didactic approaches: flipped classroom, problem-based learning (PBL), and gamification.

**Key words:** *LOMCE*, skills, chemistry, acid-base, flipped classroom, PBL, gamification.

## 1. Introducción

### 1.1. ¿Qué es la educación?

El término educación proviene del latín “educere” que significa guiar, conducir, formar o instruir, es decir, que se puede definir de varias formas y como bien se sabe, ésta no sólo se produce en las aulas de los colegios, sino que se da en cualquier lugar al que nos dirijamos debido a que se comparte entre las personas por medio de nuestras ideas conocimientos, estando presente en todas nuestras acciones (Rodríguez, A.B., 2010).

De hecho, hoy en día, se puede clasificar la educación en tres tipos o, bueno, más bien en dos y uno que engloba a ambas (Espinilla, M. L., 2018/2019):

- Educación formal: Es el sistema educativo altamente institucionalizado y estructurado, que se extiende desde los primeros años de la Educación Primaria hasta la finalización de la etapa universitaria.
- Educación no formal: Son todas aquellas actividades organizadas con un fin educativo pero que no dependen del sistema oficial. Su fin es facilitar determinadas clases de aprendizaje a ciertos subgrupos de la población, ya sean adultos o niños.

Como adelantaba hace algunas líneas, ambos tipos están englobados dentro de un tercero, que es la educación informal, o lo que es lo mismo, la enseñanza que se va adquiriendo a lo largo de la vida, en la que las personas acumulan conocimientos habilidades, actitudes y modos de razonamiento a partir de las experiencias diarias y su relación con el entorno.

Finalmente, si nos paramos a pensar, se puede deducir que la primera en surgir fue esta última, pero haciendo un repaso de la historia del sistema educativo y las diversas leyes implantadas se va a ver cómo surgió la educación formal.

### 1.2. Historia del sistema educativo

En la antigüedad, los pueblos más primitivos carecían de personas calificadas que pudiesen enseñar valores y un aprendizaje básico para la formación de sus habitantes (Rodríguez, A. B., 2010). Aun así, toda persona recibía una educación, que se transmitía de generación en generación y consistía en aprender las diversas formas de

cazar, cocinar, etc. Esta tenía el único objetivo de ayudarles a sobrevivir en la sociedad en la que vivían.

El surgimiento de las primeras civilizaciones (Egipto, Mesopotamia...) viene acompañado de una cierta formalización de la educación restringido a las clases privilegiadas o castas especiales. Es en Grecia y, especialmente, en Roma, cuando comienza un sistema escolar, ampliamente extendido, parecido a como hoy lo entendemos, aunque desligado del estado, con profesionales específicos y que abarcaba en sus primeras etapas a un amplio rango de la población.

Posteriormente, desde la Edad Media hasta el S. XIX, la educación en España estuvo principalmente en manos de la Iglesia. En este período, con el fin inicial de solventar las necesidades del día a día, surgen escuelas en las que los sacerdotes u otras personas de las clases altas, comenzaron a enseñar los principios de la escritura, las ciencias o la arquitectura y la educación, que, como no podía ser de otra forma, se basaba en la religión, la filosofía y la poesía.

Durante todo este tiempo, no existió una ordenación reglada de las enseñanzas ni un carácter público que asegurara la escolarización de la población. Es más, hasta mediados del siglo XIX, concretamente, hasta 1857, no se le dio un marco normativo estable al sistema educativo español, año en el que surgió la primera ley, la cual fue instaurada por un gobierno progresista con importantes tintes moderados, que fueron de gran ayuda para alcanzar un acuerdo entre las diferentes fuerzas políticas. Esta no es otra que la Ley de Instrucción Pública, comúnmente conocida como Ley Moyano. Su fin principal fue el de luchar contra el analfabetismo en el que se encontraba inmersa la gran mayoría de la población española, destacando sobre el resto del continente. Para ello, organizó la enseñanza en tres niveles: primaria, media y superior.

En relación a esta estructura que propone para el sistema educativo, la ley importa las siguientes premisas:

- Primaria: Es obligatoria de 6 a 9 años pero se pueda adquirir en casa además de en la escuela, que sólo es gratuita en esta etapa para quienes presenten un certificado municipal que justifique la imposibilidad de pagarla.

Además, en esta época, se empieza a formar a los maestros, habiendo escuelas para ello pero, dada su escasez, en muchos casos, la formación que reciben los



alumnos es la propia para subsistir: cuatro operaciones matemáticas, lectura, escritura y catecismo.

Es importante destacar que, cuando la formación puede ser un poco más amplia, se hace distinción entre la que reciben los niños y las niñas, siguiendo las ideas del liberalismo moderado y haciendo que estas últimas reciban indicaciones acerca de “las tareas propias de su sexo” en vez de aprender dibujo, física o agricultura.

- Secundaria o media: Se puede recibir en el hogar y comprende los estudios generales, divididos en dos partes: uno de ampliación de la etapa primaria y otro de memorización de lenguas clásicas, fundamentalmente; y los de aplicación, que son enfocados a las tareas que se van a desempeñar después.
- Superior o Universitaria: Comprenden la mayoría de las facultades modernas, siendo visible la ampliación de salidas profesionales que el liberalismo moderado quería proporcionar.

A pesar de que se fueron produciendo pequeños cambios, no es casi hasta un siglo después, a finales de la II Guerra Mundial, cuando debido al incremento en la mecanización en las fábricas y produciéndose, por tanto, un gran cambio en la sociedad industrial europea ; se empezó a requerir un conocimiento más específico a los trabajadores de las empresas, lo cual afectó al sistema educativo, que aún luchaba por combatir un alto grado de analfabetismo debido a las grandes carencias de la escuela franquista.

Por ello, un tiempo después, en 1970, para responder a ese deseo de evolución y, con el objetivo de crear un modelo que se adaptase a los cambios que se habían ido sucediendo en la etapa anterior; se aprueba la Ley General de Educación, la cual reformó y reguló todo el sistema educativo hasta los años 90. Los principales cambios que introdujo fueron los siguientes:

- Estableció la enseñanza obligatoria y gratuita desde los 6 a los 14 años (EGB), siendo voluntaria la etapa previa de preescolar (3-5 años).
- El Bachillerato Unificado Polivalente B.U.P, de 3 años de duración, fue implantado como la etapa posterior a la EGB y, como su mismo nombre puede indicar, aún no se distinguía entre ciencias y letras.

- Como paso previo a la Universidad, se fijó el realizar C.O.U. (Curso de Orientación Universitaria).
- En cuanto a la FP, en el artículo 40 de la ley, se dice que tendrá la finalidad de formar a los alumnos para desarrollar la profesión que elijan. Se divide en tres grados:

Para el primero de ellos, sólo se necesita el certificado de escolaridad; para el de segundo grado, se necesita el primero y el título de BUP y, finalmente, para el tercero, se necesita el graduado de FP de 2º grado o haber cursado, al menos, el primer ciclo en la Facultad.

- Finalmente, decir que se instauran las lenguas cooficiales de las CCAA en el sistema educativo público y se centraliza la organización de la enseñanza en el Estado.

Tabla 1 : Leyes educativas en España ordenadas cronológicamente.

LEYES EDUCATIVAS								
Preconstitucionales		Postconstitucionales						
1857	1970	1980	1985	1990	1995	2002	2006	2013
Ley Moyano	LGE	LOECE	LODE	LOGSE	LOPEG	LOCE	LOE	LOMCE
Derogada	Derogada	No entró en vigor	Parte en vigor	Derogada	Derogada	No entró en vigor	Parte en vigor	En vigor

Una vez que desaparece el franquismo, y tras entrar en vigor la Constitución de 1978, ya en plena democracia, surge, en 1980, la LOECE, primera ley educativa de la democracia, que fue elaborada por UCD, con Adolfo Suárez a la cabeza; y fue recurrida por el PSOE ante el Tribunal Constitucional argumentando que no cumplía el espíritu de la Constitución. Tras dicha sentencia, debía haber tenido lugar su revisión pero el golpe de Estado del 23-F y la posterior victoria del PSOE hicieron que dicha ley nunca entrara en vigor.

Un lustro después, en 1985, con el punto de partida de tratar de desarrollar el artículo 27 de la Constitución Española de 1978, se implanta la LODE, ley que hace gratuita y

obligatoria la enseñanza básica y que establece la libertad de cátedra. Además, promueve el sistema de colegios concertados, que se unen a los públicos y a los privados. Por último, es importante destacar que define los órganos de gobierno en cada centro educativo: el director, el consejo escolar y el claustro de profesores.

En 1990, se instaura la Ley de Ordenación General del Sistema Educativo, LOGSE, la cual pone fin a la Ley General de Educación establecida en 1970 y hace obligatoria la escolaridad hasta los 16 años, quedando el sistema de enseñanza general, ya propuesto en la LODE, aprobado e implantado de la siguiente forma:

- Educación Infantil: Va desde los 0 a los 6 años y sigue sin tener carácter obligatorio.
- Educación Primaria: Va desde los 6 hasta los 12 años y se divide en 3 ciclos de 2 años. Es de carácter obligatorio.
- Educación Secundaria: Este período es obligatorio entre los 12 y los 16 años, en los que se cursa la ESO y tiene dos años adicionales en los que se puede cursar el Bachillerato, que ahora ya distingue entre las modalidades de artes, tecnológico, ciencias sociales, ciencias de la salud y humanidades; o, por el contrario, un grado de FP de grado medio.
- FP de grado superior o estudios Universitarios: Se accede tras cursar el Bachillerato.

Por otra parte, como enseñanzas de régimen especial, se incluyen las artísticas y las de idiomas.

Finalmente, otro aspecto importante a destacar de la misma es que permite a las Comunidades Autónomas la redacción de una parte bastante importante de los contenidos educativos (González, X., 2018/2019).

Cinco años después, con la premisa de que favorecía la participación de la familia en las gestiones públicas, se aprobó, por mayoría, la Ley Orgánica de Participación, Evaluación y Gobierno de los Centros Docentes (LOPEG), la cual, en cuanto a las enseñanzas, mantiene el esquema diseñado por la LODE e implantado por la LOGSE. Sin embargo, fue una ley completamente rechazada por el profesorado bajo el argumento de que favorecía la privatización de la enseñanza pública. En definitiva, fue derogada.

La siguiente ley fue propuesta por Aznar en 2002 bajo el nombre de “Ley Orgánica de Calidad de la Educación” (LOCE) y pretendía reformar y mejorar la educación en España pero nunca llegó a aplicarse dado que Zapatero la paralizó cuando llegó al gobierno en 2004.

Este mismo, dos años después, instauró una de las leyes más importantes y que aún sigue vigente junto a algunos aspectos de la LODE (modificada por la LOPEG y la LOGSE), y esta es la Ley Orgánica de Educación (LOE), la cual organiza el sistema educativo de la misma manera que ya se aplicó con la LOGSE pero, aun así, tiene rasgos destacables en cuanto a las asignaturas que se imparten y en otros aspectos que contribuyen al buen desarrollo del sistema.

De manera general, pueden ser reseñables los siguientes aspectos:

- En cuanto a las asignaturas, las enseñanzas mínimas requieren el 55% del horario escolar para las Comunidades Autónomas que tengan reconocida otra lengua distinta del castellano y el 65% para aquellas que no la tengan.
- Introduce la asignatura “Educación para la ciudadanía”, tanto en Primaria como en Secundaria, y hace que la asignatura de Religión sea de oferta obligatoria pero opcional para los alumnos. Además, en Bachillerato, incluye una nueva asignatura denominada “Ciencias para el Mundo Contemporáneo”.
- Se fomenta el plurilingüismo.
- Se pone especial atención en proponer medidas de Atención a la Diversidad como los programas de diversificación a partir de 3º ESO, la oferta de materias optativas, los agrupamientos flexibles, los programas de refuerzo, etc.
- Se vuelve a la idea de la iniciación profesional temprana de la LOCE (2002) para los alumnos más complicados con los 16 años cumplidos, instaurando los “Programas de Cualificación Profesional” (PCPI). Estos constan de un curso obligatorio y otro optativo.
- Entra en vigor el organizar el aprendizaje y la evaluación en base a competencias con la pretensión de lograr una enseñanza más transversal de las materias, de manera que ayude a desenvolverse en diferentes situaciones, potenciando una actitud más crítica de cara a cualquier aspecto de la vida que conlleve asumir responsabilidades. Sin embargo, para que se cumpla, se requiere que el profesorado reciba una formación y que participe activamente en proyectos de investigación e innovación.

- En cuanto a la organización de la evaluación y aspectos específicos, son reseñables los siguientes cambios:
  - En Primaria, al finalizar el 2º ciclo, los centros realizan una evaluación de las competencias básicas, que, únicamente, tiene carácter informativo. Además, destacar que sólo se puede repetir una vez en los 6 años.
  - En Secundaria, aunque la evaluación es continua, se lleva a cabo una evaluación de diagnóstico de las competencias básicas a los alumnos de 2º de la ESO. También, decir que cada curso se puede repetir una sola vez y, a lo largo de la etapa, dos veces como máximo; pero para que se dé uno de estos casos, el alumno tendrá que tener tres o más suspensos.  
Por último, decir que el título de la ESO da acceso a Bachillerato y a FP de grado medio.
  - En Bachillerato, la evaluación es continua y se puede permanecer en él 4 años en régimen ordinario, siguiendo el mismo criterio de repetición que para la ESO.  
Para acceder a estudios Universitarios a partir del título de Bachillerato, hay que superar las Pruebas de Acceso a la Universidad PAU).

Poco después, ya en el último período de los socialistas, con Ángel Gabilondo como ministro educativo, se dio un intento de pacto que casi llega a hacerse realidad. Aunque no llegó a darse, dentro de la Ley de Economía Sostenible de 2011, sí que concedieron algunos cambios a los populares, que estaban en la oposición.

Sin embargo, con la llegada de los mismos al gobierno, estos se paralizaron y, el nuevo ministro de Educación, José Ignacio Wert, comenzó a trabajar en la modificación de la LOE, dando lugar, en 2013, a que se aprobara la Ley Orgánica para la Mejora de la Calidad Educativa (LOMCE).

De forma general, afectando a todas las etapas del sistema educativo, establece los siguientes cambios:

- Aparecen los estándares de aprendizajes, los cuales se definen en el Real Decreto 1105/2014 como las concreciones de los criterios de evaluación para clarificar los objetivos que el alumno debe conseguir al final de cada etapa.
- Las competencias en base a las que establece el aprendizaje la LOE pasan de ser 8 a ser 7, definiéndose así (Espinilla, M. L.,2018/2019):  
Básicas:

- Competencia en comunicación lingüística (CL): Se refiere a la habilidad para el uso de la lengua, expresar ideas e interactuar con otras personas de manera oral o escrita.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): La primera alude a las capacidades para aplicar el razonamiento matemático para resolver cuestiones de la vida cotidiana; la competencia en ciencia se centra en las habilidades para utilizar los conocimientos y metodología científicos para explicar la realidad que nos rodea; y la competencia tecnológica, en cómo aplicar estos conocimientos y métodos para dar respuesta a las necesidades humanas.

Transversales:

- Competencia digital (CD): Implica el uso seguro y crítico de las TIC para obtener, analizar, producir e intercambiar información.
  - Aprender a aprender (CPAA): Implica que el alumno desarrolle estrategias para iniciar el aprendizaje, se organice correctamente, y trabaje, ya sea de manera individual o colaborativa, para conseguir un objetivo.
  - Competencias sociales y cívicas (CSC): Hacen referencia a las capacidades para relacionarse con las personas y participar de manera activa, participativa y democrática en la vida social y cívica.
  - Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE): Implica las habilidades necesarias para convertir las ideas en actos, como la creatividad, o para asumir una responsabilidad y planificar y gestionar un proyecto.
  - Conciencia y expresiones culturales (CEC): Trata sobre la capacidad para apreciar la importancia de la expresión a través de la música, las artes plásticas y escénicas o la literatura.
- Las asignaturas se engloban en tres tipos: troncales, específicas y de libre configuración autonómica.

Yendo etapa por etapa, destacan las siguientes modificaciones:

Educación Primaria:

- A partir de esta ley, los 6 cursos son independientes en lugar de estar organizados en 3 ciclos de dos cursos.
- Desaparece la asignatura de Educación para la Ciudadanía, obligatoria para todos los alumnos y aparece la de Valores Sociales y Cívicos, como alternativa a la Religión.

- Se establecen dos pruebas externas: una en 3º de Primaria, de cara a comprobar la destreza en las competencias básicas para poder aplicar refuerzos si fuera necesario; y otra en 6º, para, así comprobar si se han cumplido los objetivos de la etapa.

#### Educación Secundaria Obligatoria:

- Cambia la organización de los ciclos, correspondiendo ahora los tres primeros cursos a uno de ellos y el cuarto a otro.
- Los programas de mejora del aprendizaje y del rendimiento (PMAR) sustituyen a los programas de diversificación y comienzan a impartirse en 2ºESO.
- Se implanta la Formación Profesional Básica en 3º de ESO (empezó en el curso 2014/2015), sustituyendo a los Programas de Cualificación Inicial (PCPI), para aquellos alumnos que no puedan llevar el ritmo que una clase normal por los motivos que sea. Así, al finalizarlo, tendrán la oportunidad de presentarse a las pruebas externas para obtener el título de la ESO o pasar de forma directa a FP de Grado Medio.
- En cuanto a 4º de la ESO, se divide según dos líneas: la línea académica, que es el preámbulo al Bachillerato tras la superación de una prueba; y el camino de las aplicadas, tras el cual se puede entrar a FP de grado Medio, de nuevo, tras aprobar un examen. Esta prueba o "reválida" cuenta un 30% de su nota final, cuyo 70% corresponde a la media de la nota obtenida en los cuatro cursos. Aprobando, se les dará el título de graduado en ESO.
- Por otra parte, los cambios principales en las asignaturas son los siguientes:
  - Desaparece Educación para la Ciudadanía y aparece Valores Éticos.
  - La asignatura de Ciencias de la Naturaleza, que antes se impartía en 1º y 2 ESO, pasa a desglosarse en Biología y Geología, que se da en 1º ESO; y Física y Química, que se da en 2ºESO.

#### Bachillerato:

- Desaparece la asignatura de "Ciencias para el Mundo Contemporáneo" y las vías que pueden escoger los alumnos son: artes, ciencias, y humanidades y ciencias sociales (el bachillerato tecnológico desaparece). Para esta última, habrá dos vías:

quienes escojan Humanidades estudiarán Latín y los otros cursarán Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales.

- Los alumnos también tienen que aprobar un examen final para conseguir el título, que les da opción a cursar estudios superiores (FP de grado medio o superior o enseñanzas universitarias). En cuanto a su calificación, lo corrigen profesores externos al centro y cuenta un 40%, que unido a la media obtenida en Bachillerato (60%), dará lugar a la nota final, la cual tiene que ser superior a 5, pudiendo ser inferior sólo en la parte del examen final. En consecuencia, las Pruebas de Acceso a la Universidad, que conocemos como “PAU”, desaparecen, y el título de Bachillerato pasa a ser el que define el acceso a la universidad.

Como toda ley, requiere de un tiempo para su asentamiento pero el que tenía, no se cumplió, de manera que, a finales del año 2016, concretamente el 9 de Diciembre, se publicó el Real Decreto-Ley 5/2016, pidiendo la ampliación del calendario de implantación, en concreto, de las evaluaciones finales, para que mientras se esté en negociaciones, estas pruebas no tengan efecto alguno para la obtención de los títulos de Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, y su organización y desarrollo no afecte tampoco al funcionamiento de los centros docentes, estableciendo así un período de transición que garantice la igualdad de oportunidades para todos los alumnos y una implantación con garantías de éxito.

Así, hasta que entre en vigor la normativa resultante del Pacto de Estado Social y Político por la Educación, la evaluación final de Primaria y la ESO será una prueba sin efectos académicos, mientras que en Bachillerato se seguirá realizando una prueba similar a la que se ha venido realizando, la cual pasa a llamarse EBAU y es válida solo para tener acceso a la universidad. Además, durante este periodo, el objeto de las pruebas se limitará a las materias troncales del último curso de cada etapa.

En conclusión, estamos ante la séptima gran reforma en un período de tiempo corto.  
¿Qué nos deparará el futuro?

### 1.3. El cambio en las metodologías

Desde los comienzos del sistema educativo hasta hace pocos años, la metodología tradicional ha sido, por excelencia, el proceso de enseñanza- aprendizaje utilizado. Ésta consiste en la impartición de clases magistrales por parte del profesor con el



objetivo de exponer a los alumnos un tema teniendo en cuenta los diferentes puntos de vista que se puedan dar del mismo, actualizando así el conocimiento y, en que el profesor realice experiencias de cátedra para poder describir los resultados de la misma, de manera que el alumno pueda explorarla posteriormente con mayor detalle. Eso sí, esta última parte suele ser mínima.

Sin embargo, este tipo de sesiones pueden hacerse aburridas, ser poco prácticas o de poca calidad y, en muchas ocasiones, se pueden convertir en una mera lectura de datos de diferentes textos, lo cual no estimula al estudiante a aprender ni a interesarse más allá de la información que le ha aportado el profesor.

Por estas razones, con el paso del tiempo, esta metodología se ha ido suavizando y se ha investigado acerca de cómo mejorar el proceso de enseñanza- aprendizaje, dando lugar a la aparición de nuevas metodologías, que proponen que la enseñanza se centre en el alumno y no en el profesor debido a que esto ayuda a desarrollar su interés por la materia al sentirse parte activa del método, desarrolla su espíritu crítico y aumenta su motivación, dándose una mejora en los resultados académicos y, aprendiendo más, que, al fin y al cabo, es de lo que se trata.

## **2. Objetivos**

El objetivo principal de este Trabajo Fin de Máster es:

**Desarrollar una propuesta didáctica basada en metodologías innovadoras apoyadas en la tradicional para la impartición de la temática ácido – base en 2º Bachillerato.**

## **3. Contenidos**

Siguiendo la orden EDU 363/2015, que establece el currículo en el BOCyL nº 86 del 8 de mayo de 2015 (págs. 285-286), el contenido referente a la temática ácido-base que se va a tratar en esta propuesta didáctica se engloba en la asignatura de Química de 2º Bachillerato, concretamente en el bloque 3, que corresponde a las reacciones químicas.

Son los siguientes:

Tabla 2 : Contenidos especificados en el BOCyL acerca de la temática ácido- base en 2º de Bachillerato.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables
<p>- Concepto de ácido-base. Propiedades generales de ácidos y bases.</p> <p>-Teoría de Arrhenius. Teoría de Brönsted-Lowry.</p> <p>-Teoría de Lewis.</p> <p>-Fuerza relativa de los ácidos y bases, grado de ionización. Constante ácida y constante básica.</p> <p>-Equilibrio iónico del agua.</p> <p>-Concepto de pH. Importancia del pH a nivel biológico.</p> <p>-Volumetrías de neutralización ácido-base. Procedimiento y cálculos. Gráficas en una valoración. Sustancias indicadoras.</p> <p>Determinación del punto de equivalencia.</p> <p>-Reacción de hidrólisis. Estudio cualitativo de la hidrólisis de sales: casos posibles.</p> <p>-Estudio cualitativo de las disoluciones reguladoras de pH.</p> <p>-Ácidos y bases relevantes a nivel industrial y de consumo.</p> <p>-Problemas medioambientales. La lluvia ácida.</p>	<p>- Aplicar la teoría de Brönsted para reconocer las sustancias que pueden actuar como ácidos o bases.</p> <p>- Determinar el valor del pH de distintos tipos de ácidos y bases y relacionarlo con las constantes ácida y básica y con el grado de disociación.</p> <p>- Explicar las reacciones ácido- base y la importancia de alguna de ellas así como sus aplicaciones prácticas.</p> <p>- Justificar el pH resultante en las reacciones ácido-base.</p> <p>- Utilizar los cálculos estequiométricos necesarios para llevar a cabo una reacción de neutralización o volumetría ácido base.</p> <p>- Conocer las distintas aplicaciones de los ácidos y bases en la vida cotidiana tales como productos de limpieza, cosmética, etc.</p>	<p>- Justifica el comportamiento ácido o básico de un compuesto aplicando la teoría de Brönsted - Lowry de los pares de ácido-base conjugados.</p> <p>- Identifica el carácter ácido, básico o neutro y la fortaleza ácido base de distintas disoluciones según el tipo de compuesto disuelto en ellas determinando el valor de pH de las mismas.</p> <p>- Describe el procedimiento para realizar una volumetría ácido - base de una disolución de concentración desconocida, realizando los cálculos necesarios.</p> <p>- Predice el comportamiento ácido - base de una sal disuelta en agua, escribiendo los procesos intermedios y equilibrios que tienen lugar.</p> <p>- Determina la concentración de un ácido o base valorándola con otra de concentración conocida estableciendo el punto de equivalencia de la neutralización mediante el empleo de indicadores ácido-base.</p> <p>- Reconoce la acción de algunos productos de uso cotidiano como consecuencia de su comportamiento químico ácido-base.</p>

Para el desarrollo de la propuesta, se tendrá en cuenta que, aparte de cumplir con los contenidos que aparecen en la tabla, sean capaces de comprender cada estándar de aprendizaje para que luego la evaluación sea correcta y objetiva.

#### **4. Metodologías empleadas**

A pesar de la aparición de nuevas metodologías, al menos, en el caso de la asignatura de Física y Química, estas servirán para complementar a la tradicional ya que la parte cuantitativa de la misma, dada su dificultad, sobre todo en cursos altos, y lo que les cuesta a los alumnos entenderla, necesita un mayor apoyo del profesor.

Por un lado, se dará una mayor flexibilidad a la metodología tradicional y cuando se necesiten clases magistrales no se llegará a ellas de golpe si no que, como fase previa se va a incluir la experimentación, tanto en casa como en el laboratorio, de manera que, partiendo de ideas visuales y concretas, les sea más fácil la posterior comprensión de los conceptos.

Por el otro, para darle un toque aún más innovador, se van a utilizar varias de las metodologías que se vienen instaurando en los centros. Concretamente, las siguientes:

##### **4.1. Metodología de aula invertida o "flipped classroom":**

Esta estrategia de aprendizaje es una alternativa en la que las actividades que normalmente se llevan a cabo en clase y las tareas que se suelen mandar como deberes se invierten. De esta manera, a los estudiantes se les presentan los materiales didácticos (ej: vídeo explicativo acompañado de una presentación Power Point) algún día antes de la clase para que lo analicen en tiempo no lectivo, utilizando el de clase para los ejercicios prácticos que se suelen mandar como tareas para casa (TPC) o para, simplemente, debatir la información y las conclusiones que han sacado en sus hogares. En definitiva, que las sesiones de clase pasan a ser únicamente trabajo activo.

Así, se integra la instrucción directa con el aprendizaje constructivista (Davies, Dean y Ball, 2013), específicamente de Vigotsky, en lo que respecta al proceso de construcción colaborativa, debate y resolución de problemas en grupo (Martínez, W. et al., 2014). Además, es importante destacar que los elementos tecnológicos juegan un papel muy importante en el proceso.

Esta metodología se basa teóricamente en el razonamiento de que, según la taxonomía de Bloom, Ilustración 1, recordar y entender son actividades cognitivas de bajo nivel y, sin embargo, la realización de tareas implica un mayor esfuerzo al tener que aplicar y analizar los conocimientos adquiridos (Martínez, W. et al., 2014).



Ilustración 1 : Pirámide con las etapas del aprendizaje en la que se basa la Taxonomía de Bloom.

Aunque tiene su origen en Lage, Platt y Treglia (2000) que, en su propuesta, pretenden juntar los tipos diferentes de aprendizaje de la gran cantidad de estudiantes que hay en un grupo y el estilo de enseñanza del profesor.; mediante el uso de la tecnología para que cada alumno vaya a su propio ritmo; fueron los profesores Jonathan Bergman y Aarom Sams, los cuáles utilizaron por primera vez un programa para grabar una serie de presentaciones en Power Point, que, luego, colgaron en Internet, de cara a subsanar las faltas de los alumnos a clase. Es, por tanto, en este momento, cuando dicha forma de impartir los contenidos entra en auge.

En cuanto a lo positivo del método, es importante destacar que, si se acota bien, se optimiza mucho el tiempo y, de cara a los alumnos, fomenta su pensamiento crítico a la vez que se les da una responsabilidad importante dado que tienen que aprender a organizarse bien para llevar a cabo un estudio bueno y eficaz de la materia que sea.

De esta manera, se dispone de una herramienta que, además, integra a los estudiantes con distintos niveles de competencia, siendo posible que avancen en la comprensión de los conceptos a su ritmo fuera del aula, pudiendo repetir el contenido

las veces que necesiten y que, luego, en clase, puedan resolver sus dudas entre ellos y con la ayuda del docente.

Para un correcto desarrollo, es importante que el docente cumpla las siguientes características (Bergmann y Sams, 2012):

- Tiene muy claras todas las variantes en torno a los contenidos de su cátedra, de cara a poder atender cada necesidad individual de los alumnos puesto que, al variar los ritmos de comprensión, siempre es más difícil atender a todo.
- Aunque no conozca absolutamente todo, porque es imposible, fomenta la investigación para resolver las posibles dudas, contribuyendo así a que se cree un ambiente de aprendizaje autónomo y colaborativo
- Maneja de forma correcta la mayoría de los recursos tecnológicos, de cara a tener más posibilidades en las que facilitar el material didáctico.

#### 4.2. Aprendizaje basado en Problemas (ABP):

El Aprendizaje basado en Problemas (ABP) es una metodología de enseñanza-aprendizaje basada en la investigación y en los razonamientos que siguen los propios alumnos para conseguir llegar a la solución de un problema o cuestión formulado por el profesor, es decir, que se plantea como un método para que los estudiantes adquieran los conocimientos y los apliquen sin que el docente tenga que utilizar la típica clase magistral en la que se les imparte un temario y se les manda resolver una serie de ejercicios.

Por tanto, como en cada técnica innovadora, los protagonistas de la misma son los alumnos, los cuáles asumen como responsabilidad el ser parte activa en dicho proceso. Además, varios autores destacan que este método es flexible, al basarse en lo que hacen los estudiantes y, por ello, puede mejorar la calidad de su aprendizaje a la vez que ayuda al desarrollo del buen razonamiento y de la creatividad (UPM, 2008).

De esta manera, el ABP ayuda al alumno a trabajar distintas competencias, entre las que se pueden destacar la toma de decisiones, el trabajo en pequeños grupos, la habilidad para argumentar y presentar la información, el desarrollo de valores y una buena actitud; o, simplemente, el que sean conscientes de su propio aprendizaje o el que aprendan a identificar problemas de relevancia en el contexto profesional.

Aparte de todo lo dicho, también es reseñable decir que, con esta técnica, se promueve al alumno a saber buscar y tratar la información, desarrollando la habilidad investigativa en ellos ya que, a partir de un enunciado, han de ser capaces de averiguar lo que ocurre y, en consecuencia, buscar una solución lógica y adecuada.

Por otra parte, el aspecto del trabajo en grupo va a hacer que los estudiantes sepan gestionar los pequeños conflictos que se den entre ellos y que, como grupo, todos remen en la misma dirección hacia la consecución de los objetivos previstos, motivándose los unos con los otros.



Ilustración 2 : Mediante ABP, se pueden poner en práctica muchos conocimientos.

Finalmente, como última característica de esta herramienta de aprendizaje, decir que se puede utilizar como vía para interrelacionar las distintas asignaturas y, de hecho, es lo recomendable para que, así, los alumnos integren sus conocimientos como un "todo". Eso sí, dada la complejidad de la misma no es necesario utilizarla para impartir toda una asignatura y, simplemente, se puede utilizar como complemento.

- Planificación:

Para su desarrollo en una clase, el cual puede variar en función de los contenidos, antes de nada, el profesor deberá tener en cuenta que el contexto y el entorno en el que se va a desarrollar la actividad favorezca el trabajo autónomo y, por supuesto, que los conocimientos de los que parten los alumnos sean los suficientes para que el proceso se desarrolle con éxito.

En cuanto a la planificación de sesiones de ABP, para ellas necesita:

- Seleccionar bien los objetivos que, dentro de las competencias establecidas en la asignatura, se pretende que se logren con la actividad.

- Escoger con detalle la problemática con la que los alumnos van a trabajar los contenidos, buscando que sea relevante para su futuro profesional y lo suficientemente amplia y compleja para que los alumnos puedan plantearse dudas y preguntas, suponiendo un reto para ellos, pero sin ser "imposible" para no desmotivarlos.

-Orientar de forma clara las reglas de la actividad y el trabajo en equipo para evitar conflictos innecesarios. Para ello, el profesor puede hacer un reparto de roles dentro de cada grupo como coordinador, moderador, etc. pero preocupándose siempre de que todos trabajen de forma activa.

- Establecer un tiempo, que no se recomienda que sea demasiado extenso, para evitar que aparezca la desmotivación; y especificarlo para que los alumnos se puedan organizar de cara a la resolución del problema planteado.

-Organizar horas de tutorías donde los alumnos (ya sea individualmente o en grupo) puedan consultar sus dudas con el profesor. Así, además, el docente podrá conocer cómo avanza la actividad propuesta y tendrá la oportunidad de orientarles o animarles a que continúen con sus investigaciones.

#### 4.3. Gamificación:

La gamificación es un término de origen anglosajón que se define como el uso de dinámicas propias de los juegos en entornos ajenos a los mismos, de manera que se pueda convertir una actividad poco llamativa para los estudiantes en una que les motive (Jaber, J., 2016).

Aunque tiene su origen en el mundo empresarial, concretamente en la última década, su aplicación ha comenzado a expandirse en el mundo educativo debido al auge tecnológico, de los videojuegos, etc.

Teniendo en cuenta que los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria y, sobre todo, los de Bachillerato tienen un día a día bastante ligado a la tecnología (redes sociales, teléfono móvil, etc) y que, además, dada la edad en la que se encuentran, les cuesta encontrar la motivación en los estudios, esta estrategia puede ser todo un éxito en esta etapa.

Entre todas las herramientas posibles para llevar a cabo la gamificación, voy a destacar una de ellas, que es la que se va a utilizar en el desarrollo de este trabajo. No

es otra que el "Kahoot", una aplicación gratuita de origen noruego que cuenta con millones y millones de usuarios desde su lanzamiento, el cual fue en el año 2011.

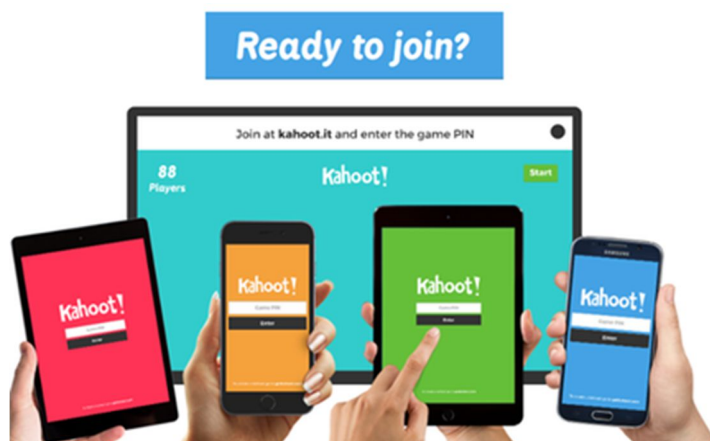


Ilustración 3 : Aplicación "Kahoot".

Su fin es hacer que el alumno aprenda dándose cuenta de que en realidad es algo que le divierte al tratarse de un juego, de manera que se incremente su satisfacción y que, además, perciban una mayor implicación en su aprendizaje.

La dinámica principal de esta herramienta se basa en el empleo de cuestionarios, denominados "Kahoots", que suelen ser propuestos por el profesor con el objetivo de que, tras la realización de los mismos por parte del alumnado, el docente pueda comprobar el nivel de conocimiento que ha adquirido un alumno sobre un tema que se ha explicado previamente. Además, también pueden servir para activar conocimientos previos y que el profesor analice, por el contrario, el nivel del que se parte para comenzar un tema, de cara a tener claro en qué puntos se necesita incidir más.

Por otra parte, también se puede utilizar para que los alumnos elaboren preguntas y, así, también trabajen los contenidos, aunque esto es menos usual y práctico.

Para llevar a cabo el cumplimiento del "Kahoot", los alumnos acceden a la aplicación desde cualquier dispositivo electrónico con Wifi a pesar de que no es necesaria su descarga como app; introducen la clave del "Kahoot" en cuestión, que suele aparecer en la pantalla de clase en la que se proyecta el mismo y, seguidamente, comienzan a "jugar" en tiempo real contra sus compañeros de clase, tratando de mejorar la clasificación que ocupan en función de la puntuación que van obteniendo.



A pesar de que este tipo de juegos puede desarrollar la competitividad en los alumnos, mientras el docente deje claro que, al final, lo que importa es su puntuación y no que se comparen con el resto, su uso puede ser muy positivo.

#### 4.4. Ventajas e inconvenientes de los cambios en la metodología

Como se observará en el planteamiento de las explicaciones del tema y como ya se ha citado en el apartado anterior, se trata de que, la mayoría de ellas partan de experiencias de laboratorio o investigaciones en el ámbito cotidiano. Su fin es que consigan captar el interés del alumnado, aumentando, así, su motivación por aprender al verlo como algo cercano a ellos. Con estos casos, además, se pretende que los alumnos comprendan los conceptos de manera cualitativa para que luego capten de una manera más sencilla los aspectos cuantitativos en el aula y, por el contrario, no les resulte algo tedioso, difícil y aburrido.

Sin embargo, como cualquier procedimiento que se intenta incluir, también tiene sus desventajas, las cuáles también se han intentado subsanar en la propuesta:

- Temporalización:

La duración de las clases, tanto en Educación Secundaria Obligatoria como en Bachillerato, es de 50 minutos. Si ya parece bastante escaso, cuando se va a acudir al laboratorio lo es más, puesto que es necesario descontar de ese tiempo el necesario para reunir al grupo y que se trasladen de manera organizada desde su aula al laboratorio y, por supuesto, hacer lo mismo cuando suena el timbre al final de la clase, aunque esto no descuente tiempo de clase. Como es predecible, ya sólo eso es difícil de conseguir con éxito, sobre todo en los cursos de la Educación Secundaria Obligatoria. En este caso, al tratarse de 2º de Bachillerato, “se espera” que este aspecto no sea demasiado influyente.

Además, al trasladarse a un aula diferente, que, normalmente no tiene mesas individuales, hay que organizar para ese rato la disposición del alumnado. Y sí, el profesor la puede traer pensada, pero, aun así, que ellos atiendan a cómo deben colocarse lleva también su tiempo. Por tanto, al final, se terminan reduciendo los 50 minutos a 40 minutos escasos.

Y esto no queda aquí, dado que si lo anterior es un reto, conseguir que los alumnos enlacen los conceptos previos con el experimento que se va a realizar, de manera que se sitúen en el contexto que se quiere y, seguidamente, explicar el procedimiento a realizar y desarrollarlo en 35 minutos, lo es aún más.

Por otra parte, en cuanto a los aspectos del desarrollo de la experiencia, hay mucha diferencia de preparación y, por tanto, duración si la realiza el profesor o, por el contrario, lo lleva a cabo el alumno, como proponen estas metodologías:

Si es el profesor el que desarrolla el experimento a modo de experiencia de cátedra, como propone la metodología tradicional, es muy importante que tenga todo el material necesario preparado antes de la sesión. Esto, más que por pérdida de tiempo real, es porque los alumnos no se despisten y se pierda el tiempo de verdad. Además, siguiendo esta línea de razonamiento, es muy importante haber probado el experimento antes, para que, a poder ser, nada falle y el resultado sea lo más llamativo posible, pues, si no, los alumnos saldrán de esa sesión con la sensación de haber tenido un recreo a mayores o una mera vía de escape a la clase a la que están acostumbrados diariamente.

Por el contrario, si la práctica está pensada para que la lleven a cabo los alumnos, hay que tener muy en cuenta que el procedimiento se va a ralentizar dado que, lógicamente, al no estar acostumbrados a trabajar con material de laboratorio, no tienen la agilidad necesaria. Y sumado a esto, como en el laboratorio se suele trabajar en grupo, se ven en un dilema para decidir quién hace una cosa y quién la otra, lo cual sí que es fácil de solucionar nombrando roles por parte del docente encargado.

Es cierto que el problema que puede generar la falta de tiempo se puede subsanar substituyendo el acudir al laboratorio por vídeos con dichos experimentos que se puedan ver en el aula o haciendo que los alumnos realicen en casa los experimentos que tengan que ver con los productos cotidianos.

Sin embargo, creo que ninguna de las dos son buenas soluciones.

Por un lado, el substituir la experimentación por vídeos puede hacer que el alumno pierda por completo el interés acerca del tema, puesto que, al fin y al cabo, pasan de ser sujetos activos a sujetos pasivos mirando a una pantalla. En definitiva, seguirían viendo de forma lejana la temática.

Por el otro, creo que sólo se pueden mandar hacer en casa pequeñas pruebas y no un experimento completo, dado que lo que suele ocurrir, si un niño de 17 años llega a

casa y dice que tiene que hacer un experimento, es que sus padres se piensan que les va a quemar la cocina, siempre que estos no sean del sector educativo, caso en el probablemente se fíen más. De todas formas, tampoco hay necesidad de generar estas situaciones.

También viéndolo de otra forma, el tiempo que se pierde acudiendo al laboratorio, se gana mediante el uso en una parte del temario de la “flipped classroom”, de manera que se demuestra que innovar no siempre quita tiempo.

De todas formas, se pierda o se gane tiempo, el caso es que se optimiza puesto que, a la larga, el provecho es mucho mayor.

- Laboratorios de los centros educativos

Los laboratorios de Física y Química en los institutos, por lo general, suelen tener bastantes carencias, dado que cuentan con un presupuesto pequeño para el mismo.



Ilustración 4 : Laboratorio de Física y Química del I.E.S. Legio VII (León).

Por tanto, esto limita las prácticas que se pueden desarrollar, aunque no lo hará en una parte de este caso, dado que una de las prácticas que se ha buscado necesita poco material y los reactivos, en varios casos, son de la vida cotidiana y, si no los hay, aunque no debería ser así, el profesor los lleva.

Sin embargo, en el otro caso propuesto, a la hora de que lleven a cabo las prácticas los alumnos o el profesor, sí que hay limitación dado que el material de laboratorio es bastante frágil y no están acostumbrados a manejarlo. Por otra parte, no suele haber

muchos ejemplares dado que, por ejemplo, las buretas, que se van a utilizar en la propuesta, son caras y, por ello, se tendrían que hacer grupos muy grandes, lo cual puede generar el caos en el ambiente y que, al final, no se enteren de nada.

Además, en el caso de la Química, cuando en las prácticas se utilizan reactivos inflamables o tóxicos, aparece el factor peligrosidad y, a pesar de que los alumnos ya estén en su último curso y tengan algo más de cabeza que en Secundaria, la responsabilidad de que no les pase nada es única y exclusivamente del profesor que está en la sala, por lo que es imposible de controlar a todos.

En definitiva, todo depende del caso y de la práctica.

- Actitud de los alumnos

Como ya se ha dejado entrever entre los contras descritos en el punto anterior, es muy importante la forma en la que se les propone a los alumnos las actividades, puesto que, de primeras, al ser novedad, se lo pueden tomar como un juego. Por un lado, esto tiene como consecuencia que se involucren más en el proceso, pero, por el contrario, hay una gran probabilidad de que, al considerar que no se les va a evaluar, se genere una distracción generalizada, también provocada por el gran número de estímulos que se les presentan en la misma.

Por tanto, aunque la experimentación u otras propuestas innovadoras pueden hacer la adquisición del conocimiento placentera, el ambiente debe ser controlado de manera firme por el docente para que la situación no revierta a una que no se quiere.

Además, es importante controlar que todos trabajen y no que tengan que hacer todo los más responsables y estudiosos del grupo, por lo que hay que estar muy pendientes de ellos, mucho más que en el aula o en el desarrollo de una clase tradicional.

- Amplitud del temario y tipo de prácticas que se desarrollan

En 2º de Bachillerato, las asignaturas suelen ser bastante densas en cuanto a temario y, en el caso de la Química, no podía ser de otra forma.

Sin embargo, este debería ser el curso en el que más experimentación e investigación se llevase a cabo puesto que es en el que más cosas se pueden aprender y demostrar dada la cantidad de conceptos que se imparten. ¿Por qué no ocurre así?

Por un lado, la amplitud del temario también puede ser un inconveniente si lo unes a que los profesores están más presionados al tener un mes menos para impartir las clases y a que es muy importante prepararles para la EBAU y, por tanto, enfocar mucho las clases de cara a la misma.

El otro motivo, sin embargo, es bastante diferente y se puede hacer extensivo a cualquier curso de Secundaria. Éste tiene que ver, más bien, con la actitud del profesor dado que las prácticas o actividades fuera de lo común a las que hace referencia cualquier libro son enfocadas a la EBAU únicamente y a la teoría vista previamente en clase y no a que los alumnos aprendan realmente a través de la Ciencia. Por ello, no resultan muy útiles ni llamativas ya que el alumno sabe lo que va a suceder desde un principio en la mayoría de ocasiones.

Esto cambiaría si el profesor, dedicándole tiempo fuera del aula, elaborase sus propias prácticas o buscase otras actividades con unos objetivos mayores para una mejora de la calidad de la enseñanza-aprendizaje, lo cual lleva un tiempo a mayores que no todos están dispuestos a dedicar.

En el caso de esta propuesta, se han intentado buscar, dentro de lo posible y de cara a cumplir el temario igualmente, experimentaciones y actividades que llamen un poco la atención o algún experimento tradicional, pero con un planteamiento inicial diferente. Al fin y al cabo, ver a los alumnos motivados a aprender lo que les muestras lo compensa.

## **5. Diseño de la propuesta metodológica**

### **5.1. Introducción**

Los ácidos y las bases están presentes en nuestra vida cotidiana, es decir, que estamos rodeados de ellos por todas partes. Por ejemplo, vinagre y amoníaco, respectivamente.

Si los definimos, un ácido es una especie química capaz de ceder protones y una base, por el contrario, es una especie química capaz de captarlos.

Por tanto, con esta propuesta, se pretende que aprendan las características de cada tipo de especie a la vez que se quiere que entiendan cómo se ha llegado a estas definiciones a partir de que sepan discernir una teoría válida de otra que no lo es. Además, se va a estudiar de forma cualitativa y cuantitativa el comportamiento de

ambas especies mediante las distintas reacciones a las que dan lugar en disolución acuosa en función de la fuerza de ambas frente a la misma, el agua, y, el pH que se obtiene, puesto que, aunque es un concepto que han definido en cursos previos, no es hasta este momento cuando se ve su utilidad y su explicación cuantitativa. Por último, y si el tiempo lo permite, se verán unas breves pinceladas de disoluciones reguladoras con el fin de que entiendan cualitativamente algunos procesos biológicos y se llevará a cabo algún pequeño trabajo investigativo. Un ejemplo claro de ácido es el vinagre y un ejemplo típico de base es en amoníaco.

El método que se propone para ello tiene el objetivo principal de que, trabajando las diferentes competencias establecidas por la LOMCE, los alumnos comprendan los conceptos de forma cualitativa con una cierta autonomía y de forma atractiva mediante el uso de las técnicas innovadoras previamente citadas para que luego comprueben que cuantitativamente se cumple lo que han visto a través del seguimiento de unas clases magistrales impartidas por el docente encargado de la materia.

## 5.2. Conceptos teóricos básicos para comprender el enfoque metodológico

En esta propuesta didáctica, se va a intentar clarificar el siguiente contenido (Pardo.R, 2013/2014; Química 2º Bachillerato (Santillana), 2017):

En primer lugar, para poder estudiar dos especies químicas diferentes, es importante compararlas y sacar sus características. Aunque muchas de ellas se van a obtener por búsqueda informativa, algunas de ellas se demostrarán en los períodos de clase y, no necesariamente en su primera sesión:

Tabla 3 : Características más relevantes de los ácidos y las bases.

Características de los ácidos	Características de las bases
Sabor ácido	Sabor amargo
Se desprende H <sub>2</sub> cuando reaccionan con algunos metales	Generan sólidos insolubles con los metales
Conducen la corriente eléctrica en disolución	Conducen la corriente eléctrica en disolución
Neutralizan las bases	Neutralizan los ácidos
Tornan el color del papel indicador ácido-base hacia el rojo	Tornan el color del papel indicador ácido base hacia el azul

Una vez que se tienen las características principales, hay que saber definir que es un ácido y que es una base. Para ello, en primer lugar, se tuvo en cuenta la teoría de Arrhenius, la cual los definía así:

- Ácido: Sustancia eléctricamente neutra que, en disolución acuosa, se disocia en iones  $H^+$  o protones e iones negativos.
- Base: Sustancia eléctricamente neutra que, en disolución acuosa, se disocia en iones  $OH^-$  o hidroxilo e iones positivos.

Además, la reacción que esta teoría propone, se produce entre los protones del ácido y los iones hidroxilo de la base para dar agua, siendo espectadores de la reacción el resto de iones de los compuestos, que forman sales en la disolución.

Como se puede observar, es una teoría que deja muchas vías abiertas. En primer lugar, el disolvente no juega ningún papel y, no se sabe, por ello, si lo que dicta la teoría solo sirve para disoluciones acuosas o no. Por otro lado, hay sustancias básicas y muy conocidas como el amoníaco que no estarían definidas en esta teoría al carecer de iones hidroxilo y, además, no explica las propiedades ácidas o básicas de las sales.

Por ello, se necesitaba una teoría que los definiese de una manera más amplia. Esa fue la propuesta por Brønsted-Lowry y, en ella, ya se consideraron los ácidos y bases interrelacionados entre sí y sus definiciones pasan a ser las siguientes:

- Ácido: Especie química capaz de ceder protones.
- Base: Especie química capaz de captar protones.

Por ello, surge el concepto de pareja ácido/base conjugada para cada especie, y la reacción a la que se da lugar entre un ácido y una base es a la transferencia de un protón del ácido de un sistema a la base de otro, eliminando el concepto de la formación de una sal.

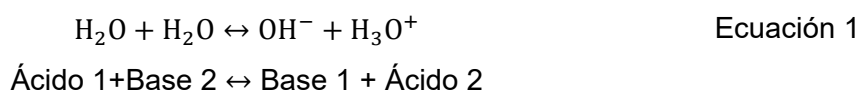
Además, demuestra que existen las sustancias anfóteras, es decir, que se pueden comportar como ácidos y como bases; y el agua va a ser una de ellas.

Aún con todo lo completa que es esta teoría, es importante matizar que falla en disolventes apróticos como el benceno y no explica el carácter ácido de las sustancias que no tienen protones en su fórmula. Eso sí, como en el desarrollo del tema no aparecen casos con estas excepciones puesto que se estudian especies protónicas utilizando como disolvente el agua, será esta la teoría que rijan todas las explicaciones.

No por ello voy a dejar de citar la teoría que corrige estos matices y esa es la teoría de Lewis, la cual se basa en las propiedades que presentan las moléculas para formar enlaces covalentes mediante la compartición de pares de electrones.

\*\* Desde el punto de vista de mi propuesta, el estudio de esta última teoría encaja más en el último bloque de temario de la asignatura de Química, establecido en el BOCyL nº 86 del 8 de mayo de 2015 (págs. 287-288) por la Orden EDU 363/2015, el cual corresponde a la orgánica. De todas formas, se estudiará en este tema a modo comparativo.

Siguiendo con el carácter anfótero del agua descrito por la Teoría de Brønsted – Lowry, este se demuestra de manera cuantitativa a través del estudio de su equilibrio iónico, que es el siguiente:



Su constante se muestra a continuación:

$$K_c = \frac{[\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+]}{[\text{H}_2\text{O}]^2} \quad \text{Ecuación 2}$$

Este equilibrio se encuentra muy desplazado hacia la izquierda y, por tanto, justifica el que el agua sea mala conductora de la corriente debido a la baja presencia de iones en disolución. Por otra parte, sabiendo que la concentración del agua se mantiene prácticamente constante, su valor se puede incluir en la constante de equilibrio, definiendo así el producto iónico del agua ( $K_w$ ), cuyo valor calculado a 25°C es de  $1 \cdot 10^{-14}$ .

$$K_w = K_c \times [\text{H}_2\text{O}]^2 = [\text{OH}^-][\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{Ecuación 3}$$

Además, como de la estequiometría resultante de la disociación del agua se puede deducir que la concentración de protones e hidroxilos va a ser la misma, es posible su cálculo.

Por tanto, cuando haya una mayor concentración de protones que de hidroxilos, la disolución será ácida y, cuando se dé la situación contraria, será básica.



Es aquí cuando aparece el concepto de pH, que se define como el grado de acidez o basicidad de una sustancia o especie química, es decir, se define a partir de la concentración de protones que contenga una disolución dada. Teniendo en cuenta que  $p = -\log$ , su expresión de cálculo es la siguiente:

$$\text{pH} = -\log [\text{H}_3\text{O}^+] \quad \text{Ecuación 4}$$

Utilizando las mismas operaciones matemáticas, pero partiendo del producto iónico del agua, se llega a que:

$$14 = \text{pOH} + \text{pH} \quad \text{Ecuación 5}$$

Por tanto, el pH del agua sería 7, quedando establecida la nueva definición de neutralidad.

Su medición se puede llevar a cabo de forma cualitativa o cuantitativa. Para el primero de los casos, se utiliza papel de pH o indicadores ácido-base y para el segundo, se utilizan los pHmetros.

Pero, ¿qué es lo que hace que haya diferencias en el pH de varios ácidos o de varias bases?

Pues al igual que en el caso del agua, el desplazamiento del equilibrio ácido-base es lo que marca la diferencia y se define en función de un ácido y su base conjugada. Cuanto más desplazado esté hacia la formación de iones, más fácilmente cede su protón el ácido y mayor es su fuerza, la cual es relativa puesto que depende de con quién reaccione. Eso sí, para este nivel esto último no influye porque siempre vamos a definirla en función del agua, que va a ser el aceptor/donador de protones. Así, se dan cuatro casos:

- Ácido fuerte: Se disocia completamente en sus iones y su base conjugada no tiene ninguna tendencia a protonarse. Un ejemplo es el HCl.
- Ácido débil: Se disocia parcialmente y cuanto más débil es, mayor es la fuerza de su base conjugada. Un ejemplo es el  $\text{CH}_3\text{COOH}$ .
- Base fuerte: Se disocia completamente en sus iones y su ácido conjugado no tiene ninguna tendencia a protonarse. Un ejemplo es el NaOH.

- Base débil: Se disocia parcialmente y cuanto más débil es, mayor es la fuerza de su ácido conjugado.

En cuanto al cálculo del pH, para los ácidos y bases fuertes se calcula de forma directa, aunque para el segundo caso haya que acudir primero al pOH; y para los ácidos y bases débiles es necesario plantear la constante del equilibrio para calcular la concentración de protones y, de ahí, obtener el valor de pH.

Por otra parte, es importante demostrar que las constantes de las dos reacciones de un equilibrio entre un ácido y su base conjugada, es decir, la constante ácida,  $K_a$ , y la constante básica,  $K_b$ , se relacionan mediante el producto iónico del agua,  $K_w$ .

La segunda parte del tema versa sobre las reacciones que se dan entre los ácidos y las bases, las cuales se conocen como reacciones de neutralización (o simplemente, reacciones ácido-base).

Los casos que se pueden dar son:

- Neutralización ácido fuerte-base fuerte: Se produce entre un ácido y una base fuerte que están completamente disociados.



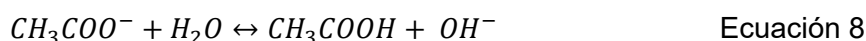
Los electrolitos que quedan en disolución, que son  $\text{Na}^+$  y  $\text{Cl}^-$  no darán una reacción ácido - base con el agua puesto que son ácido conjugado y base conjugada de base fuerte y ácido fuerte, respectivamente y estos no tienden a protonarse.

Por tanto, en cantidades estequiométricas, la disolución tiene pH neutro.

- Neutralización ácido débil-base fuerte: Tiene lugar entre un ácido parcialmente disociado y una base completamente disociada.



Los electrolitos que quedan en disolución son  $\text{Na}^+$  y  $\text{CH}_3\text{COO}^-$ , de los cuales el primero de ellos no da una reacción ácido base con el agua por la misma razón que en el caso anterior y el segundo, por el contrario, sí lo hará al ser una base conjugada de un ácido débil.



De esta manera, el pH de la disolución en cantidades estequiométricas, tendrá  $\text{pH} > 7$ , es decir, pH básico.

- Neutralización ácido fuerte-base débil: Se produce entre un ácido completamente disociado y una base parcialmente disociada.

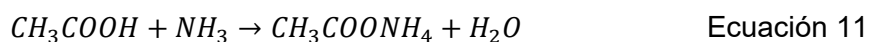


En este caso, quedan en disolución el catión amonio ( $\text{NH}_4^+$ ) y el anión cloruro ( $\text{Cl}^-$ ), de los cuales solo da una reacción ácido – base con el agua el primero de ellos dado que es el ácido conjugado de una base débil.

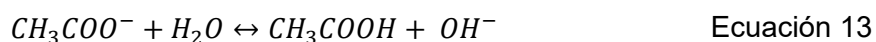
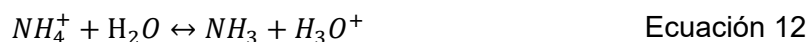


Por tanto, además de los protones procedentes del agua, estarán los que provienen del catión amonio, proporcionando así un pH ácido a la disolución siempre que se pongan cantidades estequiométricas de los reactivos.

- Neutralización ácido débil-base débil: Se produce entre un ácido y una base parcialmente disociados.



En este caso, los dos iones que quedan en disolución son débiles y darán sendas reacciones ácido-base con el agua.



Así, en este caso, al haber mayor cantidad de iones hidroxilo y protones en la disolución, es necesario relacionar las constantes de acidez y de basicidad referentes a los equilibrios para poder obtener el valor de pH.

Para llevar a cabo todas estas reacciones de manera analítica, se lleva a cabo el siguiente método experimental:

La volumetría es un método de análisis cuantitativo que sirve para determinar la concentración de una determinada sustancia. En este caso, se llevan a cabo con reacciones de neutralización en las que se conoce la concentración de uno de los componentes (en la bureta) y se quiere adivinar la otra (En un Erlenmeyer con el indicador adecuado).

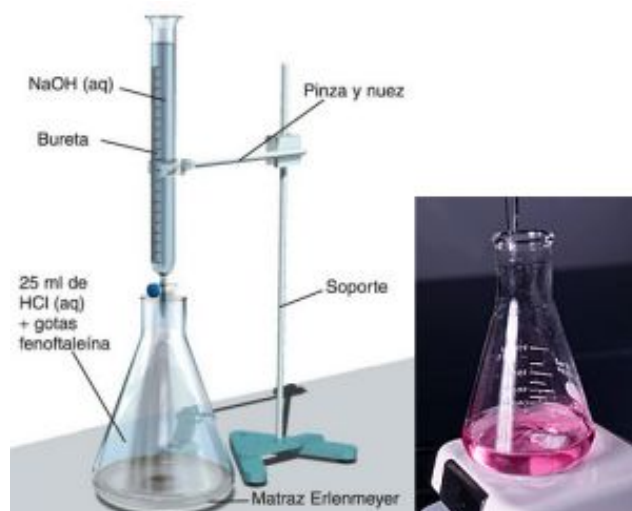


Ilustración 5 : Equipo necesario para llevar a cabo la volumetría.

Se dice que se alcanza el punto de equivalencia, o dicho de forma experimental, punto final de la valoración, cuando el ácido ha reaccionado con la base en cantidades estequiométricas. Para indicarlo, se utiliza un indicador ácido – base cuyo intervalo de viraje de pH incluya el punto final determinado teóricamente.

Este proceso se representa gráficamente mediante una curva de valoración en la que se representa el pH obtenido frente a la cantidad de reactivo valorante añadido. De todas formas, este último punto, solo se va a mencionar de forma teórica y no se va a llevar a cabo su realización a partir de datos experimentales puesto que requiere de una precisión que no se le puede inculcar a un alumno de Bachillerato de un día para otro. Además, se necesitaría de un pHmetro y en los institutos solo suele haber papel de pH.

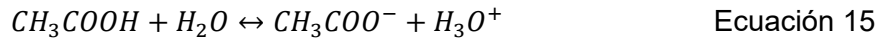
Para finalizar el tema, aunque tendrá poco peso dada su dificultad, se estudiarán las disoluciones reguladoras, las cuales se caracterizan porque solo se producen

pequeñas variaciones de pH en ellas a pesar de que se añada un ácido o una base. Hay dos tipos:

- Tampón ácido débil + base conjugada: Un ejemplo puede ser:



En disolución está regido por el equilibrio:



De esta manera, cuando se añade un ácido o una base, el equilibrio se desplaza en un sentido o en el otro para neutralizarlo.

- Tampón base débil + ácido conjugado: Un ejemplo puede ser:



En disolución, está regido por el equilibrio:



De nuevo, se mantiene el pH a pesar de que se añada un ácido o una base gracias a la neutralización por parte del tampón.

Esta regulación de pH que se da en las disoluciones tampón es muy importante en sistemas biológicos, en los que las reacciones se tienen que producir de una manera concreta y no pueden exponerse a cambios bruscos de pH. A nivel celular, hay dos disoluciones reguladoras muy importantes:

- Tampón  $H_2CO_3/HCO_3^-$ : Actúa como regulador de pH en el plasma sanguíneo, evitando así trastornos de salud.

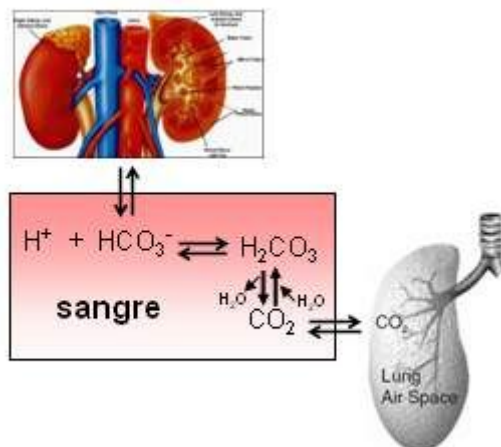


Ilustración 6 : Proceso de regulación del pH en el plasma sanguíneo.

- Tampón  $H_2PO_4^-/HPO_4^-$ : Actúa regulando el pH del interior de las células.

### 5.3. Metodologías para cada concepto

Antes de nada, para comenzar el tema de una manera que les resulte cercana a su vida diaria, se pedirá a los alumnos que, a poder ser, prueben y toquen dos alimentos o comestibles cuyo componente principal sea un ácido o una base. Por ejemplo, podrían ser el limón y el bicarbonato, respectivamente.

Así, sacarán alguna de las características de los mismos y otras, se irán comentando a lo largo del tema o las buscarán ellos por medios fiables de cara a que sepan discriminar que información es cierta y cuál no, haciéndoles ver que no es tan fácil recopilarla.

Todo lo experimental lleva una teoría detrás; y, en este caso, de primeras dos: la teoría de Arrhenius y la teoría de Brønsted- Lowry, aunque también se darán unas breves pinceladas de la teoría de Lewis. Por tanto, para poder comprender la parte práctica y experimental del tema, es necesaria la explicación de dichas teorías para observar cuál de ellas es válida y en qué casos. Para ello, dado que a mi parecer es la parte más sencilla del tema al ser bastante teórica, se va a emplear la metodología de "flipped classroom", de manera que los alumnos las analicen en casa a partir del material proporcionado por el profesor lo que dice cada una de las teorías y vengan a clase con las analogías y diferencias entre ambas, para luego sacar las conclusiones pertinentes acerca de cuál es la teoría vigente en la que se basan las reacciones

ácido- base que se van a ver en el tema, realizando la actividad que se propone para ello, trabajando en parejas.

Una vez comprendida la base sobre la que se sustenta el tema y, de cara a explicar los siguientes puntos, que son el concepto de pH a partir del equilibrio iónico del agua y ligado a la fuerza relativa de ácidos y bases, se recurrirá a un experimento bastante conocido como es el de la col de la lombarda, que se usa como indicador ácido-base con el fin de que comprueben que no necesariamente ven el mismo color para cada tipo de especie química, generando en ellos la duda y captando su atención, de cara a que quieran que se les resuelva el porqué de todo ello.

Este experimento se puede mandar que lo realicen en casa ayudándose de un guion dado que no tiene ninguna peligrosidad y solo consiste en apuntar las evidencias de lo que vean para luego darles sentido en clase, optimizando así el tiempo.

No obstante, este planteamiento depende de cómo sea el grupo de alumnos y, dado que este tema se da con el curso bastante avanzado, no sería difícil decidir si este procedimiento autónomo daría resultado o no. En caso negativo, hay que contar bien con un tiempo para acudir al laboratorio y realizarlo in situ o bien con un pequeño período de tiempo en el aula para que visionen un vídeo acerca del mismo, lo cual quitaría menos tiempo entre estas dos opciones, pero, por otra parte, no creo que les resultase atractivo y se lo tomarían como un rato para desconectar como si estuviesen en el cine. Por tanto, o en casa o en laboratorio, de cara a no tirar por tierra lo que buscamos generar en ellos en las sesiones sucesivas con la propuesta.

Se realice de la forma que se realice, el objetivo es generar en ellos la incertidumbre y despertarles el interés, de cara a explicar cuantitativamente el concepto de pH, que se ve en años inferiores, y, en consecuencia, la fuerza relativa de ácidos y bases. Para ello, se va a recurrir a una o varias clases magistrales dado que resulta imposible que los alumnos se familiaricen con los cálculos sin una explicación previa.

Lo positivo es que estas explicaciones les resultarán menos tediosas al haber visto ya el tema de equilibrio químico y, por tanto, la base para la explicación, que es el equilibrio iónico del agua, les resultará más fácil de comprender.

Para asentar estos conceptos, se va a acudir a una hoja de problemas, dada también con el resto de material didáctico antes del comienzo del tema, dejándoles días para intentar resolverlos y enfrentarse a ellos, puesto es la única manera de aprender la

parte numérica, corrigiendo los errores en clases posteriores, bien saliendo ellos a la pizarra o a modo de clase magistral si el tiempo es escaso.

Hasta aquí llegaría la primera parte del tema.

Para la segunda, referente a las reacciones ácido base o de neutralización y su aplicación en el laboratorio a partir de la técnica de la volumetría, se va a plantear una propuesta mediante la metodología de Aprendizaje Basado en Problemas (ABP), con el fin de desarrollar las dotes investigativas de los alumnos y de que sigan sacando a relucir su espíritu crítico y se sientan protagonistas de su propio aprendizaje.

Además, esta propuesta puede servir para que sepan identificar lo que están estudiando en casos cotidianos, lo cual no les suele resultar tan fácil; y, a la vez, relacionar la asignatura de Biología con la de Química.

Para ello se utilizarán varias sesiones: se comenzará por la parte investigativa y de contextualización en el aula de informática, se seguirá por una sesión práctica de laboratorio en la que vean la realidad del concepto a estudiar y cómo se desarrolla experimentalmente y se finalizará con sesiones en el aula para terminar las explicaciones y realizar problemas prácticos.

Si el tiempo lo permite, además de todas estas actividades propuestas, se pueden realizar otras complementarias que son interesantes y luego comentaré.

Pero antes de esto, es necesario contar con varias sesiones para realizar problemas generales y tipo EBAU y resolver las dudas pertinentes a los mismos.

Además, previo al examen, se llevará a cabo en clase un “Kahoot” en el que tengan que emplear contenidos teóricos y prácticos del tema. El objetivo de esto es obligarles a que estudien con antelación el examen y, de cara a la docencia, saber en qué insistir más en la clase previa al examen para que vayan lo mejor preparados posibles.

Por último, como ya he dicho, se llevará a cabo un examen en el que se verá si son capaces de llevar a la práctica todos los conceptos que “a priori” han entendido.

Como evaluación final, a pesar de que también se le da peso al resto de actividades, no veo otro método posible y que aporte mayor objetividad que este.



## 6. Desarrollo de la propuesta

### 6.1. Recursos didácticos

Como ya adelanté en el apartado anterior, previo a que el tema comience a impartirse, los alumnos recibirán todo el material didáctico que van necesitar. El material aportado consistirá en lo siguiente (algunos ejemplos en Anexos (12)):

- Vídeo con una explicación clarificada de la introducción del tema, correspondiente a las teorías ácido-base.
- Tres hojas de ejercicios: una de ellas sobre la primera parte del tema, otra sobre la segunda y una última de ejercicios finales y más tipo examen.

Eso sí, los guiones de laboratorio se les darán in situ y serán los siguientes:

- Guion de laboratorio para la práctica de la col de lombarda.
- Guion de la práctica de la volumetría ácido-base con fotos de los materiales.

### 6.2. Temporalización

Para que la propuesta quede lo más real posible, me voy a basar en el número de sesiones que se han necesitado para la explicación de este tema en el instituto al que yo acudí a hacer las prácticas de este Máster, el I.E.S. Legio VII, en León; dado que, más o menos, estas se mantienen a lo largo de los años, según me informó mi tutora, y, por supuesto, qué mejor que basarme en toda la experiencia que ella tiene.

Esto no quiere decir que se vayan a utilizar exactamente trece sesiones dado que es cuando se lleva la propuesta a la práctica cuando realmente se sabe si se va a necesitar alguna más o, por el contrario, menos.

Por último, antes de comenzar con el desarrollo de las mismas, decir que cuando comencé mi período de prácticas, mi tutora ya estaba impartiendo la segunda parte del tema. Aun así, con ese pequeño período de observación, viendo los resultados del examen y comparándolos con resultados de otros que mi tutora me enseñó, me quedó claro de que este es un tema de los que más les cuesta a los alumnos.

### 6.3. Desarrollo de las sesiones

- 1ª sesión:

Para comenzar el tema, lo más importante es saber definir qué es un ácido y qué es una base. Para ello, hay que acudir a las teorías ácido – base, las cuales se imparten mediante el método de “flipped classroom”, como se indicó en el apartado 5.3.

Por tanto, previo a esta clase, los alumnos deberán haber visto y comprendido el vídeo en el que se detallan las teorías de Arrhenius y Bronsted- Lowry y se dan unas breves pinceladas de la teoría de Lewis. Además de explicarse en orden creciente de validez para que les sea más fácil entenderlo y no tengan que memorizarlo como “teoría”, en el vídeo se dejará claro de lo que parte cada una y las limitaciones de las mismas. Por último, se pondrán ejemplos de especies que describa cada una.

Para comprobar que la tarea se ha llevado a cabo y qué ha sido más difícil para ellos, el día antes tendrán que completar un cuestionario de Moodle acerca de la temática (Apartado 12.1).

Así, se parte con una mayor ventaja de cara a saber si la actividad propuesta para la clase puede resultar útil o, por el contrario, es necesario dar una explicación previa de repaso.

La actividad consistirá en lo siguiente:

Los alumnos formarán parejas o grupos de tres, en función de si el grupo es muy numeroso o no; y cogerán un papel de una bolsita nada más comenzar la clase.

¿Qué contendrá esa bolsita? Pues una serie de ácidos, bases y sustancias anfóteras que pueden haber aparecido en el vídeo o no (se intentará que no) y que puedan ser descritos por una, dos o las tres teorías.

Lista de ácidos:  $\text{HNO}_3$ ,  $\text{AlCl}_3$ ,  $\text{BF}_3$ ,  $\text{CH}_3\text{COOH}$ , etc.

Lista de bases:  $\text{NH}_3$ ,  $\text{NaOH}$ ,  $\text{CO}_3^{2-}$ ,  $\text{Cl}^-$ , etc.

El objetivo es que ellos, en la primera parte de la sesión, razonen de manera colaborativa, con los apuntes que tomaran en su casa acerca de la explicación, qué teorías incluyen a dichos compuestos y cuáles no, de manera que redacten un pequeño documento conjunto que es obligatorio entregar al final de la clase.

Además, tendrán que escribir las definiciones de ácidos y bases correspondientes a cada teoría.

En la segunda, varios de los grupos saldrán voluntarios, como si de una corrección de ejercicios se tratase, a exponer sus argumentos frente a la clase para que el profesor pueda corregir para todos los datos erróneos de sus razonamientos y que los grupos que tengan una especie con las mismas características puedan comprobar si lo han

hecho mal. No obstante, con la ficha que ellos entregan, si se detecta algo que no se ha mencionado, se comentaría al principio de la clase siguiente.

Si no, el único apunte que se daría, aunque este aparecerá en el vídeo, es que, a pesar de que la teoría de Lewis es la más amplia, la temática ácido base se explica con la teoría de Brønsted-Lowry.

Las competencias trabajadas para esta sesión son: CL, CMCT, CSC, CPAA y CD. Se desarrollan de la siguiente manera:

En primer lugar, con su trabajo previo en casa visionando el vídeo y comprendiendo su contenido, inciden en la competencia digital (CD) al usarse las TICs como recurso didáctico y a la vez, en el proceso de comprensión, desarrollan la competencia lingüística (CL) dado que tienen que elaborar sus propios apuntes acerca del mismo. Se podría decir que, en este momento, también trabajan la competencia matemática y de ciencia y tecnología (CMCT) dado que, a pesar de ser contenido teórico, tiene aplicación y es necesario que razonen para entenderlo. Además, también se podría decir que están trabajando la competencia en conciencia y expresiones culturales (CEC) pues al fin y al cabo es historia de la ciencia.

Por otra parte, en la actividad propuesta para la clase, trabajan de nuevo la competencia lingüística (CL) y la matemática y de ciencia y tecnología (CMCT) para entregar un escrito razonado adecuadamente y, además, también desarrollan la competencia de aprender a aprender (CPAA) y las competencias sociales y cívicas (CSC), dado que trabajan en grupos y las decisiones acerca de la respuesta que van a dar, la toman ellos mismos a partir de sus apuntes, siendo protagonistas de su propio aprendizaje.

- 2ª sesión

Una vez comprendidas las teorías que describen los ácidos y las bases y, sabiendo de forma certera su definición, toca adentrarse en el tema.

Para seguir en la misma línea y que los alumnos sigan mostrando interés, esta segunda sesión se desarrollará en el laboratorio para, así, generar en ellos la duda.

Concretamente, como ya adelanté en el apartado 5.3, los alumnos, y sí, ellos mismos, van a realizar la famosa práctica en la que, mediante el uso de la col de lombarda como indicador cualitativo de pH, se ordenan varias sustancias en función de su acidez y su basicidad (González Aguado, E., 2013).

Este experimento está pensado para poder llevarse a cabo en casa dado que no tiene ninguna peligrosidad y, de esta manera, se gana una clase para otras actividades

provechosas, algo que se agradece con el tiempo tan escaso que hay en un curso de 2º de Bachillerato.

Sin embargo, hay que ver la cara B de las cosas y es que pienso que, si se realiza en clase, se pueden ir escuchando las curiosidades que ellos comentan acerca de los resultados obtenidos o instruirles en la manera correcta de proceder en el laboratorio, que es muy útil también. Además, dado que yo lo he realizado previamente en mi casa, como se debe hacer con cualquier experimento que se les quiera enseñar, no sé si los padres de los alumnos sabrán entender eso de que la cocina de casa se convierta en un laboratorio improvisado con el despliegue que ello conlleva.

Sea como fuere, voy a indicar cómo se procederá basándome en mi experiencia:

En primer lugar, se les entregará a los alumnos un pequeño guion de la práctica donde aparecería el fundamento teórico, los materiales necesarios y los pasos a seguir para el mismo (Apartado 12.2). Seguidamente, se les dividirá en grupos de 3 o 4 personas y se les dejará que comiencen la práctica por sí mismos.

El proceso a seguir será el siguiente:

1º Preparación del indicador ácido-base: Se machacan en un recipiente o mortero unas hojas de col lombarda con unos 100 mL de alcohol etílico. Luego, se filtra el extracto con embudo y papel de filtro o en caso de hacerse de forma casera, con un colador valdría.



Ilustración 7 :Proceso de preparación del indicador ácido-base

2º Uso del indicador con diferentes sustancias de uso cotidiano: Se pone una pequeña cantidad de agua destilada en los vasos de precipitados o convencionales que se vayan a usar y, seguidamente, se les agrega una pequeña parte del extracto de la sustancia que se quiera estudiar menos a uno, que solo contendrá agua destilada y será el patrón.

En este caso, las sustancias a analizar serán amoníaco, bicarbonato sódico, agua, vinagre y agua fuerte (sulfomán).



Ilustración 8 : Productos del ámbito cotidiano que se analizan en la práctica

Para terminar el experimento y descubrir el rango de pH de cada sustancia, se añade a todos los vasos un poco de indicador con un cuentagotas, que se puede adquirir en una farmacia en caso de realizarse fuera del laboratorio.



Ilustración 9 : Cuentagotas utilizado en la práctica

Los resultados obtenidos se muestran a continuación:



Ilustración 10 : Coloraciones obtenidas con cada producto de la Ilustración 8

Y ¿cuál es el objetivo de que los alumnos hagan este experimento?

Pues no es otro que generar en ellos curiosidad por el tema y que les surjan dudas que les hagan tener interés por entender la parte cuantitativa del experimento.

Las cuestiones que se podrían plantear podrían ser del tipo a las siguientes:

- ¿Por qué se usa agua destilada como patrón y no agua de grifo o agua mineral si estas también son agua?
- ¿Cuál es el motivo de que los ácidos y las bases pueden adquirir distintas tonalidades y, por tanto, distintos pH?

Para finalizar, cada grupo deberá entregar un pequeño informe, para el cual se les deja un tiempo prudencial en el que aparezca el procedimiento específico que han seguido y las evidencias que han observado, dándoles su posible razonamiento utilizando la lógica, de manera que intenten encontrar las razones, aunque aún no las sepan correctamente, puesto que se basan en lo que se explicará en la siguiente sesión.

Además de estos ensayos, el experimento puede tener una segunda parte en el que se muestran reacciones ácido-base y las coloraciones que se adquieren, pero esto es mejor llevarlo a cabo antes de que se vaya a impartir dicho apartado.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL, CMCT, CSC y CPAA. Se desarrollan de la siguiente manera:

Al llevar a cabo una práctica de laboratorio en la que tienen que intentar buscar un posible razonamiento a lo que están haciendo y lo que ven, la competencia matemática y de ciencia y tecnología (CMCT), sobre todo su segunda parte, tiene un papel protagonista en la actividad. Además, de nuevo se trabaja en grupo y, por ello, trabajan las competencias sociales y cívicas (CSC).

Por último, como tienen que entregar un pequeño informe con el procedimiento que han llevado a cabo y las evidencias que han observado, discutiéndolas, a la vez que la competencia matemática y de ciencia y tecnología (CMCT), también desarrollan la competencia lingüística (CL) dado que expresarse bien en cualquier tipo de informe es fundamental. Además, con el razonamiento de las evidencias trabajan la competencia de aprender a aprender (CPAA) dado que no parten de conocimientos previos para ello.

- 3ª sesión

Esta tercera clase se llevará a cabo en el aula y servirá para explicar los aspectos cuantitativos de lo visto en el laboratorio de forma cualitativa.

Por tanto, en ella, se partirá del equilibrio iónico del agua para explicar la definición cuantitativa de pH y el porqué de las variaciones del mismo en los ácidos y bases y los

diferentes casos a los que se llega, dejando claro que los estudios que se realizan van a ser siempre en disoluciones ligeramente diluidas.

Es cierto que para llevar a cabo estas explicaciones se podría recurrir a la “flipped classroom” como se propone para las teorías ácido-base, pero, dado que dichos conceptos ya no son sólo teoría si no que incluyen práctica, creo que enfrentarse a ello solos, por muchas veces que puedan repetir el visionado del contenido, puede provocarles agobio.

De esta manera, al ver cómo reaccionan a lo que les cuentas, se puede modificar el ritmo, introducir unos ejemplos u otros o incluso repartir la explicación en dos sesiones intercalándolo con ejercicios.

Además, que creo que los alumnos tendrán interés por el tema después de la sesión de laboratorio en la que experimentaron justo lo que se ve en esta clase.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL y CMCT. Se desarrollan de la siguiente manera:

Al tratarse de una clase bastante tradicional, se desarrollan esas dos competencias básicas, tratando de que el alumno llegue a una buena comprensión de los contenidos que se imparten y que, a la vez, elabore unos apuntes bien escritos y organizados.

- 4ª sesión

Si la tercera sesión se dedicó a la explicación teórica, esta se dedicaría a llevar a cabo casos prácticos o resolver dudas de los problemas de la hoja correspondiente a esta parte del temario que ellos hayan resuelto.

En el caso de repartir la explicación en dos sesiones, ambas seguirían el mismo esquema puesto que en ambas se desarrollarían casos prácticos.

En cuanto a la corrección de los ejercicios, en función del tiempo del que se disponga, se hará a modo de clase magistral o saliendo ellos a la pizarra para hacer la clase más participativa.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL, CMCT Y CPAA. Se desarrollan de la siguiente manera:

Esta sesión es parecida a la anterior pero más práctica. Por tanto, aparte de las competencias dichas, se trabaja la de aprender a aprender (CPAA) dado que la corrección de ejercicios, si hay tiempo, se realiza a partir de lo que ellos han trabajado en casa, viendo las estrategias y razonamientos que han seguido en vez de hacerse a modo de clase magistral.

- 5ª sesión

En esta sesión, se dará comienzo al ABP planteado para las 3 siguientes horas.

Este pequeño proyecto se utilizará para el comienzo del estudio de las reacciones de neutralización y una de sus aplicaciones más conocidas en el laboratorio: las volumetrías. Además, se aprovechará para relacionarlo con el pH a nivel biológico.

Ésta primera se llevará a cabo en la sala de ordenadores de cara a que tengan fuentes de información disponibles para la búsqueda y contextualización del tema, el cual tiene por título “El falso mito del Afterbite”.

Un diseño del debate guiado que se llevaría a cabo sería tal que así:

Para empezar, aunque se ha buscado un título llamativo y a la vez cercano dado que el Afterbite es un producto conocido y muy usado, se les pedirá que busquen en la página web información acerca del mismo dado que, a pesar de que casi todos los allí presentes puedan saber que se utiliza para aliviar las picaduras de mosquitos, lo más probable es que no se hayan fijado en todos los detalles.

Al abrir su página web, instándoles a que siempre busquen en sitios oficiales, sin fiarse de blogs u otras páginas; se encontrarán algo así:



Ilustración 11 : Eslogan del Afterbite



Ilustración 12 : Prospecto del Afterbite



Obviamente, por el mismo título del pequeño proyecto, van a saber que algo falla en la información que están leyendo.

Pero, ¿el qué?

Si son avispados, y nunca mejor dicho, dado el énfasis con el que aparece en la página, pensarán que no sirve para todas las picaduras. Pero ¿por qué?

Aquí, se les dejará tiempo para que ellos lo investiguen y lo puedan razonar, pero, dada la escasez de tiempo, para guiarles, se les podrían lanzar las siguientes preguntas:

1º ¿No creéis que para poder hablar de lo que falla en un producto primero hay que saber su composición? ¿Cuál es el principio activo del Afterbite? ¿Qué tipo de compuesto es?

La información que obtendrán es que el principio activo de este producto es el amoníaco, que, como saben, es una base débil y, por tanto, son conocedores del pH aproximado que tiene. O lo son o lo buscan.

2º Pero si lo echamos en nuestra piel, ¿cuál es el pH aproximado de nuestro cuerpo?

Esto, si razonan que nuestro cuerpo es, en su mayoría agua, llegarán a la conclusión de que el pH de nuestro cuerpo es prácticamente neutro. Si no, en Internet lo podrán encontrar, pero es importante que se vea que las cosas las pueden sacar pensando y, no por estar investigando lo que falla en un producto, necesariamente van a tener que acudir a la red por el mero hecho de que se les haya llevado a la sala de ordenadores a desarrollar la sesión. Es aquí donde se nota quien se mete en el tema o quien quiere resolver las cosas de la forma más rápida y fácil posible, pero, seguramente, sin entenderlo.

3º Y, ¿por qué creéis que nos alivia este producto si el pH de nuestro cuerpo es neutro?

Aquí es bastante probable que directamente respondan que no nos echamos Afterbite a nuestro cuerpo si no al veneno que el insecto nos ha inyectado para dar lugar a una reacción ácido base y devolver el pH neutro al mismo.

4º Entonces, ¿quiere decir que todos los insectos tienen el veneno ácido?

Aquí es donde tendrán que buscar el carácter del veneno de distintos insectos. Eso sí, si no empiezan por los más comunes, que suele ser lo lógico, se les instaría a que busquen y analicen la abeja y la avispa y quizá alguno más para despistarles.

En caso de no encontrarlo, de nuevo, batería de preguntas guiadas:

1º ¿Veis alguna diferencia entre sus picaduras?

A esto, es bastante común que pudiesen responder con que la abeja se muere tras llevar a cabo la picadura y la avispa no. Pero, siendo alumnos de 2º de Bachillerato, muchos llegarían a la conclusión de que un veneno es ácido y otro es básico.

Concretamente, encontrarían que el veneno de la avispa es básico y, por tanto, no se le puede añadir una base para aliviarlo si no que se necesitaría de un ácido.

2º ¿Y qué alternativas plantearíais? Es más, imagináros que nos vamos un día de excursión al campo sin Afterbite. ¿Qué ácido o qué base utilizaríais si a un compañero le pica una abeja y a otro una avispa?

Para debatirlo, se les dejará reunirse en grupos de 3 o 4 personas y así, dar por terminada la clase.

Además, aunque ya lo hayan trabajado, se les pedirá como TPC que hagan una lista con 4 bases fuertes, 4 ácidos fuertes, 4 bases débiles y 4 ácidos débiles para luego trabajar con ella.

Aunque no se diga explícitamente, también pueden seguir trabajando la hoja de ejercicios de pH y preguntar dudas en momentos de trabajo de la clase o en algún recreo o similar.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL, CMCT, CPAA, CD, CSC y SIEE. Se desarrollan de la siguiente manera:

Al tratarse de un pequeño proyecto en el que van a ir descubriendo datos de un producto cotidiano para llegar al conocimiento, además de tener que emplear su imaginación, entrará en juego el desarrollo del sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE) junto con la competencia de aprender a aprender (CPAA).

Para todo el proceso, necesitan utilizar buenos razonamientos y desarrollar su comprensión lectora, discriminando así, en la medida de lo posible, la información certera de la que no lo es, desarrollando las competencias lingüísticas (CL) y la matemática y de ciencia y tecnología (CMCT).

Además, el recurso que utilizan para la búsqueda de información es el ordenador, por lo que se trabaja la competencia digital (CD).

Finalmente, se desarrollan las competencias sociales y cívicas (CSC), pues en este tipo de actividades de indagación, es importante compartir opiniones.

- 6ª sesión:

Se desarrollará en el laboratorio y dará comienzo con las propuestas de las alternativas de la actividad del día anterior y, siendo probable que respondan el barro como ácido y la orina como base. De todas formas, se podría dar la posibilidad de que se las ingeniaran diciendo que en su mochila llevaban naranjas para comer y pasta de dientes para después u otro ejemplo del estilo. Al fin y al cabo, el objetivo es que se enfrenten a la situación y desarrollen su espíritu crítico y su creatividad.

Una vez resuelto el caso, todos van a saber que el siguiente aspecto teórico a estudiar en profundidad son las reacciones ácido base, que, acordándose del principio del tema, tienen que saber que se llaman reacciones de neutralización o de transferencia de protones.

Pero, ¿cómo se puede llevar a cabo este tipo de reacciones de forma experimental y cuantitativa viendo el material que hay en la mesa?

Es aquí cuando se les introducirá el concepto de volumetría y se les explicará la forma de proceder para ello y los cálculos que se llevan a cabo con ella, haciéndoles entrega de un guion con el fundamento de la misma (Apartado 12.3) y la forma de proceder para que en ningún momento se pierdan y, en vez de tomar apuntes, presten atención a cada paso dado. Además, tendrán que rellenar la parte del guion en la que aparecen fotos de los distintos materiales y poner sus nombres, pues es muy importante que se familiaricen con el instrumental de laboratorio.

Por otra parte, tendrán que elegir un ácido y una base de la lista que hicieron como TPC (revisada al entrar en clase) de cara a que el pH que se obtenga sea neutro.

Aquí pueden tener varios razonamientos y es que el camino fácil es escoger una base fuerte y un ácido fuerte, pero hay quien puede proponer otro caso jugando con las cantidades de reactivo en función de los pH. En definitiva, si no lo proponen ellos, se instará a que lo razonen para ir entrando en materia.

Ya en la segunda parte de la clase, se llevará a cabo la volumetría a modo de experiencia de cátedra y, por supuesto, habiéndola probado previamente.

El que no la realicen ellos lo he decidido en base a la experiencia que viví en mis prácticas puesto que son grupos numerosos y este tipo de material ya requiere de más cuidado.

Aunque solo se realice una vez, se les insistirá en la importancia de repetirla al menos tres veces para que el resultado tenga una buena calidad analítica y sea preciso, algo fundamental cuando se habla de procesos cuantitativos.

Además, dado que se va a realizar a partir de los reactivos comerciales, se aprovechará para repasar cómo se preparan disoluciones para que así también repasen el material, que aparece en la hoja, y el proceso.

Los reactivos que se van a utilizar serán el NaOH y el HCl como reactivo valorante, utilizando como indicador la fenolftaleína.

Como TPC de esta sesión y de cara a la siguiente, se les mandará que, a partir de la lista de ácidos y bases que elaboraron el día anterior con distinta fuerza, hagan todas las combinaciones posibles, escribiendo las reacciones que obtienen.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL, CMCT y CPAA. Se desarrollan de la siguiente manera:

A pesar de que la volumetría se haga a modo de experiencia de cátedra, la clase sigue requiriendo que el alumno esté muy activo aportando sus razonamientos a todas las cuestiones que se le proponen, de manera que vayan construyendo su conocimiento sin darse cuenta. Por ello, se desarrolla, junto con las insoslayables competencias básicas, la competencia de aprender a aprender.

- 7ª sesión:

Para esta séptima clase, se vuelve al aula con el fin de explicar cuantitativamente las reacciones de neutralización, partiendo de ejemplos que ellos traigan hechos.

El procedimiento a seguir será que vayan saliendo voluntarios a poner uno de sus ejemplos. Por tanto, en total, saldrán cuatro y todos entregarán su lista de cara a que, si se quedan errores sin resolver, al día siguiente sean corregidos al principio de la hora.

Para cada uno de los ejemplos, se razonará el pH al que dan lugar y así, comprenderán que, efectivamente, el pH que resulta de la reacción de neutralización puede ser distinto de 7. Además, se asignarán indicadores adecuados a cada caso a partir de una lista proporcionada en clase.

Para ver si lo han asentado, se les mandará una TPC de razonamiento cualitativo con diversas reacciones ácido-base.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL y CMCT. Se desarrollan de la siguiente manera:

Esta séptima sesión, a pesar de ser en el aula y tener una perspectiva bastante tradicional, sigue siendo muy activa para el alumno puesto que se trabaja con sus

ejemplos, pero solo es destacable el desarrollo de las competencias básicas, necesarias para realizar buenos razonamientos aportando argumentos a los mismos.

- 8ª sesión:

En la primera parte, se llevará a cabo la corrección de la TPC para dar por terminado el ABP.

En la segunda, se hará a modo de clase magistral un ejercicio tipo de ácido base, en el que ya entren en juego las concentraciones y, por tanto, el grado de disociación de las especies. Así aplicarán la cuantitatividad a los ejercicios y ya podrán trabajar con la segunda hoja dada.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL y CMCT.

Se trabajan, por lo tanto, las mismas competencias que en el caso anterior, pero con la diferencia de que en esta la batuta pasa a llevarla, en cierta parte, el profesor.

- 9ª y 10ª sesión:

Estas dos clases se utilizarán para la realización de problemas de todo el tema, siendo la mayoría de ellos problemas tipo EBAU, para así dedicarle un poco de tiempo específico a la preparación de esta prueba ya que será definitiva de su futuro y, para algunos casos, es clave. Además, es importante, en una asignatura de ciencias, realizar este tipo de problemas, puesto que también son muy importantes en la construcción de una buena base de razonamiento.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL y CMCT. Se desarrollan de la siguiente manera:

De nuevo, estas dos clases de problemas hacen que se trabaje y se incida en las competencias básicas de cara a llevar a cabo los problemas de forma correcta.

- 11ª sesión:

En esta hora, tendrá lugar el “Kahoot” correspondiente a todo el tema y constará de 15 preguntas (12.5), siendo desarrollado en la primera parte de la clase.

¿Por qué un “Kahoot” y no un cuestionario convencional en papel?

Porque el hecho de que se puntúe la rapidez en la respuesta, siendo correcta claro, y el hecho de saber que van a “jugar” unos contra otros en clase, usando el móvil... pienso que motiva a los alumnos a estudiar el tema con más ganas.

Es cierto que este tipo de juegos puede fomentar la competitividad, pero para que esto no se dé y solo sepan su puntuación, a cada persona se le asignará un usuario, de manera que se comprobará que estén todos antes de dar comienzo al mismo y, se dejará claro que este test cuenta dentro del apartado de trabajo de clase y no como examen.

En definitiva, el fin de este cuestionario es ver si los alumnos comprenden todos los conceptos explicados o, por el contrario, hay que insistir más en alguno.

Además, es una manera de que no dejen el estudio para el último día, puesto que en este curso, “con eso de que tienen que estudiar Historia de España y es mucho”, siempre dejan las Ciencias para el final.



Ilustración 13 : Cuestión del Kahoot

El tiempo que reste de la clase se dedicará a comentar las preguntas del “Kahoot” y el porqué de sus fallos.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL, CMCT, CAA, CD y CSC. Se desarrollan de la siguiente manera:

Realizando dicho “Kahoot”, como es obvio en cualquier prueba, se desarrollan, de nuevo las competencias básicas y, en este caso, la de aprender a aprender (CAA) puesto que se requiere que el alumno esté más activo que nunca dada la rapidez que se requiere, siendo importante que sepa desarrollar estrategias de razonamiento para no caer en respuestas absurdas.

Por último, al realizarlo a través de medios electrónicos, desarrollan la competencia digital (CD) y, se podría decir que, aunque el buen ambiente tiene que darse de forma natural en cada sesión, en esta tiene mayor valor dado que no desarrollando la competitividad también desarrollan las competencias sociales y cívicas (CSC).

- 12ª sesión:

Esta última clase antes del examen será única y exclusivamente para resolver dudas.

Por tanto, se podrán resolver dudas puntuales de problemas o de conceptos o, si ya lo tienen claro, se harán en la pizarra más problemas de tipo EBAU.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL y CMCT. Se desarrollan de la siguiente manera:

En este caso, cito las competencias básicas porque son las que fijo se trabajan, pero, al ser una clase en la que el ritmo lo marcan ellos con sus dudas, también se podría citar la competencia de aprender a aprender (CPAA), por si proponen nuevas estrategias para resolver los problemas.

- 13ª sesión:

En esta sesión, se realizará el examen (12.7), el cual consta de una parte de problemas y de otra de cuestiones para razonar como lo han hecho a lo largo del tema.

Como observación, decir que lo suyo es realizarlo un día que tengan el recreo pegado a la clase o a última o primera hora puesto que es bueno que realicen exámenes de hora y media para acostumbrarse a la EBAU.

En caso de no darse ninguna de las posibilidades de horario en el grupo correspondiente, este se realizaría por la tarde.

Las competencias trabajadas en esta sesión son: CL, CMCT y CPAA. Se desarrollan de la siguiente manera:

La realización de un examen implica tener una buena comprensión lectora, una buena manera de expresarse y, por supuesto, unos razonamientos bien argumentados en las cuestiones y un correcto planteamiento de los problemas teniendo, además, agilidad en el cálculo. Por ello, está claro que se trabajan las competencias básicas, es decir, la lingüística y la matemática y de ciencia y tecnología (CMCT).

Pero, por otra parte, de nuevo se podría citar la competencia de aprender a aprender (CPAA), y el desarrollo del sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE),

porque un examen siempre supone “coger las riendas” a la hora de decidir cómo gestionar el tiempo y las estrategias para su realización.

## 7. Otras actividades de interés

En función de la carga de trabajo a la que estén expuestos en la época en la que se desarrolla esta propuesta, se pueden mandar como TPC otras dos actividades relacionadas con el tema. Ambas son de investigación dado que, una vez más resalto la importancia de que se acostumbren a discriminar la información coherente de la que no lo es puesto que, en la red, que será casi fijo donde ellos busquen, hay muchos bulos.

- El primer trabajo iría relacionado a la primera parte del tema, referente al pH y, además, guardaría relación con el experimento llevado a cabo y es que la práctica se desarrolla utilizando agua destilada como patrón. Pero, ¿se podría llevar a cabo con agua mineral?

Simplemente se trata de que busquen varias aguas minerales, miren sus componentes y razonen de manera cualitativa el pH que cada una marca.

Esta es una forma de que analicen un producto tan usado como lo es el agua mineral. Y, aunque todos sabemos que no se puede usar para la experimentación, aquí pongo el ejemplo visual con el indicador de lombarda del agua mineral de la marca Solares comparado con el color obtenido con agua destilada:



Ilustración 14 : Diferencia entre el color aportado por el indicador en agua destilada y en agua mineral “Solares”

Esta actividad desarrolla las siguientes competencias: CL, CMCT, CD, CPAA y SIEE.

Este tipo de trabajos se asemejan al pequeño proyecto realizado en clase con el Afterbite dado que requieren que investiguen. Por tanto, se trabajan las mismas



competencias, aunque en el caso de las competencias sociales y cívicas (CSC), desde otro punto de vista y es que, a pesar de que los trabajos sean individuales, aprender, por ejemplo, las propiedades de dicha pareja ácido – base les puede resultar muy útil para su vida.

- Para finalizar con las posibles TPCs adicionales, se podría mandar un último trabajo, acerca de la lluvia ácida, que, aunque no tiene relación con las experiencias desarrolladas en la unidad, sí lo tiene con la temática ácido-base y podría servir de puente para concienciarles acerca de la contaminación medioambiental con un pequeño debate en clase.

Con este pequeño informe, se trabajan sobre todo las siguientes competencias: CL, CMCT, CD y CSC. Se desarrollan de la siguiente manera:

Con el tremendo auge en el que está la tecnología a día de hoy, lo más normal es que obtengan la información a través de Internet, desarrollando la competencia digital (CD) y, que, a su vez, al organizar la información y hacer un informe estructurado y coherente trabajen las competencias lingüísticas (CL) y la matemática y de ciencia y tecnología (CMCT).

Por último, con el debate que se lleva a cabo en clase, se incide en las competencias sociales y cívicas (CSC), al tratar un tema tan importante para la sociedad como lo es la contaminación medioambiental.

También se proponen dos actividades adicionales para llevar a cabo en horario lectivo:

Por un lado, a modo de clase magistral, hacer una breve explicación de lo que es una disolución reguladora y sus tipos, poniendo ejemplos de las presentes en el cuerpo humano.

Además, como caso práctico se desarrollaría un ejemplo que se incluye en el apartado 12.6.

Y, por otro lado, un experimento que también estaría bien realizar, pero en clase dada su peligrosidad, es el que desarrolla la famosa reacción química que se propone en el libro de “Harry Potter y la cámara secreta”, puesto que es muy característico verla en ejemplos y es una forma de que vean que este tipo de reacciones también se pueden llevar a cabo en fase gaseosa (González Aguado, E., 2013).

En estas últimas actividades se trabajan las siguientes competencias: CL y CMCT. Se desarrollan de la siguiente manera:

Como ambas actividades son desarrolladas por el docente, los alumnos sólo toman la participación a través del debate, razonando lo que el profesor está exponiendo. Es por ello que sólo se considera importante destacar el trabajo de las competencias básicas.

## **8. Evaluación**

Siguiendo lo indicado en el artículo 20 del Capítulo I del Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre, la evaluación del aprendizaje obtenido la llevará a cabo el docente responsable de la asignatura, será continua, formativa y será un instrumento de mejora, tanto para el proceso que se está evaluando como para el de la enseñanza al analizar los resultados que obtienen los alumnos o como responden a cada tipo de metodología o actividad.

Para evaluarlos, no sólo se tendrá en cuenta el grado en el que han conseguido adquirir los diferentes contenidos impartidos, sino también el grado en el que adquieren las competencias clave que se desarrollan con la propuesta didáctica.

Para conseguirlo, es necesaria la utilización de distintas técnicas o herramientas en el proceso de enseñanza- aprendizaje, con el fin de valorar los diferentes aspectos requeridos.

### Instrumentos de evaluación:

- Día a día, se observará la actitud del alumno en clase valorando sus intervenciones, tanto con sus preguntas como con las respuestas a las formuladas por el docente, su destreza a la hora de trabajar en el laboratorio y su adaptación a la hora de trabajar en grupo. En definitiva, se estarían valorando las competencias sociales y cívicas y, en parte el resto. Eso sí, este aspecto solo servirá para el redondeo de la nota en la evaluación (en este caso, sería la 2ª), tras hacer media con la nota del resto de Unidades Didácticas.
- En segundo lugar, se observará a través de los pequeños trabajos que van entregando día a día su destreza a la hora de dar buenos razonamientos, que tengan una expresión coherente y ordenada de los conocimientos y que estructuren de forma correcta cada documento, es decir, el grado en el que han

adquirido las competencias matemáticas y de ciencia y tecnología y la competencia lingüística. Además, se tendrán en cuenta las ideas originales en la actividad que tengan cabida. Por tipos de actividades, se valorarán, a mayores de los dichos en este punto y en el anterior, los siguientes aspectos:

- Actividad de la “flipped classroom”: Se valorará que el documento no tenga errores dado que es una materia que tienen que haber comprendido previamente y han podido preguntar dudas durante la clase. Aquí, se estaría valorando de alguna manera la competencia de aprender a aprender.
- Práctica de la col de lombarda: Se valorará que el informe con el procedimiento que han seguido, observando que hayan elaborado su propia versión incluyendo cada evidencia o dificultad encontrada. Además, se tendrá en cuenta que los razonamientos de las evidencias que han apuntado y visto estén trabajados, aunque no estén del todo correctos dado que aún no se ha impartido la materia correspondiente al mismo. De alguna manera, se estará valorando la competencia de aprender a aprender.
- ABP: En este pequeño proyecto es donde más competencias a mayores se valorarán dado que, por un lado, tiene varias actividades de tipo investigativo y, por el otro, son parte activa en la impartición del conocimiento dado que se trabaja, en parte, con sus ejemplos. Por tanto, se tendrá en cuenta el grado alcanzado en la competencia de aprender a aprender, valorando su aportación diaria al proceso de enseñanza- aprendizaje que se desarrolla con el mismo y, además, se tendrá en cuenta la creatividad que aporte cuando sea posible(Ej: alternativas para la excursión al campo sin Afterbite). En este último aspecto, es donde se hace medible el grado adquirido en la competencia de sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor. Destacar que, de los ejercicios que se entregan, se exigirá que el que consiste en buscar ácidos y bases según su fuerza no tenga errores puesto que el conocimiento ya se ha impartido.
- Clases de problemas: En este aspecto, se valorará a mayores la competencia de aprender a aprender, viendo su aportación diaria mediante la resolución de problemas y sus correspondientes dudas. En definitiva, se valorará quien trabaja día a día y se enfrenta a los problemas y quien no pero, por supuesto, no se les podrá exigir la perfección de los mismos dado que aún están practicando.
- Otras actividades: En trabajos como el del agua mineral, que incluye una parte de razonamiento de los conocimientos adquiridos y una parte investigativa, se valorarían, en caso de llevarse a cabo, sobre todo las competencias dichas al

comienzo del punto dado y podrían sumarse la competencia digital y, en parte la de aprender a aprender.

Se exigiría que la parte inicial de razonamiento fuese coherente con lo estudiado puesto que al fin y al cabo dichos conocimientos los tienen que tener adquiridos y, por otra parte, en la parte investigativa propiamente dicha, se valoraría una buena redacción y que no hubiera datos absurdos que llamasen la atención puesto que tampoco puedes exigirles que esté perfecto cuando no están acostumbrados a hacerlos. Esta sería una especie de preparación para trabajos en sus futuros estudios, en los que ya se va a requerir una seriedad mayor discriminando la información válida de la que no lo es.

Por otra parte, el trabajo de la lluvia ácida sólo requeriría la segunda parte de la valoración pues es meramente investigativo en este caso dado que no se hablaría del tema en clase previamente y, aparte de las competencias básicas, se incidiría en las sociales y cívicas, pero sin una evaluación objetiva de esto último ya que no puedes puntuar mejor al alumno que opina lo correcto para ti.

- Examen final: Se valorará el grado de adquisición de los contenidos, teniendo en cuenta la siguiente rúbrica:

En la calificación de los problemas se valorará:

- Los razonamientos empleados para su resolución.
- El proceso seguido en la resolución.
- La obtención de resultados correctos y el análisis de los resultados finales.
- El uso de unidades correctas en los resultados finales.
- La inclusión de gráficos o esquemas cuando sea necesario.

En la calificación de las cuestiones se valorará:

- La claridad en la exposición.
- Utilización correcta de términos científicos.
- La exactitud de los enunciados en el desarrollo de las teorías o conceptos (puede ser con sus palabras y, de hecho, es preferible).
- Las deducciones o demostraciones pedidas.

Por tanto, a fin de cuentas, se valorará sobre todo el grado adquirido en la competencia matemática y de ciencia y tecnología (CMCT) y, con menor incidencia, pero también dándole importancia, la competencia lingüística (CL).

- Kahoot: Aunque no tendrá ningún valor sobre la nota de los alumnos, dado que sería un poco subjetiva su calificación al entrar en juego la rapidez extrema para responder y, por experiencia propia, diré que no es un buen elemento. Eso sí, es un instrumento de evaluación, tanto para profesores como para alumnos dado que los primeros pueden hacer autocrítica de lo que se puede mejorar en el planteamiento de la clase y a los segundos, les motiva a estudiar de forma intensiva el examen con tiempo, porque para un “juego” siempre hay que prepararse.

### Criterios de calificación

Teniendo en cuenta todos estos aspectos mencionados en el punto anterior, la nota de la unidad didáctica vendrá definida por:

- Trabajo en clase: 10%
- Entregas realizadas por el alumno: 20%
- Examen final: 70 %

De esta manera, al contrario de lo que suele hacerse en una asignatura como la Química en un nivel de 2º de Bachillerato, en la que se suele dar un peso del 90% al examen final, se valorará también todo lo que realiza el alumno puesto que, en esta propuesta es fundamental ya que forma parte activa del aprendizaje por completo.

## **9. Unidad didáctica sobre “Ácido- base” en 2º Bachillerato**

### 9.1. Justificación

Esta unidad didáctica plantea una forma de enseñanza-aprendizaje que permite al alumno comprender un poco el entorno en el que vive y relacionar, así, su mundo con los conocimientos que va adquiriendo. Para ello, por supuesto, se sigue la ORDEN EDU/363/2015, del 4 de Mayo, por la cual se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo del Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León.

## 9.2. Contextualización

Esta unidad didáctica está pensada para poder desarrollarse en cualquier centro educativo, es decir, que el entorno en el que se sitúe no va a tener una influencia marcada dado que el proceso metodológico es bastante flexible y accesible.

Lo que sí que puede influir a la hora de su desarrollo es tener grupos de alumnos altamente numerosos dado que la metodología implica mucha interacción profesor-alumno.

En cuanto a la forma de proceder, el método de enseñanza - aprendizaje se va a basar en trabajar las competencias que se establecen en el Artículo 2 del Capítulo I del Real Decreto 1105/2014, del 26 de diciembre, que las define como las capacidades para aplicar de forma integrada los contenidos propios de cada enseñanza y etapa educativa, con el fin de lograr la realización adecuada de actividades y la resolución eficaz de problemas complejos.

A efectos del mismo, son siete y se van a trabajar en esta unidad didáctica de la siguiente manera:

A pesar de que están especificadas las que se desarrollan en cada sesión en los apartados 6.3 y 7 del TFM; a continuación, se explica el modo en el que se pretende llevar cada una de ellas de manera resumida, de acuerdo a las relaciones que describe la Orden ECD/65/2015 entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de Bachillerato:

- Competencia lingüística (CL): El alumno debe de expresarse con cierta claridad, tanto en los debates, elaborando buenas argumentaciones; como en las actividades o trabajos que realice, bien sea individualmente o en grupo. Además, es muy importante que desarrolle una buena comprensión lectora, pues es imprescindible a la hora de hacer problemas prácticos.
- Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT): El alumno debe ser capaz de dar explicaciones razonadas y, a la vez tiene que desarrollar los problemas prácticos de una forma lógica y correcta. Por otro lado, debe desenvolverse con destreza en el laboratorio. Sin duda, al ser una asignatura científica, esta es la competencia que más se desarrolla.
- Competencia digital (CD): El alumno, dado que estamos en pleno auge de los medios de comunicación y mucha de la información nos llega a través del

ordenador, debe ir acostumbrándose a seleccionar la información sin coger malos hábitos.

- Competencia Aprender a Aprender (CAA): El alumno debe acostumbrarse a ser sujeto activo en cada una de las clases. Para ello, se proponen actividades en las que es él mismo quien va descubriendo evidencias que le llevan a obtener conocimientos.
- Competencias sociales y cívicas (CSC): El alumno debe saber adaptarse a trabajar en grupos grandes o pequeños dado que la buena convivencia es fundamental.
- Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIEE): El alumno debe saber diseñar y ejecutar un plan, tomando la iniciativa y haciendo uso de su creatividad e imaginación. Este tipo de acción se desarrolla en el ABP propuesto y en el examen escrito.
- Competencia en conciencia y expresiones culturales (CEC): Es la que menos se trabaja, pero, por otra parte, es crucial que sea una de las primeras puesto que el alumno debe saber la historia del desarrollo de las teorías ácido-base para comprender el resto de puntos.

### 9.3. Objetivos

Según el Artículo 2 del Capítulo I del Real Decreto 1105/2014, los objetivos se definen como los referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin.

- Objetivos de la Unidad Didáctica: Son aquellos logros que tendrán que conseguir los alumnos tras el desarrollo de las sesiones y previo a realizar el examen. Tendrán que ser capaces de:
  - Identificar y diferenciar ácidos y bases.
  - Contrastar las teorías ácido-base de Arrhenius, Brønsted – Lowry y Lewis.
  - Aplicar la teoría de Brønsted para explicar los procesos ácido-base en disolución acuosa.
  - Interpretar correctamente el concepto de pH.
  - Determinar el valor del pH de distintos tipos de ácidos y bases y relacionarlo con las constantes ácida y básica y con el grado de disociación.
  - Explicar las reacciones ácido-base y la importancia de alguna de ellas así como sus aplicaciones prácticas.

- Justificar el pH resultante aportado por electrolitos en disolución acuosa.
- Utilizar los cálculos estequiométricos necesarios para llevar a cabo una volumetría ácido-base.
- Conocer las distintas aplicaciones de los ácidos y bases en la vida cotidiana tales como productos de limpieza, alimentación, etc.
- Desarrollar pequeños trabajos investigativos de la materia en cuestión, acostumbrándose poco a poco a saber discriminar la información que vale de la que no.

Estos objetivos estarán enmarcados dentro de los generales de etapa, los cuales citan las capacidades que los alumnos habrán desarrollado después del Bachillerato. Vienen especificados en el Real Decreto 1105/2014 y son los siguientes:

- Ejercer la ciudadanía democrática, desde una perspectiva global, y adquirir una conciencia cívica responsable, inspirada por los valores de la Constitución española así como por los derechos humanos, que fomente la corresponsabilidad en la construcción de una sociedad justa y equitativa.
- Consolidar una madurez personal y social que les permita actuar de forma responsable y autónoma y desarrollar su espíritu crítico. Prever y resolver pacíficamente los conflictos personales, familiares y sociales.
- Fomentar la igualdad efectiva de derechos y oportunidades entre hombres y mujeres, analizar y valorar críticamente las desigualdades y discriminaciones existentes, y en particular la violencia contra la mujer e impulsar la igualdad real y la no discriminación de las personas por cualquier condición o circunstancia personal o social, con atención especial a las personas con discapacidad.
- Afianzar los hábitos de lectura, estudio y disciplina, como condiciones necesarias para el eficaz aprovechamiento del aprendizaje, y como medio de desarrollo personal.
- Dominar, tanto en su expresión oral como escrita, la lengua castellana y, en su caso, la lengua cooficial de su Comunidad Autónoma.
- Expresarse con fluidez y corrección en una o más lenguas extranjeras.
- Utilizar con solvencia y responsabilidad las tecnologías de la información y la comunicación.
- Conocer y valorar críticamente las realidades del mundo contemporáneo, sus antecedentes históricos y los principales factores de su evolución. Participar de forma solidaria en el desarrollo y mejora de su entorno social.



- Acceder a los conocimientos científicos y tecnológicos fundamentales y dominar las habilidades básicas propias de la modalidad elegida.
- Comprender los elementos y procedimientos fundamentales de la investigación y de los métodos científicos. Conocer y valorar de forma crítica la contribución de la ciencia y la tecnología en el cambio de las condiciones de vida, así como afianzar la sensibilidad y el respeto hacia el medio ambiente.
- Afianzar el espíritu emprendedor con actitudes de creatividad, flexibilidad, iniciativa, trabajo en equipo, confianza en uno mismo y sentido crítico.
- Desarrollar la sensibilidad artística y literaria, así como el criterio estético, como fuentes de formación y enriquecimiento cultural.
- Utilizar la educación física y el deporte para favorecer el desarrollo personal y social.
- Afianzar actitudes de respeto y prevención en el ámbito de la seguridad vial.

#### 9.4. Contenidos

Según la ORDEN EDU/362/2015, los contenidos referentes a la temática ácido – base en 2º de Bachillerato y que, por tanto, se van a tratar en esta Unidad Didáctica son los que aparecen desarrollados en el apartado 5.2:

Para su impartición, se seguirá el orden que se marca en ese apartado, donde además se especifica en qué contenidos es necesario hacer más énfasis.

En cuanto a la temporalización, aparece explicitada en el apartado 6.2 y, luego a lo largo del desarrollo de las sesiones en el apartado 6.3 .

Aun así, a modo de resumen, está la Tabla 4 que se muestra a continuación:

Tabla 4 : Temporalización de la Unidad Didáctica

Sesión	Contenidos tratados
1ª	Teorías ácido-base.
2ª	Equilibrio iónico del agua y concepto de pH (cualitativamente y cuantitativamente). Fuerza relativa de ácidos y bases.
3ª	
4ª	
5ª	ABP basado en trabajar: - Reacciones de neutralización. - Volumetrías ácido – base.
6ª	
7ª	
8ª	Práctica de todos los conceptos vistos a través de problemas y cuestiones.
9ª	
10ª	
11ª	Kahoot y dudas.
12ª	Clase de dudas.
13ª	Examen escrito.

En cuanto a los elementos transversales, en esta unidad didáctica tienen cabida los siguientes, sobre todo a partir de las actividades adicionales que se podrían incluir. De ahí, parte de su importancia:

- Biológico-sanitario: Se estudia principalmente a través del ABP, introduciendo el pH fisiológico, y de las disoluciones reguladoras que nos permiten entender ciertos comportamientos del cuerpo humano.
- Concienciación medioambiental: Se trata a partir del estudio de la lluvia ácida, que es una consecuencia de la contaminación en grandes proporciones.
- Vida cotidiana: Se trata con el estudio de las características ácido-base de distintos productos.

#### 9.5. Metodología

De nuevo, en base al Artículo 2 del Capítulo I del Real Decreto 1105/2014, se define la metodología didáctica como un conjunto de estrategias, procedimientos y acciones organizadas y planificadas por el profesorado, de manera consciente y reflexiva, con la finalidad de posibilitar el aprendizaje del alumnado y el logro de los objetivos planteados.

En esta unidad didáctica, de manera general, se propone una metodología basada en la experimentación para tratar los aspectos cualitativos de los conceptos y seguida de clases magistrales que, a su vez, requieran de la participación del alumno para los desarrollos cuantitativos y sus correspondientes clases de problemas.

Además, se aplicarán a ciertas partes del tema, como viene detallado en el apartado 5.3, las siguientes metodologías innovadoras:

- “Flipped classroom”
- Aprendizaje basado en Problemas (ABP)
- Gamificación

En cuanto a las actividades que se proponen, también detalladas a lo largo de los apartados 6.3 y 7, podrían clasificarse de la siguiente manera:

- Introdutorias: Hacerles probar algún alimento ácido o básico, el experimento de la lombarda y una parte del ABP planteado.
- De enseñanza – aprendizaje: La actividad propuesta para la “flipped classroom”, las hojas de problemas y la segunda parte del ABP.
- De refuerzo: El vídeo de las explicaciones para ácido-base, las clases de repaso y el Kahoot.
- De ampliación: Todas aquellas que se proponen como actividades adicionales, descritas en el apartado 7. Entre ellas, destacan los trabajos investigativos acerca de la lluvia ácida o la explicación de las disoluciones reguladoras en nuestro cuerpo.

\*\* Cabe destacar que no he incluido actividades de conocimientos previos dado que esta temática no se ve hasta este curso, salvo el concepto como tal de pH y la reacción ácido – base como ejemplo en la clasificación de las reacciones químicas.

Por último, los recursos didácticos utilizados son los que se le aportan al alumno (especificados en el apartado 6.1) y, por otra parte todo el material o medio utilizado para el desarrollo de las clases o los trabajos de los alumnos. Se podrían destacar los siguientes:

- El laboratorio y todo el material requerido para las experiencias
- Las TICs, sobre todo el ordenador, tanto para trabajar la metodología inicial como para la búsqueda de información en los posibles trabajos de investigación.
- El aula y la pizarra.

## 9.6. Evaluación

Aparece detallada en el apartado 8.

## 9.7. Atención a la diversidad

Como ya se indicó en la LOE y, posteriormente, se confirmó en la LOMCE, las medidas de atención a la diversidad son fundamentales para el desarrollo de un trabajo provechoso en el aula dado que, entre los alumnos, se encontrarán muchas diferencias, tanto en capacidades como en intereses. Por ello, es importante tener esto en cuenta para que el grupo vaya al unísono y que, por tanto, se lleve a cabo un método de enseñanza - aprendizaje inclusivo, sobre todo en cuanto a las capacidades en este caso dado que los intereses ya no provocan tantas diferencias como en la ESO al estar los itinerarios de elección de asignaturas más marcados.

Para ello, se tendrán en cuenta los siguientes aspectos:

- Agrupamientos: Varían en función de la actividad que se vaya a llevar a cabo, pero se tratará de que siempre sean flexibles para equilibrar el nivel del grupo.

Se intentará que se lleven a cabo en grupo tareas en las que los alumnos se puedan sentir más inseguros como la de desenvolverse en el laboratorio o la que se propone para la “flipped-classroom”. Sin embargo, las tareas que sólo consistan en buscar e investigar o elaborar un informe de laboratorio, serán individuales puesto que, aparte de que no se evalúan con tanta rigidez, es importante que se enfrenten a ello solos.

Por último, la resolución de problemas prácticos, al realizarse en casa puede ser individual o conjunta (sin que esto penalice a su nota de clase). Eso sí, en la resolución en el aula, se instará a que todos aporten sus ideas y dudas para que nadie se quede atrás.

- Tipos de actividades: Hay bastante variedad, buscando potenciar las cualidades de todos los alumnos y que todos sumen al proceso de enseñanza – aprendizaje.

Por un lado, la metodología “flipped classroom” deja que el alumno interiorice las teorías ácido-base a su ritmo, pudiendo repetir la visualización del vídeo tantas veces como sea necesario.

Por otro lado, para el resto del tema, la filosofía seguida es que aprendan a partir de la experimentación o de elementos cotidianos para que así, teniendo una imagen visual y habiendo comprendido el proceso cualitativo, les sea más fácil entender la parte cuantitativa del tema, que siempre es lo que más les cuesta.

Además, se entregan muchas de las actividades para, aparte de evaluar su trabajo diario, ver como evoluciona el aprendizaje de cada uno, de cara a que nadie se quede rezagado y que se pueda rectificar a tiempo corrigiéndoles los errores.

En cuanto a los problemas, antes de que realicen cada hoja, siempre se les resolverá alguno “tipo” en clase para que tengan en qué apoyarse y comprendan un poco los tipos de procedimientos a seguir.

Por último, para motivar e incentivar a los que les cuesta más a estudiar, se incluye un “Kahoot” varios días antes del examen, del que luego se comentarán las respuestas en la propia clase para resolver las dudas que surjan. Además, servirá, de nuevo, al docente de cara al control del aprendizaje para que en la clase previa al examen se pueda hacer hincapié en si algo, después de todo, no se entendió. Por supuesto, en esa clase previa pueden plantear el resto de dudas que tengan.

- Tutorías: Aparte de todo el control que se lleva en la clase, el docente tendrá total disponibilidad para poder atender a los alumnos fuera de la clase, bien sea en recreos o en una clase de dudas a mayores que se proponga cada cierto tiempo si el número de alumnos que la requieren es numeroso.

En último caso, si la situación se desborda o hay algún caso específico que requiera un apoyo aún mayor, se acudirá al Departamento de Orientación para solicitar refuerzos para el mismo.

## 10. Conclusiones

Tras la realización de este TFM, saco las siguientes conclusiones:

- Creo que pasar el protagonismo de las clases del profesor al alumno puede resultar muy positivo.
- El uso de técnicas innovadoras contribuye al desarrollo de un mayor número de competencias en cada sesión.
- En asignaturas de Ciencias, el uso de herramientas innovadoras no puede sustituir por completo a la metodología tradicional debido a la dificultad de algunos contenidos.
- La experimentación es fundamental en cualquier asignatura científica para que los alumnos sean conscientes de lo que están estudiando.
- Trabajar los conceptos a través de situaciones cotidianas ayuda a los alumnos a comprender cada uno de ellos y a obtener un aprendizaje significativo.
- El uso de la herramienta de “flipped classroom” optimiza el tiempo de la clase, pero creo que sólo es útil para desarrollos más bien teóricos.
- El tiempo, sobre todo en cursos altos, y, en algunos casos, la falta de recursos, impiden el desarrollo de propuestas como la del ABP.
- La gamificación es un recurso que beneficia a los alumnos, dado que les motiva a estudiar; y a los profesores, dado que les dan información de cómo va la clase.
- Este tipo de propuestas requieren un mayor esfuerzo, tanto para el profesor como para el alumno.
- Es importante la inclusión de temáticas transversales relacionadas con los conceptos de la unidad de cara a que relacionen lo estudiado en diferentes asignaturas.

## 11. Bibliografía

Aunión, J. A., 2013. 35 años y siete leyes escolares. Diario El País.

Bergmann, J. y Sams, A. (2012). Flip your classroom: Reach every student in every class every day

Davies, R., Dean, D., y Ball, N., 2013. Flipping the classroom and instructional technology integration in a college-level information systems spreadsheet course. Educational Technology Research and Development, 61(4), 563-580.

Espinilla, M. L., 2018/2019. Apuntes de Sociedad, Familia y Educación. Departamento de Filosofía. Área de Teoría e Historia de la Educación. Universidad de Valladolid.

González Aguado, E. (coord.), 2013. 84 experimentos de química cotidiana en secundaria. Ed. Graó. ISBN 978-84-9980-525-2.

González, X., 2018/2019. Apuntes de Procesos y Contextos Educativos. Departamento de Pedagogía. Universidad de Valladolid.

<http://afterbite.es/productos/after-bite/>

<https://www.youtube.com/watch?v=94RILZdh2Rk&t=27s>

Ibáñez Fombellida, S., 2014. Comparación de leyes educativas de la Ley General de Educación de 1970 a la LOMCE. Trabajo de Fin de Grado. Universidad de Valladolid.

Jaber, J. (coord.), 2016. Empleo de Kahoot como herramienta de gamificación en la docencia universitaria. Universidad de Las Palmas de Gran Canaria.

Lage, M., Platt, G., y Treglia, M., 2000. Inverting the classroom: A gateway to creating an inclusive learning environment. The Journal of Economic Education, 31(1), 30-43

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de Mayo, de Educación. Publicado en B.O.E. nº 106, de 4 de Mayo de 2006.

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Publicado en B.O.E. nº 295 de 10 de diciembre de 2013.

Martínez Olvera, W., Esquivel Gámez, I., 2014. Aula Invertida o Modelo Invertido de Aprendizaje: origen, sustento e implicaciones.

ORDEN EDU/363/2015, de 4 de Mayo, por la que se establece el currículo y se regula la implantación, evaluación y desarrollo de la Educación Secundaria y Bachillerato en la Comunidad de Castilla y León. Publicado en BOCYL nº 86 de 8 de Mayo de 2015.

Orden ECD/65/2015, de 21 de Enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Publicado en B.O.E. nº 25 de 29 de Enero de 2015.

Pardo, R., 2013/2014. Apuntes de Química III. Departamento de Química Analítica. Universidad de Valladolid.

Santillana Ed., 2017. Química de 2º de Bachillerato. Proyecto Saber Hacer. Serie Investiga. ISBN 978-84-680-2677-0.

Servicio de Innovación Educativa, 2008. Aprendizaje basado en problemas. Universidad Politécnica de Madrid.

Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Publicado en B.O.E. nº 3 de 3 de Enero de 2015.

Real Decreto-Ley 5/2016, de 9 de diciembre, de medidas urgentes para la ampliación del calendario de implantación de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Publicado en B.O.E. nº 298 de 10 de diciembre de 2016.

Real Decreto 562/2017, de 2 de junio, por el que se regulan las condiciones para la obtención de los títulos de Graduado en Educación Secundaria Obligatoria y de Bachillerato, de acuerdo con lo dispuesto en el Real Decreto-ley 5/2016. Publicado en B.O.E. nº 132 de 3 de Junio de 2017.

Rodríguez Ruiz, A. B., 2010. Evolución de la Educación. Pedagogía Magna nº5. pp 36-49.

Vázquez López, V., 2017. Programación de Química de 2º de Bachillerato desde una perspectiva de la Química de lo cotidiano. Trabajo Fin de Máster. Universidad de Oviedo.



## 12. ANEXOS

12.1. Preguntas del cuestionario de Moodle acerca de las teorías ácido-base.

- De las 3 teorías que se describen en el vídeo, ¿cuál tiene mayor campo de aplicación?
- ¿Qué nombre da Brønsted- Lowry a las reacciones ácido – base?
- ¿Qué teoría no estudia bases que no tengan aniones OH<sup>-</sup>?
- ¿Qué teoría demuestra que existen sustancias anfóteras?

12.2. Guion de laboratorio para la práctica de la col lombarda como indicador ácido-base.

### Objetivo

En esta práctica, se va a determinar de forma cualitativa la acidez o basicidad de algunos productos de uso cotidiano usando como indicador la col lombarda.

### Fundamento teórico

La col lombarda posee un pigmento violeta llamado antocianina y su estructura química varía en función del pH de la disolución en la que se encuentre.

### Materiales

- 5 Erlenmeyer o 5 vasos convencionales
- Mortero
- Cuentagotas y recipiente cerrado/ recipiente abierto y papel de aluminio
- Embudo cónico y filtro de pliegues/colador

### Reactivos

- Lombarda
- Amoníaco de limpieza
- Agua destilada
- Vinagre de vino
- Alcohol etílico de 96 grados
- Bicarbonato sódico
- Agua fuerte

### Procedimiento

1º Preparación del indicador: Para ello, se machacan unas hojas de col lombarda con unos 100 mL de alcohol etílico y se filtra el extracto a un bote con cuentagotas utilizando un embudo cónico y filtro de pliegues.

2º Se coloca una pequeña cantidad de agua en cada uno de los vasos y, a todos menos a uno, se les añade un poco del extracto que se quiera estudiar en cada uno. Seguidamente, se le añade unas gotas de indicador a cada vaso y se apuntan las evidencias y se comparan con la siguiente tabla:

INDICADOR EXTRAÍDO DE COL LOMBARDA									
Color	Rojo intenso	Rojo violeta	Violeta	Azul violeta	Azul	Azul verdoso	Verde azulado	Verde	Amarillo verdoso
Medio	Ácido			Neutro	Básico				
pH	<2	4	6	7	7,5	9	10	12	13

12.3. Guion de la práctica de la volumetría ácido-base con fotos de los materiales.

### Objetivo

En esta práctica, se va a determinar la concentración de una disolución de Ácido clorhídrico mediante una volumetría, utilizando como reactivo valorante NaOH 0,1M.

### Fundamento teórico

Una volumetría es un método de análisis cuantitativo que sirve para determinar la concentración de una determinada sustancia. En este caso, será de un ácido o una base, a través de una reacción de neutralización.

### Materiales



.....



.....



.....



.....



.....



.....



.....



.....

### Reactivos

- NaOH
- HCl
- Agua destilada
- Fenolftaleína

### Procedimiento

- Preparación de una disolución 100 mL 0,1 M de NaOH: Una vez realizados los cálculos, se pesa la cantidad estimada de NaOH y se disuelve con un poco de agua en un vaso de precipitados ayudándonos del agitador magnético. Una vez disuelto, se vierte al matraz aforado y se enrasa con agua destilada.
- Volumetría: En primer lugar, se llena la bureta con la disolución de NaOH y, después se añaden a un Erlenmeyer 25 mL de la disolución de HCl de concentración desconocida y unas gotas de fenolftaleína. Finalmente, se lleva a cabo la valoración hasta el cambio de color.

12.4. Ejemplo de hoja de problemas.

1. Según la teoría de Brönsted escribe las ecuaciones de ionización en medio acuoso de las siguientes especies: HCN,  $\text{HCO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$  y  $\text{F}^-$ , Indica además el ácido o base conjugada de cada una de las especies.

2. En el laboratorio disponemos de tres disoluciones acuosas: nitrato de amonio ( $\text{NH}_4 \text{NO}_3$ ), clorato de potasio (KCl) y acetato de sodio ( $\text{CH}_3\text{COONa}$ ). Indica cómo podrías distinguirlas con un papel indicador.

3. Calcula: a) el pH de 50 mL de una disolución de NaOH, 2 M; b) el pH que resulta de añadir agua a la disolución anterior hasta un volumen de 250 mL y c) el pH de una disolución de 200 mL de HCl 0,2M.

4. Tenemos un ácido fuerte, tipo HA, en un frasco, con una densidad de 1,20 g/mL y una riqueza del 30%. Calcula el pH de una disolución formada al añadir agua a 20 mL de la disolución original hasta completar 1 L.

5. En un matraz tenemos 500 mL de una disolución que contiene 5 g de un ácido (HA) de masa molar 50 g. Calcula: a) la constante de ionización y el grado de disociación. b) La forma de operar en el laboratorio para preparar la disolución original indicando el material utilizado.

6. Disolvemos 80 mL de metilamina ( $\text{CH}_3\text{NH}_2$ ), medidos a 298 K y 700 mm de Hg, en un matraz hasta completar 500 mL de disolución acuosa. Calcula el pH de la disolución. **Datos:**  $K_a$  (metilamina) a 25°C es  $5,0 \cdot 10^{-5}$ .

7. Se mezclan 2 disoluciones de HCl, una de 100 mL 0,1 M y otra de 50 mL 0,4 M. Se valoran 30 mL de la disolución formada empleándose 25 mL de una disolución de NaOH. ¿Cuál es la molaridad de la disolución de NaOH (suponiendo que los volúmenes son aditivos)?

8. Queremos calcular el porcentaje en NaOH de una de una sosa cáustica comercial. Para su determinación, disolvemos en agua 4 g de la sosa, necesitando 180 mL de una disolución acuosa de un ácido HA, 0,50 M para su neutralización.

9. Las lejías se utilizan como agentes blanqueadores y son disoluciones acuosas que contienen el ion hipoclorito como agente activo. ¿Qué masa de NaClO, se necesita disolver en 500 mL de agua para obtener una lejía de pH 10,4?

**Datos:**  $K_a(\text{HClO}) = 3,0 \cdot 10^{-8}$ .

10. Una industria vierte a un río diariamente 60000 L de aguas residuales con un pH próximo a 1,80. La empresa, para no crear problemas ambientales, trata este tipo de

aguas con NaOH, para que el pH aumente hasta 7. Calcula el coste de la operación, si el precio del NaOH es de 0,20 €/kg.

12.5. Enlace y preguntas del Kahoot.

ENLACE: <https://create.kahoot.it/share/acido-base/f7afab75-425e-4ba5-97d5-3e809b887029>

1. El ion  $\text{CO}_3^{2-}$ :

- No es ácido ni base en ninguna teoría.
- Es un ácido según Brønsted y Lewis.
- Es una base solo en la teoría de Lewis.
- Es una base según Brønsted y Lewis.

2. Si tenemos 4 disoluciones distintas de la misma concentración, el pH más alto corresponderá a:

- $\text{NH}_3$
- $\text{HCOOCH}_3$
- NaOH
- HCl

3. El producto iónico del agua es  $10^{-14}$ :

- Solo en agua pura.
- En cualquier disolución diluida de ácidos y bases.
- A cualquier temperatura.
- Solo en las disoluciones ácidas.

4. Cualquier base que tenga una concentración elevada:

- Tiene que ser fuerte.
- Su constante de ionización siempre es pequeña.
- Como es concentrada, el pH será bajo.
- Puede ser fuerte o débil, depende del tipo de base.

5. El ion  $\text{HS}^-$  :

- Solo actúa como ácido.
- Solo actúa como base.
- Nunca actúa ni como ácido ni como base.
- Puede actuar como ácido o como base.

6. Si el pH de una disolución acuosa es 4 quiere decir que:

- La disolución es básica.
- $[\text{OH}^-] = 10^{-4} \text{ M}$ .
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-4} \text{ M}$ .
- Ninguna de las anteriores.

7. Si la concentración de iones  $\text{OH}^-$  en una disolución acuosa es  $10^{-9} \text{ M}$ :

- El pH será de 9.
- El pOH será 5.
- $[\text{H}_3\text{O}^+] = 10^{-5} \text{ M}$ .
- Es una disolución ácida.

8. Si mezclamos 1L de  $\text{H}_2\text{O}$  con 1L de disolución  $\text{HNO}_3$  de  $\text{pH}=2$ , suponiendo volúmenes aditivos:

- El pH de la disolución resultante sigue siendo 2.
- El pH de la disolución final es menor que 2.
- El pH de la disolución final será mayor que 7.
- El pH de la disolución final será mayor que 2 y menor que 7.

9. Cuando un ácido es muy fuerte:

- El grado de disociación es pequeño.
- Sus disoluciones son siempre muy concentradas.
- Tiene una constante de ionización pequeña.
- Se ioniza prácticamente al 100%.

10. Si una base es débil:

- Su ácido conjugado también es débil.
- El pH de sus disoluciones será menor que 7.
- Su pH será mayor que 7 en cualquier disolución.
- Solo reacciona con ácidos débiles.

11. Una disolución acuosa de  $\text{NaOOCCH}_3$ :

- Será neutra.
- Será acida.
- Será básica.
- El pH no depende de la concentración de  $\text{NaOOCCH}_3$ .

12. Si a una disolución de  $\text{NH}_4\text{Cl}$ , le añadimos una pequeña cantidad de ácido:

- El pH cambia ligeramente.
- Disminuye  $[\text{NH}_4^+]$ .
- Aumenta  $[\text{NH}_3]$ .
- $[\text{NH}_3]$  y  $[\text{NH}_4^+]$  no se modifican.

13. Un indicador ácido - base:

- Indica el punto de equivalencia en una reacción ácido-base.
- Se elige por su intervalo de viraje y la reacción dada.
- Cambia de color siempre a  $\text{pH} = 7$ .
- Se añade a la reacción en gran cantidad.

14. Si a un 1 L de agua añadimos 1 g de HCl y 1 g de NaOH:

- Como los 2 son fuertes y se añade en ambos 1g, el pH será 7.
- Como el  $P_m$  del NaOH es mayor, el pH será básico.
- Como el  $P_m$  del HCl es menor, estará en exceso y el  $\text{pH} < 7$ .
- El pH no depende de las cantidades que mezclamos.

15. Si a 1 L de agua le añadimos un electrolito:

- El pH será siempre neutro.
- El pH depende del tipo de electrolito.
- El pH será siempre básico.
- El pH final es el mismo con cualquier tipo de electrolito.

12.6. Ejemplo para la explicación de disoluciones reguladoras.

Tabla 5 : Diferencia de pH al añadir reactivos al agua o a una disolución reguladora.

Disolución	Aditivo	pH	$\Delta$ pH
100 mL H <sub>2</sub> O pH= 7	1 mL HCl 0,1M	2	5
	1 mL NaOH 0,1M	12	5
Disolución	Aditivo	pH	$\Delta$ pH
100 mL HA/A- pH= 5	1 mL HCl 0,1M	4,8	0,2
	1 mL NaOH 0,1M	5,2	0,2

12.7. Ejemplo de examen escrito.

1. Disolvemos 600 ml de amoníaco, medidos a 25°C y 710 mm de Hg, en agua hasta obtener 1 L de disolución. Calcule la concentración de la disolución y el pH.

$K_a(\text{NH}_3)=1,8 \cdot 10^{-5}$  . **(Hasta 1,5 ptos)**

2. Un frasco en el laboratorio contiene una disolución de NaOH con la siguiente inscripción: densidad de 1,20 g/mL y riqueza en masa del 10 % a una temperatura de 25°C. Calcula: a) El volumen necesario de la disolución para preparar 15 L de otra de pH=12. b) El pH resultante de mezclar 20 mL de la disolución formada en el apartado a con 100 ml de HCl 0,5 M. **(hasta 1 pto por apartado)**

3. Se prepara una disolución con 6 g de ácido acético (CH<sub>3</sub>COOH) en agua hasta un volumen de 200 mL, sabiendo que  $K_a(\text{CH}_3\text{COOH})= 1,8 \cdot 10^{-5}$ . Calcula:

a) La cantidad de ácido nítrico (HNO<sub>3</sub>) que hay que disolver en agua para obtener 600 mL de disolución del mismo pH de la disolución de ácido acético. **(Hasta 1 pto)**

b) El volumen de disolución de NaOH, 0,12 M, necesario para la neutralización ácido-base de la disolución de ácido acético. **(Hasta 0,75 ptos).**

c) En el laboratorio, tenemos tres indicadores con los intervalos de viraje: A (3,1 a 4,6), B (6,0 a 7,6) y C(8,3 a 10). Indica razonadamente el que deberíamos utilizar para la valoración del apartado anterior. **(Hasta 0,75 ptos).**



4. Las flores de hortensia, tienen un colorido que depende del pH del suelo en el que se encuentren entre otros factores. Si el pH está entre 4,5 y 6,5, las flores son azules o rosas y, y si es superior a 8, las flores son blancas.

Si disponemos de las siguientes disoluciones acuosas:  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ,  $\text{NaClO}$ ,  $\text{NH}_3$  y  $\text{HNO}_3$ , indica **razonadamente**: (Hasta 0,75 ptos cada una)

- a) Si queremos obtener un color blanco ¿qué disolución/es añadiría al suelo?
- b) ¿De qué color serán las hortensias si añadiese al suelo una disolución de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ ?

**Datos:**  $K_a(\text{HClO}) = 3,1 \times 10^{-8}$ ;  $K_b(\text{NH}_3) = 1,8 \times 10^{-5}$

5. Indica razonadamente si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas: (Hasta 0,5 ptos cada una)

- a) Si a una disolución de ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) se le añade acetato de sodio, el pH aumenta.
- b) Una disolución de un ácido monoprótico 0,2 M, disociado en un 50%, tiene  $\text{pH}=1$ .
- c) Un ácido muy concentrado siempre tiene un grado de disociación alto.
- d) La neutralización de del hidróxido de sodio,  $\text{KOH}$ , con ácido acético ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ) se termina cuando un pHmetro marca 7.