

# Trabajo Fin de Máster

En Profesorado de E.S.O., F.P. y Enseñanzas de  
Idiomas, Artísticas y Deportivas

**Especialidad de Física y Química**

Primeras experiencias de una docente en prácticas

First experiences of a training teacher

Autor

Clara Guglieri Rodríguez

Directora

Isabel Iranzo Navarro

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2018

## **Indice**

1. Introducción.....	3
2. Justificación de la selección de los trabajos o proyectos educativos realizados durante el máster e incluidos en la memoria.....	7
3. Presentación de los trabajos seleccionados.....	13
4. Reflexiones.....	23
5. Conclusiones.....	26
Bibliografía.....	28
ANEXOS.....	32
ANEXO I: Proyecto Didáctico.....	32
ANEXO II: Proyecto de Innovación Docente.....	42

## **1.Introducción**

El informe publicado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos (REPASO A LA ENSEÑANZA: INDICADORES DE LA OCDE - EDICIÓN DE 2005 – ISBN-92-64-011900 © OCDE 2005) en 2005 remarcaba que la mejora del rendimiento académico de los estudiantes exige la atracción, selección y retención de los mejores candidatos a profesores. Esto conlleva que en última instancia son los docentes los que determinan la calidad educativa, por lo que su formación debe ser sujeta a evaluación, discusión y mejora (Ball y Forzani, 2009). Considerando los cambios económicos y sociales de los últimos años, no es de extrañar que según varios pedagogos (Gutiérrez González, 2011) el Curso de Aptitud Pedagógica (CAP)(1970) no cumpliera ya con los objetivos originales ni satisficiera las necesidad de la sociedad actual.

En muchos países de Europa se han llevado a cabo cambios significativos en su modelo educativo, entre ellos España. Con el objetivo de mejorar la calidad de la enseñanza, la Ley Orgánica de Educación (LOE), aprobada en el 2006, comenzó la modificación del modelo de formación del profesorado de educación secundaria. A partir del curso 2009/2010 el CAP fue reemplazado por el Máster de Formación del Profesorado de Educación Secundaria. Con el modelo actual los futuros profesores deberán cursar, tras la realización de un grado universitario de la disciplina correspondiente, 60 créditos que garanticen la formación didáctica y pedagógica necesaria (Tiana, 2009). Con esto se busca mejorar el cambio de identidad profesional de “científicos” a “profesores”, de forma que éstos no sólo tengan los conocimientos del currículo, sino también las herramientas didácticas para transmitirlos.

El máster de formación de profesorado se encuadra en un modelo de organización de la formación de tipo consecutivo: primero una formación disciplinar extensa (una licenciatura o un grado) seguida de un período para la formación didáctico-pedagógica (es decir, el propio máster).La formación didáctico-pedagógica se adquiere por tanto exclusivamente en el máster, tras un extensa formación científica, haciendo crítica su función e importancia de cara al cambio de identidad profesional (Bolívar, 2007); por

poseer un cierto conocimiento formal no necesariamente se tiene la capacidad de enseñarlo (Abbot, 1988). Esta formación inicial debe suministrar las bases para poder construir ese conocimiento pedagógico *"más bien responde al propósito de empezar a contemplar la actividad de enseñanza como ejercicio de un tipo especial de conocimientos con los que, al realizar su trabajo, afrontan todo tipo de tareas y problemas"* (Elbaz, 1983).

La estructura del máster es conforme a la ORDEN ECI/3858/2007, de 27 de diciembre, por la que se establecen los requisitos para la verificación de los títulos universitarios oficiales que habiliten para el ejercicio de las profesiones de Profesor de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. El Plan de Estudios se estructura en torno a 3 Módulos: Genérico (18 créditos), Específico (26 créditos) y Formación Prácticum (16 créditos) con sus correspondientes materias. Estos tres grandes ámbitos que coinciden con los contenidos que de forma tradicional se entiende que debe incluir todo programa de formación docente (Eurydice, 2012) y se plantean los conocimientos en 3 ámbitos complementarios:

- **Saber**: Además de la formación disciplinar específica sobre correspondiente a la especialidad, los docentes precisan de conocimientos relacionados con psicología educativa, el currículo específico de la especialidad, el desarrollo de competencias en el alumnado, la metodología y didáctica de su especialidad, la evaluación, la atención a la diversidad y la organización de centros.
- **Saber ser / saber estar**: el profesorado debe desarrollar la inteligencia emocional necesaria para plantear y resolver situaciones de forma constructiva. Esto será útil también para las relaciones con otros sectores de la comunidad educativa (docentes, familias, instituciones, etc).
- **Saber hacer**: La finalidad última del proceso formativo tiene que ser que los alumnos del Máster desarrollen las competencias fundamentales para su adecuado ejercicio profesional; las enseñanzas del máster deben articular de manera adecuada la formación teórica y la práctica en los distintos contextos educativos.

Esta distribución de los contenidos es acorde con el tema de las competencias, que incluye la visión pedagógica que demanda la sociedad actual y deberemos aplicar en el

futuro. Hace frente a una sociedad donde el conocimiento cambia de forma muy rápida y evita la desvinculación de los contenidos escolares y las demandas laborales de la sociedad.

En mi caso mi formación inicial consiste en una licenciatura en física, seguida por un doctorado centrado en ciencia de materiales. La elección de la especialización del máster en Física y Química era la opción evidente para mí. Obviamente mi orientación profesional inicial es de carácter científico. Más aun considerando que también realicé un postdoctorado. Comencé a trabajar en investigación que, si bien incluye un aspecto de divulgación científica, está destinada en primera instancia a la propia comunidad investigadora. La diferencia no es despreciable, no sólo en lo referente a los contenidos; el “público” al que te diriges y el objetivo de la propia actividad son fundamentalmente distintos, con lo que todos tus esquemas mentales, planteamientos, herramientas, e incluso el lenguaje deben ser readaptados.

El plantearme la profesión docente en realidad se debió más a mi deseo a volver a España con mi familia que a una vocación temprana. No obstante, al sopesar mis opciones aquí la alternativa de dar clases me pareció realmente atractiva. Si bien la labor de investigación es como hemos dicho un mundo aparte, la motivación más profunda de la misma, es decir, contribuir al desarrollo y con suerte mejora de la sociedad, está incluso más presente en la docencia: la figura del profesor en su tarea de formar y ayudar a crecer a los estudiantes es a mi parecer un pilar de la sociedad.

Con respecto al máster, es en la etapa del Practicum en la que nos centramos más en el ámbito del “saber hacer”, y resulta a mí entender la más interesante. Primero para observar más de cerca de la parte institucional y estructural de un centro educativo, y cómo se plantea en la práctica lo que sería por ejemplo la atención a la diversidad y educación inclusiva, que se contempla en la legislación (Decreto 188/2017, de 28 de noviembre). Segundo, que nos enfrentamos por primera vez a la realidad de la labor docente dentro del marco institucional y legal. Al fin y al cabo *“Los profesores trabajan en un sistema educativo en el que se socializan personal y profesionalmente, que ellos interpretan, pero que no definen en su origen; su independencia profesional es, en todo caso, una aspiración, una conquista a obtener, no un punto de partida”* (Gimeno, 1987).

Las leyes de educación vigentes pueden tratar los contenidos disciplinares y la incorporación de aspectos éticos, actitudinales, y emocionales, pero es el profesor en el en última instancia quien debe adaptar su labor dentro de esta normativa según no solo las capacidades, sino también considerando aspectos tales como el bagaje sociocultural de los alumnos. Evaluar competencias y actitudes cobra relevancia y por tanto el contexto adquiere cada vez más importancia; es decir, la capacidad de adecuarse metodológicamente, y la visión del docente no tanto como como un transmisor de conocimientos. La motivación final no debe ser intentar sólo educar en lo que la sociedad demanda, sino en lo que necesita: hay que cuidar que el desarrollo de dichas competencias no se convierta en una especie de entrenamiento estándar a los estudiantes para que alcancen un nivel aceptable; es necesario considerar también el contexto social, intelectual y emocional de los estudiantes, buscando el desarrollo integral del ser humano. Todo ello implica que el conocimiento profesional debe ser dinámico e ir desarrollándose a lo largo de la carrera profesional.

Es por tanto una gran oportunidad poder acceder a un aula y ver como se enfrentan a esto distintos docentes, ya que los paradigmas en el aula son más difusos y están en continuo cambio. A nivel personal me interesaba especialmente la faceta motivacional. Es bien conocida la influencia positiva que tiene en el aprendizaje (Hidi et al, 2004) y por tanto la necesidad incentivar el interés de la clase, pero también la propia motivación del profesor tiene un impacto en cómo aprenden sus estudiantes (Alrabai, 2014). En la primera etapa del Practicum me fue posible constatar cómo los grupos con peores resultados eran también en los que había mayor desmotivación, tanto en los alumnos como en el docente. El llegar a una mejora en tales clases pude constatar luego, no es fácil, y admito que me supuso un reto que no superé totalmente, pero que valoro como experiencia formativa. De hecho, elegir esta modalidad de Trabajo Fin de Máster, tiene mucho que ver con hacer un repaso de lo que ha supuesto este año, y una autocrítica que me lleve a mejorar. Si bien el máster nos aporta recursos para nuestra futura labor (metodologías, herramientas de evaluación, etc) será en la propia aula donde afianzaremos el conocimiento de la profesión y seguiremos formándonos.

## **2. Justificación de la selección de los trabajos o proyectos educativos realizados durante el máster e incluidos en la memoria.**

El máster de profesorado consta de 60 créditos distribuidos en dos semestres. El primer semestre es más teórico. Incluye asignaturas obligatorias comunes como *Contexto de la Actividad Docente, Interacción y Convivencia en el Aula, y Procesos de Enseñanza-Aprendizaje*. Otras obligatorias específicas de la especialidad: *Diseño Curricular y Fundamentos de Diseño Instruccional y Metodologías de Aprendizaje en la Especialidad de Física y Química y Biología y Geología*. Incluso la asignatura *Practicum I* se orienta al estudio de los documentos del centro y el aspecto más legislativo e institucional del mismo.

Por otro lado, las asignaturas específicas del segundo semestre se centran más en lo que es la labor del profesorado en el aula, con asignaturas como *Diseño de Actividades y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química y, Evaluación e Innovación organización educativa en Física y Química*, y por supuesto, los *Practicums II y III*.

Entre todos los trabajos realizados durante el máster he seleccionado para la memoria dos del segundo semestre:

- Proyecto Didáctico (PD) para la unidad didáctica “Reacciones químicas” de 3º E.S.O.
- Proyecto de Innovación: Cálculos estequiométricos para 3º E.S.O.

En términos generales, estos dos trabajos me han parecido especialmente interesantes de cara a plantear la reflexión en el TFM. Quizás porque a mi entender son los que presentan un carácter más práctico y por tanto en los que podemos poner a prueba nuestra capacidad inicial como docentes. Y digo inicial porque no considero que el éxito o fracaso del proyecto de innovación o del PD determinen nuestro futuro rendimiento, sino que nos brindan la posibilidad de una “autoevaluación” previa al ejercicio de la profesión: ponderar el esfuerzo que este trabajo supone, y nuestra motivación para

llevarlo a cabo; lidiar con un aula desmotivada, de las que nos hablan en las clases teóricas, y afrontar el desafío que supone mantener su interés; adaptarnos al contexto de los estudiantes y su nivel de partida; etc Son facetas de la labor docente que se tratan en clases como “Diseño de Actividades”, “Interacción y Convivencia en el aula” etc, pero que en conclusión debemos experimentar para llegar a un entendimiento profundo de las mismas. A parte de todo esto, hay a mi parecer dos puntos fundamentales tratados en clases teóricas que se nos plantea tanto en el PD como en el Proyecto de innovación: la motivación y la evaluación.

La motivación está considerada como un elemento esencial para entender el aprendizaje y el rendimiento académico logrados por los estudiantes (Anaya-Huertas, 2010). Desde distintas posiciones teóricas se señala la importancia en el aprendizaje de atender tanto a los componentes cognitivos como a los motivacionales (Rinaudo et al., 2003). Se ha hecho un continuo hincapié en que los estudiantes motivados rinden más, pero hay que considerar que la motivación no es un asunto trivial: simplemente aplicar un método de enseñanza determinado no sirve, sino que la motivación escolar conlleva una serie de aspectos cognitivos, afectivos, familiares, sociales y académicos que tienen que ver con las actuaciones de los estudiantes y de los profesores (López y García, 2010) pudiendo requerir por tanto actuaciones muy diferentes para distintas aulas. Se debe pues tratar desde un punto de vista más “holístico”

La evaluación es clave de cara a preparar las actividades de clase. Una vez definidos los contenidos y competencias a trabajar, el cómo se evaluará el desarrollo de las mismas determinará a su vez el cariz de la actividad. Tal y como se ha puntualizado en las clases de evaluación: "*se deben evaluar los conocimientos, destrezas, los conocimientos, destrezas, capacidades, habilidades, actitudes y valores capacidades, habilidades, actitudes y valores*". Para obtener información relevante de los trabajos realizados por los alumnos es necesario identificar claramente las tareas implicadas en la realización de esos trabajos, y asociar el éxito en esas tareas a los criterios de evaluación definidos dentro de cada área curricular. De ahí que seleccionar las herramientas de mejores evaluación para distintas actividades sea el primer paso para definir dicha actividad.

Los dos proyectos se dirigían a los alumnos de 3º E.S.O. y se desarrollaron paralelamente en 3 clases (de unos 30 alumnos cada una, con aproximadamente el mismo número de chicas y chicos). Se contaba con una proporción importante (aprox. 30%) de estudiantes



de origen inmigrante, si bien es cierto que en su mayoría latinoamericano por lo que el idioma no suponía ninguna traba. Sólo había un caso de adaptaciones curriculares: un chico de Nigeria que no habla apenas español, pero el departamento de orientación trabajaban con él y le habían asignado tareas para realizar paralelamente en clase, con supervisión del profesorado en la medida de lo posible. Dos de las clases eran bastante similares en resultados y comportamiento; el ambiente en clase no era óptimo, y tendían a descentrarse y hablar bastante, pero se podía captar su atención y la participación en clase era aceptable. En la otra sin embargo los problemas de conducta eran mayores y el rendimiento académicos más bajo. La Unidad Didáctica en la que se encuadran ambos proyectos es la de “Reacciones Químicas”, correspondiente al Bloque 3. Los cambios químicos, según el curriculum de la asignatura presentado en el BOA<sup>1</sup>.

### 2.1 Proyecto de Innovación: construcción de un cohete

La actividad aquí presentada buscaba, como objetivos concretos:

- Presentar un cohete casero basado en una reacción química sencilla.
- Saber escribir, ajustar e interpretar dicha ecuación, identificando los reactivos y los productos.
- Saber efectuar los cálculos estequiométricos correspondientes.

Esto, a un nivel más global conlleva:

- que los alumnos puedan visualizar una reacción y los cambios en la masa/volumen de los reactivos.
- hacer la asignatura más interactiva e interesante

Ante la falta de motivación percibida en los alumnos de las clases en las que realicé el practicum (y con las prácticas de las asignaturas de evaluación y de diseño de actividades en mente) en el proyecto de innovación me planteé buscar una actividad más dinámica, con base en la experimentación y que involucrara más a los estudiantes. A su vez me parecía interesante plantearlo como un proyecto por grupos. Es un modelo de aprendizaje que, frente a los modelos competitivo e individualista, plantea el uso del

---

<sup>1</sup> Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo

trabajo en grupo para que cada individuo mejore su aprendizaje y el de los demás. En este modelo hay, por tanto, un doble objetivo: aprender los objetivos previstos en la tarea asignada y asegurarse de que todos los miembros del grupo lo hacen a partir de la interacción y la ayuda entre partes en forma sistemática. El movimiento del aprendizaje cooperativo en la escuela se deriva del pensamiento pedagógico de J. Dewey y las investigaciones de K. Lewin sobre la dinámica de grupos. A partir de sus trabajos se llegó a la elaboración de métodos científicos que recogieran datos sobre las funciones y los procesos de la cooperación (Schmuck,1985). Esta forma de trabajar conlleva numerosos beneficios (Ferreiro, 2007), tales como el desarrollo de habilidades para colaborar, comunicarse, solucionar problemas, etc. y un aumento de la motivación en general (se detallará más en profundidad en el apartado siguiente). Así pues en este trabajo se plantea cómo introducir a los alumnos de 3ºESO al cálculo estequiométrico usando la experimentación y el aprendizaje basado en proyectos para un aprendizaje significativo.

La mayor dificultad para llevar esta metodología podría ser quizás decidir cómo formar grupos: ¿les dejas elegir, lo haces al azar, debe crear el profesor grupos heterogéneos tanto en género como en notas? Sin conocer a los alumnos, el primer trabajo puede ser también un test, dejar que la clase se organice y sean autosuficientes, y observar los resultados. Si los grupos no han sido heterogéneos (en cuanto al promedio de chicas y chicos, por ejemplo) para el siguiente trabajo creo que el profesor debe actuar y asegurar esta variedad dentro de los grupos. Al fin y al cabo no siempre se puede elegir con quién te toca trabajar, aceptarlo y sacar a delante el trabajo es parte de la formación también. En cualquier caso, puestos a plantear trabajos colaborativos, el cambiar el grupo y tener que interactuar con distintas ideas, puntos de vista etc. es una de las partes más enriquecedoras de la experiencia.

Ya dentro del tema de las reacciones químicas en concreto, inicialmente pensé que es relativamente fácil de impartir, ya que las reacciones están presentes en la toda vida cotidiana. Sin embargo esto no es siempre así.

En la enseñanza de la química se destacan tres niveles de representación (Johnstone, 1993): el macroscópico (sustancias y sus propiedades, procesos), el simbólico (ecuaciones, fórmulas) y el submicroscópico (modelos corpusculares). Los estudiantes deberían poder relacionar/integrar los tres niveles de representación para interpretar

ciertas reacciones químicas presentes en la vida cotidiana, pero encontramos que la enseñanza de la química se preocupa en exceso de los aspectos simbólicos, y se trabajan generalmente a través de la resolución de problemas abstractos (Soudami et al., 2000). Las demostraciones y experimentos ocupan un segundo plano, dificultando que los estudiantes asocien este conocimiento cotidiano (los aspectos macroscópicos) con los conceptos más abstractos que presenta la asignatura (Trujillo, 2006; Furió y Domínguez, 2007; Santos et al., 2011).

Usar metodologías centradas en demostraciones y experimentación no es solo positivo de cara a qué se aprende, sino a cómo se aprende: se ha comprobado que la participación activa de los estudiantes fomenta su curiosidad, creatividad e interés, dándose así un aprendizaje más efectivo (Molina et al., 2006). Esto es un factor fundamental de cara a plantear actividades de enseñanza-aprendizaje, ya que despertar la curiosidad de los alumnos de secundaria de hoy en día no es una tarea fácil. Por otro lado, y complementando lo anterior, las metodologías basadas en la realización de proyectos suponen una serie de ventajas adicionales, destacando entre ellas el desarrollo de habilidades y competencias tales como colaboración, el planteamiento de proyectos, la comunicación, la toma de decisiones y el manejo del tiempo (Dickinson et al, 1998); el aumento de la motivación; la preparación para afrontar situaciones reales en un futuro laboral (Sánchez, 2013), etc.

Es por ello que en este trabajo se buscaba implementar otra propuesta compatible con las señaladas que incluya los aspectos positivos de la experimentación y el trabajo por proyectos. A nivel formativo, como docente, el realizar este tipo de actividades es interesante, ya que los conocimientos respecto a las metodologías aplicadas se combinan con los de la gestión del aula, es decir psicología educativa, pero también con la parte relativa a la inteligencia emocional para enfrentar situaciones en las que los alumnos pierdan la actitud de trabajo. Todo para finalmente llegar al desarrollo de las competencias fundamentales para su adecuado ejercicio profesional.

### Proyecto Didáctico

En el bloque de las reacciones químicas en 3º E.S.O. consideré que los objetivos mínimos exigibles deberían los que se enumeran a continuación:

- Distinguir entre cambios físicos y químicos.
- Interpreta una reacción química a partir de la teoría de colisiones
- Escribir, ajustar e interpretar ecuaciones químicas sencillas, identificando los reactivos y los productos.
- Efectuar cálculos estequiométricos sencillos con masas y volúmenes.

Lo primero a considerar fue el punto de partida de los estudiantes. Se ha visto en contextos similares que los alumnos presentan dificultades entre otras cosas en comprender la reordenación de los átomos después de la reacción (Hesse y Anderson, 1992) y en el concepto y la necesidad de usar moles. De ahí que no se consiga llegar a asimilar el cálculo estequiométricos. Además, destacaría aquí que los alumnos parecen encontrar dificultades en la nomenclatura química los números de oxidación y las transformaciones de materia (Valero y Mayora, 2009). Es importante también considerar las ideas alternativas persistentes, que juegan un papel importante en cómo aprendemos ciencia, y pueden hacer difícil para el profesor identificar los razonamientos que siguen los alumnos (Talanguer, 2010). Todas estas dificultades se deben tener en cuenta cuando se diseñan actividades de aprendizaje sobre las reacciones químicas. Con esto en mente en las actividades planteadas se intentó hacer hincapié tanto en los ajustes de reacciones como en el concepto de mol. De manera transversal se buscó facilitar el aprendizaje cooperativo por pequeños trabajos de investigación en grupo y fortalecer la noción de la seguridad y limpieza en el laboratorio.

Hay que señalar que las consideraciones con respecto a la motivación y al cómo evaluar que se discutieron ya para el proyecto de innovación, aún están vigentes en el PD.

### 3. Presentación de los trabajos seleccionados

#### 3.1 Proyecto de Innovación

La metodología a seguir en el Proyecto de innovación quedó al final como sigue:

*Paso 1:* Se plantea el proyecto: “construir un cohete” usando reacciones químicas.

*Paso 2:* Se presenta un ejemplo práctico; el caso de la reacción del vinagre con el bicarbonato. Mostrar los materiales (bicarbonato, vinagre, y un recipiente, por ejemplo un bote con un tapón a presión, de menor volumen que el del CO<sub>2</sub> de los reactivos finales). Antes de mezclar los reactivos en el bote escribir la reacción y su ajuste. Después introducir el concepto de mol y empezar explicar los cálculos estequiométricos correspondientes. Hay que señalar que el ajuste de ecuaciones se habrá explicado previamente por medio de analogías y el uso de modelos moleculares (se detallará más este punto en la descripción del proyecto didáctico).

*Paso 3:* Tras una discusión en grupo, resolver los cálculos entre todos para concluir que el volumen de CO<sub>2</sub> final es mayor que el volumen del bote. Volver a plantear qué pasará en el tubo una vez se mezclaran los reactivos y se cierre el tapón del bote contenedor.

*Paso 4:* Realizar la reacción y ver cómo el bote salió propulsado hacia el techo.

*Paso 5:* A partir de ahí se plantea de nuevo el proyecto, por grupos de 3 ó 4 alumnos. Cada grupo deberá traer preparado dos “cohetes” como el mostrado en clase, usando en ambos la misma cantidad de bicarbonato. Deberían presentar los correspondiente cálculos estequiométricos, y justificar las diferente salturas alcanzada. Alternativamente se les ofrecerá la posibilidad de traer un solo cohete, pero basado en otra reacción, con lo que tendrían que investigar más por su cuenta. El experimento alternativo debería ser seguro y antes de realizar cualquier prueba sería necesario presentar por escrito su idea.

*Paso 6:* A la semana siguiente en el patio, los grupos realizaran el experimento. Después se limpiaran los restos del experimento aprovechando para hablar de la importancia de la limpieza en un laboratorio.

### Observaciones sobre el Proyecto de Innovación tras terminar el máster

El proyecto de innovación se llevó parcialmente a cabo en 3 aulas de 3º E.S.O. coincidiendo con el inicio de la unidad didáctica.

En su planteamiento inicial el proyecto habría supuesto un 15% de la nota del tema; por motivos de temporalización no iba a evaluar yo la UD, y mi tutora decidió que la actividad contara como una nota de clase más, y es por ello que el nivel de exigencia de la tarea también se bajó: presentaron sólo un cohete por grupo, usándose solo la reacción del bicarbonato con vinagre, y no entregaron los cálculos. La actividad se evaluó por observación directa (instrumento de evaluación usado el anecdotario) considerando el que se realizara el experimento, el comportamiento en el patio y que recogieran el material y limpiaran al final.

En este respecto todo lo grupos realizaron el experimento, aunque hubo varios que alborotaron en el patio y no recogieron al final (variando entre 3 y 5 de un total de 9 grupos en cada clase). Desconozco cómo se calificará la actividad al final del tema, ya que mi tutora no me dio más detalles.

Por mi parte, como instrumento para evaluar la actividad me basé en el diálogo con los estudiantes: durante la sesión en el patio pregunté en todos los grupos su opinión sobre la misma y si querrían repetir este tipo de metodología. En todas las clases obtuve respuestas parecidas. En general les gustó y repetirían, sobre todo por la parte más lúdica que presentaba, con el desafío de ver “quién llegaba más alto”. Muchos de ellos dijeron que esto era “mejor que dar clase” pero unos pocos señalaron que les había motivado mucho, ya que echaban en falta hacer más experimentos en la asignatura. Muchos observaron también que debería contar más para la nota, ya que le habían tenido que dedicar tiempo en casa.

La actividad cumplió los objetivos generales: por un lado todos pudieron ver y entender la reacción y los cambios en la masa/volumen de los reactivos; por otro lado, aumentó el nivel de interacción y motivación en todas las clases. Realmente lo más destacable de la actividad fue el aspecto motivacional: el nivel de implicación de los alumnos fue alto; como ya se ha dicho casi todos los grupos presentaron un proyecto, si bien es cierto que algunos con más atención al detalle, y muchos de los cohetes no funcionaron. Los grupos que no trajeron el cohete (un total de 3 grupos) mostraron

grabaciones de los intentos realizados durante el fin de semana. Además, en las 3 clases de 3ºE.S.O., los alumnos mostraron un interés mucho mayor en las sesiones dedicadas al experimento, y por su actitud en clase y las preguntas que plantaron parecieron entender la materia.

En las aulas A y B pude verificar, por un análisis de los cuadernos de clase, que al menos la mitad de los alumnos siguieron la explicación: en los últimos 15 minutos de clase mandamos un ejercicio del libro y paseando por la clase y pude ver cómo trabajaban y sus cuadernos de trabajo. Como ya he indicado, al menos la mitad resolvieron el ejercicio; entre los demás algunos necesitaban repasar o afianzar conceptos, y otros simplemente no estaban centrados en resolver el ejercicio. En el aula C, aunque también estuvieron muy pendientes del experimento, y el nivel de participación fue alto, volver a instaurar un ambiente de trabajo para resolver ejercicios del libro resultó casi imposible. Esta clase pierde la concentración más fácilmente

En retrospectiva, la propuesta presentada surgió por la falta de trabajo experimental que percibí durante los practicum I y II, así como la falta de motivación que mostraban algunos alumnos. Buscaba introducir conceptos por demostraciones en las que los estudiantes pudieran profundizar al realizar sus propios proyectos. Como ya se ha explicado en los puntos anteriores estas metodologías suponen en principio una mejora de la motivación, el aprendizaje significativo, y el desarrollo de habilidades tales como la comunicación, la planificación, resolución de problemas, etc.

La actividad cumplió su labor motivacional. Sin embargo de cara a repetir la actividad, hay que señalar que los resultados habrían sido mucho mejores si la actividad hubiera tenido mayor peso en la nota. Ir con los estudiantes al patio en horas de clase puede dar pie a que algunos se desconcentren mucho y pierdan noción de lo que se está tratando de hacer: el que la nota sea más importante ayuda a que muchos estén más centrados y preocupados por el desarrollo de la sesión. También habría sido positivo para el aprendizaje de la materia, la que el esfuerzo requerido también se habría incrementado. Por tanto, veo necesario aumentar la importancia de la evaluación en esta actividad y su impacto en la nota final, mostrando a los estudiantes antes de nada la rúbrica que se usará para ello (tal y como se nos ha señalado en las clases teóricas de Evaluación e Innovación docente).

La demostración no sólo sirvió para aumentar la atención, también ayudó a que entendieran mejor los cambios de masa/volumen en los reactivos, y en dos de las clases para que aproximadamente la mitad de los estudiantes fueran capaces de aplicar esto a la resolución de ejercicios. Este porcentaje se podría haber aumentado, en las tres clases, de ser parte de una actividad más importante. Además se podría haber fomentado la iniciativa de los estudiantes con el planteamiento inicial, dando oportunidad de investigar más sobre el tema. Creo que la actividad funcionó bastante bien en las clases A y B: gustó a los alumnos se hizo la clase más interactiva e interesante para ellos. El grupo C, aunque también disfrutó la demostración y la parte experimental, habría requerido el incentivo de la nota para mantener el ritmo de trabajo. En definitiva la actividad cumplió sus objetivos generales, pero ya que no pude evaluar la UD, no puedo afirmar hasta qué punto cumplió con los objetivos concretos (escribir ecuaciones y efectuar los cálculos estequiométricos correspondientes) ni qué efecto habría tenido la evaluación sobre la propia ejecución por parte de los alumnos.

### 3.2 Proyecto didáctico

El PD desarrollado finalmente quedó como sigue:

#### *Sesión 1:*

Objetivos: Comprobar los conocimientos previos de los estudiantes. Qué son las reacciones químicas. Cambios físicos y químicos.

Actividades:

- Se plantea qué es una reacción química y se proponen preguntas abiertas a los alumnos.
- Explicación: qué son las reacciones y que son cambios físicos y químicos
- Lectura fragmento anecdótico sobre un avance social debido a la química (del capítulo 7 del libro “Una breve historia de casi todo” de Bill Bryson)
- Visionado de un video sobre la química en la sociedad ([https://www.youtube.com/watch?v=rWefh3\\_FCe0](https://www.youtube.com/watch?v=rWefh3_FCe0))



- Discusión sobre el video
- Explicación: ¿Por qué ocurren las reacciones? Teoría de colisiones

Evaluación: Diagnóstica, de cara a tener en cuenta los conocimientos iniciales de los estudiantes. Realizada por observación directa, considerando participación, comportamiento e interés. Instrumento de evaluación: anecdotario

### Sesión 2:

Objetivos: Explicar las reacciones químicas de un modo más intuitivo y visual.  
Ley de Lavoisier.

Actividades:

- Repaso a la teoría de colisiones
- Con los modelos realizar reacciones como por ejemplo:

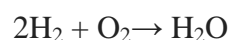
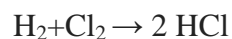
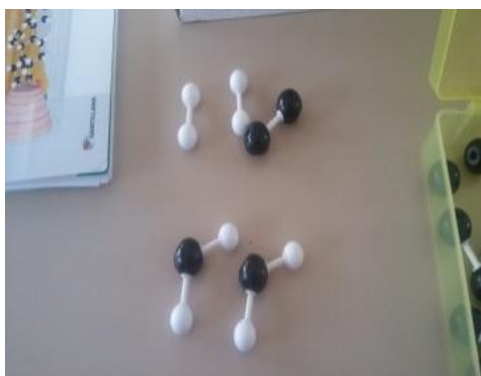


Fig.1. Modelos moleculares

Evaluación: De tipo formativa, por observación indirecta: análisis de la producción de los alumnos. Instrumento de evaluación: one minute paper (Lucas, 2010), en el que se les pediría responder 3 preguntas:

- 1.- Dibuja una de las reacciones que representaste con los modelos
- 2.- ¿Qué es lo más significativo que aprendiste hoy en la clase hoy?
- 3.- ¿Cuál es la principal duda que todavía tienes respecto a la clase de hoy?

### *Sesión 3 y 4: Dedicadas al Proyecto de Innovación*

Evaluación: Sumativa, por observación directa, considerando el que se realizara el experimento, el resultado de los cálculos, el comportamiento en el patio y que recogieran el material y limpiaran al final. Instrumento de evaluación: Rúbrica.



Fig.2. Fotos de la actividad del proyecto

### *Sesión 5:*

Objetivo: repasar y afianzar la materia hasta ahora

Actividades:

- Realizar y corregir ejercicios (se usaran reacciones cotidianas que puedan identificar a nivel macroscópico, tales como la fotosíntesis y la combustión)
- Repaso de las clases anteriores: por parejas, se les dará 3 minutos para que piensen 2 preguntas de la materia hasta el momento.

Se les manda un trabajo por grupos de 3 ó 4, sobre la industria química en la sociedad y su influencia en el medio ambiente (por ejemplo sobre: La lluvia ácida, el efecto invernadero, los fármacos, etc.). Esto plantea trabajar dentro de un enfoque interesante: la metodología CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que trata que trata las interacciones existentes entre esos tres conceptos y ayuda a enseñar la asignatura dentro de un contexto más cercano a los estudiantes (Acebedo, 2002).

Evaluación: Formativa, realizada por observación directa, planificada, considerando participación, comportamiento e interés. Instrumento de evaluación: anecdotario.

#### *Sesión 6:*

Objetivos: Que los alumnos observen algunos factores que pueden afectar a la velocidad de una reacción química

Actividades:

- Varillas luminiscentes, experimento para ver cómo afecta la temperatura a la velocidad de la reacción
- Trozos de patata en botellines con agua y con agua oxigenada, para comprobar cómo se acelera la formación de O<sub>2</sub> en el segundo caso. Deberán deducir que ocurre e investigar el por qué.

Evaluación: Sumativa, por observación directa por observación directa, y por análisis de la producción de los alumnos: el guión de prácticas. Instrumento de evaluación: Rúbrica.

#### *Sesiones 7 y 8:*

Actividades: Cada grupo dispondrá de un máximo de 10 minutos, con total libertad para el formato de presentación (TIC, poster, etc).

Evaluación: Formativa, por observación directa. Instrumento de evaluación: Rúbrica (ver Anexo I).

La nota final de la UD será un promedio de las siguientes

- El trabajo del “cohete” (15% de la nota del tema)
- La práctica de laboratorio (10% de la nota)
- La presentación del trabajo en grupo final (20% de la nota):
- Examen escrito al final del tema (40% de la nota) (ver Anexo II)
- Notas de clase – anecdotario (15%)

## Observaciones sobre el PD tras terminar el máster

Pese a no haber llevado a cabo el PD completo, sí que puede comprobar cómo la demostraciones/experimentos y proyectos resultan muy provechosas de cara a mantener un ambiente de trabajo dinámico y facilitar la comprensión de los contenidos. Además, comenzar la UD con actividades basadas en el uso de analogías ayudó a que los estudiantes pudieran poner el temario en contexto en la vida cotidiana (Aragón, 2013); personalmente encontré útil comenzar con analogías relativas a recetas de cocina (desde un enfoque macroscópico, más intuitivo) y luego usar modelos moleculares como los de la fig. 1 para hacer hincapié en ideas como que el número de átomos debe conservarse.

De todas formas, esto ha sido un primer paso formativo, y después de terminar las prácticas y las clases teóricas creo que habría cambiado varias actividades de cara a llevar a cabo este PD.

Primero, en la sesión 1, de cara a trabajar con videos, podría haberse planteado la sesión como una clase invertida, partiendo de un breve video que ya hubieran visionado en casa, para la parte teórica. La clase se centraría más en discutir éste video y el programado para la clase. Sería interesante también antes de esto pasar un breve cuestionario para comprobar sus ideas de la materia antes de comenzar la unidad didáctica. Otra “actividad” que me parece intentaría implementar, es pasar al final de cada clase un papel (o tener un documento en Google Drive) para que todos escribieran una pregunta sobre lo que se haya visto en clase; aclarando que de no tener dudas bastaba poner una pregunta que creyeran podría ser interesante, o que ellos pondrían en un examen por ejemplo. La idea sería empezar cada sesión siguiente dedicando al menos 5 ó 10 min a resolver todas las cuestiones posibles.

En la sesión 2, para el trabajo con modelos moleculares detecté una serie de fallos en mi gestión del aula que corregiría de cara a repetirla: repartir los materiales que iban necesitando a lo largo de la clase (según los propios alumnos se daban cuenta de necesitarlos) interrumpía demasiado el ritmo de trabajo, habría sido más práctico repartir por ejemplo plastilinas al comienzo de la actividad y que ellos mismos se proveyeran de los modelos. Tras algunas discusiones en las clases del máster, y ver los trabajos de otros compañeros, pienso que quizás también habría sido más provechoso plantear la actividad con un guión de preguntas en vez de la idea inicial del “*1 minute paper*”, pero no estoy tampoco segura de esto último.

A parte, de esto, hay muchas herramientas que visto a posteriori me habría gustado intentar llevar al aula. Me refiero principalmente a la gamificación. No es lo mismo que juegos educativos: en la gamificación se crea un espacio de juego mucho más atractivo y motivante para los jugadores que la segunda: *"la utilización de mecanismos, la estética y el uso del pensamiento, para atraer a las personas, incitar a la acción, promover el aprendizaje y resolver problemas"* (Kappa,2012:9). Así se busca motivar, influenciar y ayudar al aprendizaje. Los fundamentos de estas prácticas cambia el comportamiento de los estudiantes, ya que se generan experiencias en las que los "jugadores" son parte activa, con mayor autonomía e influencia sobre el proceso. El propio juego genera el deseo de alcanzar unas expectativas y superar retos (Przybylski, 2010).

Viendo el potencial que presenta esta forma de trabajar, la sesión 5, destinada al repaso y resolución de ejercicio, la habría planteado con este otro enfoque. Los ejercicios habrían sido en su lugar misiones para superar en grupos e ir puntuando, y a esto posiblemente habría añadido el uso de juegos lúdicos como deberes o actividades previas. Me han resultado muy interesantes los dos que enumero a continuación:

- En plataforma app ChemCapter (<https://chemcaper.com/>) que pasa por ser un videojuego que enseña los fundamentos de la química, instrumentos, etc con muchos parecidos a los 'Final Fantasy' y juegos similares de tipo RPG.
- En plataforma pc videojuego Minecraft Education Edition, que ha actualizado este mismo año un parche para añadir un laboratorio de química.

Por último, durante el máster hemos visto que el currículo pretende abordar no sólo los contenidos propios de la materia sino también integrar contenidos educativos vitales en la formación de ciudadanos que permitan desarrollar determinadas actitudes (definidos en el artículo 6 del Real Decreto 1105/2014, por el que se establece el currículo básico de Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato). Mi PD original no incluye actividades en los que se incluyan muchos de estos. Entre ellos, y de cara a educar en valores cívicos y democráticos, habría sido interesante hacer hincapié en valores como la educación ambiental, la resolución pacífica de conflictos y la igualdad de género.

Para el primer punto se habría aprovechado las sesiones 7 y 8, habiendo previamente orientado a los grupos (algunos de ellos) a elegir para sus trabajos temas relativos a la

contaminación y el tratamiento de residuos. El segundo se podría haber tratado hablando sobre la creación de los premios Nobel por Alfred Nobel y mandando trabajos voluntarios sobre el tema. En cuanto al tercer punto, viendo que en las aulas había un porcentaje algo de chicas, habría sido una buena idea incluir en el PD espacio para promover no sólo la igualdad de género en general sino además el interés de las chicas en la ciencia. En los últimos años se están poniendo en marcha iniciativas con este fin. Por ejemplo, el Proyecto Hypatia (<http://www.expecteverything.eu/hypatia/>) fundado por el programa EU Horizon 2020, cuyo objetivo es desarrollar un marco teórico para la promoción/inclusión de las chicas en la educación STEM, y producir un archivo de actividades/dinámicas/herramientas para ello. Hay muchas de éstas disponibles, la mayoría para despertar el interés de los jóvenes, en especial de las chicas, por el modelo STEM y por las distintas carreras relacionadas, siempre desde una perspectiva inclusiva en cuanto al género. Incluyen actividades prácticas de distinto tipo, como talleres de contenido científico, coloquios o debates informales y encuentros con profesionales de las disciplinas STEM. Una de estas actividades.

#### **4. Reflexiones**

El sistema de formación de profesorado actual es como ya se ha mencionado, de tipo consecutivo, por lo que al llegar al máster tenemos una muy amplia formación disciplinar, pero adolecemos de la parte didáctico-pedagógica, que se adquirirá durante la realización del máster de 60 créditos. Tras esto nos enfrentaremos como docentes un currículo basado en competencias, que no olvida la importancia de los conocimientos, pero los aborda de manera interrelacionada, poniendo en juego al mismo tiempo conocimientos, destrezas, habilidades y valores. Estaremos muy bien preparados disciplinalmente cuando la sociedad actual demanda que el profesor no sea un mero transmisor del conocimiento, sino un guía para que los alumnos construyan su propio conocimiento. Siendo que encuentro en la modalidad de Física y Química, prestemos un momento atención a las competencias científicas. La alfabetización científica se ha convertido es una necesidad (Sadler, 2009), y para ello el currículo propone el desarrollo de la competencias científicas; estas competencias contribuyen al desarrollo del pensamiento científico, pues incluyen la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, la contratación de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social. Se apunta a educar a miembros de la sociedad responsables y respetuosos, con actitudes y valores relacionados con la asunción de criterios éticos asociados a la ciencia y a la tecnología, el interés por la ciencia, el apoyo a la investigación científica y la valoración del conocimiento científico

Como futuro docente, conseguir tales objetivos me parece una tarea compleja y para la que sin duda no te prepara la mera formación disciplinar: es de importancia crítica obtener y saber utilizar este arsenal de herramientas que nos proporciona el máster, así como los conocimientos sobre el marco institucional y legal en el que nos moveremos para aplicarlas. De hecho no se dejan de proponer programas formativos para profesores (Cobos et al., 2016), cursos, etc. que hacen patente que en una sociedad está en continua evolución, los estudiantes cambian con ella y también los docentes deben formarse y “reformarse” continuamente con ellos. Esa flexibilidad es algo que también debemos aceptar e incluso aprovechar, y que nos lleva también a una práctica de constante reflexión y reevaluación de la labor docente, reelaborándose y contextualizándose estas circunstancias. El desarrollo de la práctica reflexiva es considerado un aspecto importante en la formación del profesorado de ciencias (Vázquez et al., 2007). Hay que

ser conscientes de que los estudiantes, sus motivaciones, influencias, intereses... cambian muy rápido, casi de un año para otro, y las metodologías que usamos a veces no se adaptan al mismo ritmo.

En los proyectos tratados en los dos apartados anteriores, fue la primera vez que me enfrenté en mayor o menor medida a la realidad de la labor docente. Uno de ellos (el proyecto de innovación) estaba contenido dentro de mi proyecto didáctico. Es normal por tanto que ambos lleven la misma intencionalidad: suplir la falta de trabajo experimental que percibí durante los practicum I y II, así como la falta de motivación que mostraban algunos alumnos. Por ello se proponen actividades más dinámicas, con base en las analogías y en la experimentación y que involucrara más a los estudiantes.

La respuesta de los estudiantes en las clases fue mayoritariamente positiva, con lo que la función motivacional se cumplió. En cuanto a si se consiguió un aprendizaje más significativo, por cuestiones logísticas no pude completar el PD, ni evaluar, así que no puedo confirmar esa parte. No obstante, el que resultara ayudara a la motivación de los grupos ya lo considero una pequeña victoria. Creo que en principio estos proyectos pueden cumplir su función, pero están muy abiertos a mejora, como ya se ha señalado en el apartado anterior. El haber oído las exposiciones de compañeros, opiniones de los estudiantes, y la crítica de las profesoras que evaluaron estos trabajos, me ayudó no solo a esa reflexión sobre mi posible labor docente, sino a darme cuenta de que esta profesión requiere en parte tomársela como un desafío y estar tanto o más motivado que los propios alumnos.

En el caso de la enseñanza de ciencias puede que esto sea más crítico si cabe, ya que son asignaturas que tienen ya el estigma de difíciles, y despiertan rechazo en muchos estudiantes. El primer día en el instituto recuerdo que varios chicos me dijeron que la física y la química, a ellos no les gustaba e iban a ir a letras, o a biología otros. Estos alumnos que no consideran importante aprender la materia ya que en un año cambiarán de vía, son difíciles de captar, y puede resultar tentador priorizar a otros que presenten mejor disposición hacia la asignatura. Es importante por esto ser conscientes de que la labor del profesor no debe ser formar a futuros físicos o químicos, si no contribuir a la formación básica de ciudadanos críticos, democráticos y reflexivos, de acuerdo con las competencias científicas que se deben trabajar.



Esto es a la vez muy concreto y muy amplio. El profesor no puede elegir los contenidos, ya determinados en el curriculum, pero si puede determinar qué mínimos exigir, y cómo enseñarlos... Se puede obtener un grado alto de autonomía en el aula, pero siempre respondiendo ante la institución, y por supuesto los padres, que muchas veces critican e inhiben los esfuerzos del profesor. En definitiva, la labor profesional del profesorado en general (y el de Física y Química, en particular) es tan importante como compleja y poco reconocida. *“Realizamos labores de trabajadores sociales y vivimos las primeras manifestaciones de problemas que nuestra sociedad no sabe cómo resolver (violencia, consumismo, discriminación, etc.); soportamos descalificaciones (el estigma de los tres meses de vacaciones...) sin apreciar muchas veces un respaldo de “nuestra patronal”... Pero, además de estas dificultades genéricas, tenemos otras específicas”* (Bueno, 2003).

Y mientras se nos pide que eduquemos para esta alfabetización científica e intentamos que los estudiantes comprendan la importancia de la ciencia en la sociedad, vivimos cada vez más recortes en investigación, con bastante indiferencia a nivel social... Nos enfrentamos ahí con una paradoja en la que se nos pide cambiar el paradigma de la percepción social de la ciencia en el aula, mientras que en la sociedad fuera no cambia a la misma velocidad. Y en algunos cursos, se cuenta sólo con 2 horas semanales para todo esto, lo que no deja de ser un poco contradictorio con el discurso sobre la necesidad de mejorar la cultura científica y tecnológica de los ciudadanos. Esto último se podría paliar si hubiera mayor interacción con asignaturas como tecnología, o las otras de las ramas de ciencias, que se suponen orientadas a esto también. Sin embargo por lo que he podido observar esta colaboración no es imperativa, queda al criterio de los profesores, y dado que la ciencia hoy día es cada vez más multidisciplinar, ahí percibo una carencia en la educación que podamos llegar a dar.

En cualquier caso, con todo esto en mente, y ganas de innovar, de probar las ideas y metodologías que nos hemos llevado del máster, desarrollar nuevas, experimentar etc creo que el trabajo de profesor de ciencias será un desafío emocionante, que me apetece mucho poder enfrentar.

## 5. Conclusiones

Este trabajo es el punto final del Máster en Formación del Profesorado de Secundaria, Bachillerato y Formación Profesional que he realizado en la Universidad de Zaragoza en el curso 2017/2018. Pretende ser una reflexión crítica sobre el trabajo realizado y la influencia que tendrá en mi futura labor docente. Comenzando por una introducción en la que encuadramos la función formativa del máster en la sociedad actual, y mis propias motivaciones para cursarlo, pasamos a analizar de forma crítica algunos de los proyectos realizados durante el mismo, haciendo hincapié luego en cómo la formación que el máster ha cambiado mi visión sobre los propios trabajos y sobre la tarea docente en el aula de Física y Química.

La primera conclusión a la que llego es que la etapa del prácticum III me resulta corta; sería interesante tener la oportunidad de repetir la estancia, para intentar corregir errores, o aplicar otras metodologías. Sería más interesante incluso ir a distintos centros, ya que por lo que he visto, las experiencias descritas por compañeros en otros colegios, son radicalmente distintas.

Después, si bien hemos aprendido que hay una legislación y unas instituciones a la que rendir cuentas, está en la mano del profesor adaptar su labor, con un considerable grado de autonomía. Y ya que con la libertad viene la responsabilidad, estará en nuestra mano que las clases sean lo más atractivas posible, y facilitar un aprendizaje significativo en los estudiantes. Personalmente lo que me gustaría poder conseguir es dar a mis futuros alumnos las herramientas y bases para que puedan ser protagonistas de su aprendizaje, y desarrollen un sentido de la autocrítica y la reflexión. A partir de ahí, y quizás siendo un poco idealista aún, transmitir el interés y el asombro por la ciencia, sería mi meta última.

Las clases son además una plataforma de educación cívica, tal y como se incluye en el currículo: incluir competencias transversales, como el respeto ambiental y la igualdad de género son actitudes que ya he planteado en mi PD. Uno de los objetivos más importantes para mí es dar a estas competencias transversales un peso importante para los estudiantes ya que es nuestra responsabilidad como docentes que la próxima generación sea mejor que la nuestra.

También siendo conscientes de que no todos los alumnos querrán ser científicos, no se trata solamente de formar a futuros físicos o químicos, si no contribuir a la formación básica de ciudadanos con una base científica que les ayude a enfrentarse de forma crítica a la sociedad de la que forman parte.

Y por último, tan dinámica y cambiante como es la sociedad hoy día, debe ser la capacidad de adaptación del docente. Esto implica que el conocimiento profesional debe ir desarrollándose a lo largo de la carrera profesional. Por ello aunque el máster es el punto de partida de nuestra formación pedagógica no puede ser el final.

## **Bibliografía**

Abbott, A. (1988). *The system of professions: An essay on the division of expert labour*. Chicago: University of Chicago Press.

Acevedo, JA. (2002). La formación del profesorado de enseñanza secundaria para la educación CTS. Una cuestión problemática. Online [www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm](http://www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm)

Albrecht, C.S. (2012). *The game of apiñes. Gamification of positive activity interventions*. Maastricht University. Maastricht, Países Bajos.

Alrabai, Fakieh. (2014). Motivational Practices in English as a Foreign Language Classes in Saudi Arabia: Teachers Beliefs and Learners Perceptions. *Arab World English Journal*. 5.

Anaya-Huertas, C. y Anaya-Durand, A. (2010). “¿Motivar para aprobar o para aprender? Estrategias de motivación del aprendizaje para los estudiantes”, *Tecnología, Ciencia, Educación*, vol. 25, núm.1, pp. 5-14

Aragón, M. M., Oliva-Martínez, J.M. y Navarrete, A. (2013). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), pp. 9-30.

Ball, D. L. y Forzani, F. M. (2009). The Work of Teaching and the Challenge for Teacher Education. *Journal of Teacher Education*, 60 (5), 497-511.

Bolívar, A. (2007). La formación inicial del profesorado de secundaria y su identidad profesional. *Estudios sobre Educación*, 12, 13-30.

Cobos, T., y Blanco López, A. (2016). Reflexión sobre la práctica de profesorado de ciencias de secundaria en un programa formativo en torno a la competencia científica. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del profesorado*, 19 (2), 195-206

De Jong, O. y Treagust, D. (2002). The teaching and learning of electrochemistry. En J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D.F. Treagust y J.H. van Driel (Eds.). *Chemical Education: Towards research based practice* (pp. 317-337). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Dickinson, K.P., Soukamneuth S., Yu, H.C., Kimball, M., D'Amico, R., Perry, R., et al. (1998). Providing educational services in the Summer Youth Employment and Training Program, Washington, DC: U.S. Department of Labor, Office of Policy & Research.

Eurydice (2012). Key data on Education in Europe 2012. Brussels: Eurydice.

Elbaz, F. (1983). Teacher thinking: A study of practical knowledge. London. Croomhelm.

Ferreiro Gravié, R. (2007). Nuevas alternativas de aprendizaje y enseñanza: aprendizaje cooperativo. Alcalá de Guadaíra, Sevilla

Furió Más, C. y Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), pp. 241-258.

Gimeno, J. (1987), "Presentación" en Popkewitz (Editor): Formación del profesorado. Tradición, Teoría y Práctica. Universidad de Valencia. Valencia.

Gutiérrez González, J. M. (2011). La formación inicial del profesorado de Secundaria. Del CAP al máster. *CEE Participación Educativa*, 17, 96-107.

Hidi, S., Renninger, K.A. and Krapp, A. (2004). In D.Y. Dai & R.J. Sternberg (Eds.), Motivation, emotion and cognition: integrative perspectives on intellectual functioning and development. Mahwah, NJ: Lawrence Erlbaum, pp. 89–115.

Hesse, J. y Anderson, C. 1992. Students Conceptions of Chemical Change. *Journal of Research in Science Teaching*, 29 (3): 277-299

Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70 (9), 701-705.

Kapp, K. (2012). The Gamification of Learning and Instruction: Game Based Methods and Strategies for Training and Education. San Francisco: John Wiley & Sons.

López, E., J. y García, B. (2010). "Tareas educativas interactivas, motivación y estrategias de aprendizaje, en educación primaria, a partir de un currículum modulado

por nuevas tecnologías”, Teorías de la educación. *Educación y cultura en la sociedad de la informática*, vol. 11, núm. 1: 330-351

Lucas, G.M., (2010), “Initiating Student - Teacher contact via personalized responses to One Minute Papers.” *College Teaching*, vol.58, 239-42.

Molina, F., Farías, M., y Casas, A. (2006). El trabajo experimental en los curso de química básica. *Coloquio Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias*, 51-59.

Talanquer, V. (2010). Pensamiento intuitivo en química: suposiciones implícitas y reglas heurísticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), pp. 165-174.

Tiana, A. (2009) ¿Por qué hicimos la LOE? Madrid: Wolters Kluwer.

Trujillo, C. (2006). *Una imagen vale más que mil palabras: la utilidad de las demostraciones y la aplicación de los conceptos a la vida práctica en la enseñanza de la Química*. En F. A. GermánHernández, Experiencias significativas en innovación pedagógica (págs. 163-172). Bogotá, Colombia: Unibiblos.

Rinaudo, M. C.; A. Chiecher y D. Donolo (2003). “Motivación y uso de estrategias en estudiantes universitarios. Su evaluación a partir del Motivated Strategies Learning Questionnaire”, *Anales de Psicología* 19 (1)107-119.

Sadler, T. D. (2009). Situated learning in science education: socio-scientific issues as contexts for practice. *Studies in Science Education*, 45(1), 1-42.

Sánchez, J. (2013). *Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos*. Actualidad Pedagógica. [http://actualidadpedagogica.com/estudios\\_abp/](http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/)

Soudani, M., Sivade, A., Cros, D., and Médimagh, M. S. (2000). Transferring knowledge from the classroom to the real world: Redox concept. *School Science Review*, 82(298), 65-72.

Valero Alemán, P. y Mayora, F. (2009). Estrategias para el aprendizaje de la química de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos. *Revista Universitaria de Investigación*, 10(1), 109-135.

Vázquez, B., Jiménez, R. y Mellado Jiménez, V. (2007c). El desarrollo profesional del profesorado de ciencias como integración de la reflexión y la práctica. La Hipótesis de la Complejidad. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 4(3), pp. 372-393.

## **Anexo I. Proyecto Didáctico**

### INTRODUCCIÓN

#### 1. Contextualización del centro

El Centro “Obra Diocesana Santo Domingo de Silos” se configura como escuela católica de conformidad con el canon 803 del Código de Derecho Canónico y los artículos 16 y 27 de la Constitución Española. Se trata de un centro concertado en el que se imparten enseñanzas de secundaria: E.S.O. y Bachillerato. La sección de formación profesional ofrece 7 Ciclos Formativos de Grado Medio, 3 Ciclos Formativos de Grado Superior y 4 Ciclos de Formación Profesional Básica. El carácter propio del centro y el PEC contemplan varias dimensiones de la propuesta educativa del centro, pero recalcando el papel fundamental de la educación en valores. Muchos de los valores a los que se refieren son cristianos, de acuerdo con la naturaleza del centro en cuestión. Se puede decir que estos valores se integran en el PEC y se incluye así un “competencia espiritual” en el plan de estudios. Se trata, junto con las demás competencias definidas en la LOMCE, transversalmente en las materias.

El centro se ubica en el distrito de Las Fuentes. El barrio tiene una población tendente al envejecimiento (según la Revista sobre Datos de Población Provisionales de la ciudad de Zaragoza este barrio presenta una tasa de envejecimiento del 213,7%). La renta media de los habitantes del barrio es comparable a la media en Zaragoza, pero el coste de la vivienda es bajo lo que favorece la llegada de inmigrantes al mismo. Actualmente el 17% de la población es inmigrante; su número se ha reducido recientemente como efecto de la crisis. Son mayoría las familias procedentes de Europa (Rumanía) y África.

El centro atiende aproximadamente a 1000 alumnos, distribuidos en cuatro grupos por cada curso de E.S.O. y Bachiller (de aproximadamente 30 alumnos cada uno), y un grupo por cada ciclo formativo (también de unos 30 alumnos cada uno). El alumnado proviene mayoritariamente de los centros de educación infantil y primaria del distrito. Aproximadamente el 20% de los estudiantes son inmigrantes, algunos con grandes lagunas en su escolarización y problemas con el idioma. Es por ello que el centro con un



dos profesores pedagogo terapeutas, para desarrollar programas para la atención a la diversidad. A su vez, según la resolución de 10 de junio de 2014, del Director General de Política Educativa y Educación Permanente, el colegio forma provisional para impartir la modalidad de CILE 2 PIBLEA-BILINGÜISMO impartándose un 30% de las materias en inglés.

## 2. Curso al que se dirige la secuencia:

Las actividades desarrolladas en el punto siguiente se dirigen a los alumnos de 3ºE.S.O. En concreto se desarrollarán paralelamente en 3 clases (3ºA, 3ºB y 3ºC) comparándose los resultados obtenidos en cada una de ellas. Se cuenta con unos 30 alumnos por aula, aproximadamente igual número de chicas y chicos, y una proporción importante (aprox. 30%) de estudiantes de origen inmigrante, si bien es cierto que la mayoría son latinoamericano y el idioma no supone ninguna traba. Sólo hay un alumno con adaptación curricular, un chico de Nigeria que no habla apenas español, pero el departamento de orientación trabaja con él y le ha asignado tareas para realizar paralelamente en clase, con supervisión del profesorado en la medida de lo posible. Las clases de 3ºA y 3ºB son bastante similares en resultados y comportamiento. Aunque van aprobando la asignatura el índice de suspensos en el tema anterior al de la secuencia de actividades propuesta fue elevado (aprox. 50%). El ambiente en clase no es óptimo, tienden a descentrarse y hablar bastante, pero se puede conseguir que atiendan y la participación en clase es aceptable. En la clase de 3ºC se ha concentrado la mayoría de repetidores de 3º y estudiantes con más dificultades; los resultados académicos son más bajos, y han tenido más problemas disciplinares. Es de destacar que durante el prácticum II la mitad de los alumnos estuvieron en un viaje de intercambio, en Irlanda, y los que se quedaron no pudieron avanzar materia. Durante dos semanas la actividad desarrollada fue realizar y corregir ejercicios, previos a un examen programado la semana anterior a la secuencia de actividades aquí propuestas.

## ANÁLISIS DEL CONTENIDO

El temario correspondiente al periodo del prácticum III para 3ºE.S.O. es el de las reacciones químicas. Se usa como apoyo para desarrollar los contenidos el libro de texto de Física y Química de la editorial SM.

De acuerdo al BOA los contenidos a desarrollar en este bloque en el curso de 3ºE.S.O. son los siguientes:

Bloque 3. Los cambios químicos		
CONTENIDOS: Cambios físicos y cambios químicos. La reacción química. Cálculos estequiométricos sencillos. Ley de conservación de la masa. La química en la sociedad y el medio ambiente.		
Criterios de evaluación	Competencias Básicas	Estándares de evaluación
Crit.FQ.3.1. Distinguir entre cambios físicos y químicos mediante la realización de experiencias sencillas que pongan de manifiesto si se forman o no nuevas sustancias.	CMCT	- 3.1.1. Distingue entre cambios físicos y químicos en acciones de la vida cotidiana en función de que haya o no formación de nuevas sustancias.  - 3.1.2. Describe el procedimiento de realización de experimentos sencillos en los que se ponga de manifiesto la formación de nuevas sustancias y reconoce que se trata de cambios químicos.
Crit.FQ.3.2. Caracterizar las reacciones químicas como cambios de unas sustancias en otras.	CMCT	- 3.2.1. Identifica los reactivos y los productos de reacciones químicas sencillas. Interpreta la representación esquemática de una reacción química.
Crit.FQ.3.3. Describir a nivel molecular el proceso por el cual los reactivos se transforman en productos en términos de la teoría de colisiones.	CMCT	- 3.3.1. Representa e interpreta una reacción química a partir de la teoría atómico-molecular y la teoría de colisiones y determina de la composición final de una mezcla de partículas que reaccionan.

<p>Crit.FQ.3.4. Resolver ejercicios de estequiometría. Deducir la ley de conservación de la masa y reconocer reactivos y productos a través de experiencias sencillas en el laboratorio y/o de simulaciones por ordenador.</p>	<p>CMCT</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.4.1. Determina las masas de reactivos y productos que intervienen en una reacción química.</li> <li>- 3.4.2. Comprueba experimentalmente que se cumple la ley de conservación de la masa.</li> </ul>
<p>Crit.FQ.3.5. Comprobar mediante experiencias sencillas de laboratorio la influencia de determinados factores en la velocidad de las reacciones químicas.</p>	<p>CMCT</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.5.1. Justifica en términos de la teoría de colisiones el efecto de la concentración de los reactivos en la velocidad de formación de los productos de una reacción química.</li> <li>- 3.5.2. Interpreta situaciones cotidianas en las que la temperatura influye significativamente en la velocidad de la reacción.</li> </ul>
<p>Crit.FQ.3.6. Reconocer la importancia de la química en la obtención de nuevas sustancias y su importancia en la mejora de la calidad de vida de las personas.</p>	<p>CMCT-CSC</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.6.1. Clasifica algunos productos de uso cotidiano en función de su procedencia natural o sintética e interpreta los símbolos de peligrosidad en la manipulación de productos químicos.</li> <li>- 3.6.2. Identifica y asocia productos procedentes de la industria química con su contribución a la mejora de la calidad de vida de las personas.</li> </ul>
<p>Crit.FQ.3.7. Valorar la importancia de la industria química en la sociedad y su influencia en el medio ambiente.</p>	<p>CMCT-CSC-CIEE</p>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- 3.7.1. Describe el impacto medioambiental del dióxido de carbono, los óxidos de azufre, los óxidos de nitrógeno y los CFC y otros gases de efecto invernadero relacionándolo con los problemas medioambientales de ámbito global.</li> <li>- 3.7.2. Propone medidas y actitudes, a nivel individual y colectivo, para mitigar problemas medio ambientales de importancia global.</li> <li>- 3.7.3. Defiende razonadamente la influencia que el desarrollo de la industria química ha tenido en el progreso de la sociedad, a partir de fuentes científicas de distinta procedencia.</li> </ul>

## DIFICULTADES PARA EL APRENDIZAJE DE LOS CONTENIDOS

El que las reacciones químicas sean parte de la vida cotidiana puede facilitar su enseñanza (Aragón, Oliva y Navarrete, 2013). No obstante, por diversas causas, en la práctica sigue siendo difícil que los alumnos alcancen un nivel de comprensión profunda de esta materia.

Lo primero a considerar es que para entender y aplicar lo que son las reacciones químicas, los estudiantes necesitan haber asimilado correctamente conceptos previos tales como los compuesto químico y el enlace químico, de los que resultarán sus modelos mentales para interpretar los cambios físicos y químicos (Furió y Domínguez, 2007). Destacaríamos aquí que los alumnos parecen encontrar dificultades en la nomenclatura química los números de oxidación y las transformaciones de materia (Valero y Mayora, 2009).

Por otro lado, en el estudio de la química se destacan tres niveles de representación (Johnstone, 1993): el macroscópico (sustancias y sus propiedades, procesos), el simbólico (ecuaciones, fórmulas) y el submicroscópico (modelos corpusculares). Los estudiantes deberían poder relacionar/integrar los tres niveles de representación para interpretar ciertas reacciones químicas presentes en la vida cotidiana, y esto no siempre se consigue. Muchos autores han señalado que la enseñanza de la Química se preocupa en exceso de los aspectos simbólicos, y se trabajan generalmente a través de la resolución de problemas abstractos (Soudami et al., 2000), olvidando los aspectos macroscópicos que se pretenden explicar (Furió y Domínguez, 2007).

Es importante también considerar las ideas alternativas persistentes, que juegan un papel importante en cómo aprendemos ciencia, y pueden hacer difícil para el profesor identificar los razonamientos que siguen los alumnos (Talanguer, 2010).

Todas estas dificultades se deben tener en cuenta cuando se diseñan actividades de aprendizaje sobre las reacciones químicas.

## DETERMINACIÓN DE LOS OBJETIVOS DEL APRENDIZAJE

En este bloque considero que los objetivos mínimos exigibles deberían ser más o menos los que se enumeran a continuación:

- Distinguir entre cambios físicos y químicos.
- Interpreta una reacción química a partir de la teoría de colisiones
- Escribir, ajustar e interpretar ecuaciones químicas sencillas, identificando los reactivos y los productos.
- Efectuar cálculos estequiométricos sencillos con masas y volúmenes.

Con respecto a esto se ha visto en contextos similares que los alumnos presentan dificultades entre otras cosas en comprender la reordenación de los átomos después de la reacción (Hesse y Anderson, 1992) y en el concepto y la necesidad de usar moles. De ahí que no se consiga llegar a asimilar el cálculo estequiométricos.

Con esto en mente en las actividades planteadas se intentará hacer hincapié tanto en los ajustes de reacciones como en el concepto de mol.

De manera transversal se buscará facilitar el aprendizaje cooperativo por pequeños trabajos de investigación en grupo y fortalecer la noción de la seguridad y limpieza en el laboratorio.

## SECUENCIA DE ACTIVIDADES DE ENSEÑANZA-APRENDIZAJE

Secuencia de actividades de Enseñanza-Aprendizaje.

### Sesión 1: Introducción

A modo de introducción al tema se empezará a modo de tertulia planteándoles que reacciones químicas cotidianas identifican, cuales de ellas son realmente cambios químicos y no físicos (nombrando numerosos ejemplos). Después se realizará en clase la lectura de un fragmento breve anecdótico sobre algún avance social debido al desarrollo de la química. Se concluirá explicando la teoría colisiones.

### Sesión 2: Reacciones químicas con modelos moleculares

Para explicar las reacciones químicas de un modo más intuitivo y visual se proporcionará a los estudiantes modelos moleculares de bolas:

- Una molécula de  $H_2$  y otra de  $Cl_2$  para que las desmontes y construyan los productos de la reacción. Se explicará que el número de átomos en reactivos y productos debe ser el mismo y por tanto han de formar 2 moléculas de HCl.
- Una molécula de  $H_2$  y otra de  $O_2$  para que formen agua. En este caso verán que les sobra un átomo de O. Dado que esto no se encuentra en la naturaleza deberán plantearse cómo solucionar esta complicación. Se verá que se puede “ajustar” la reacción simplemente añadiendo otra molécula de  $H_2$  en los reactivos.

En uno de los grupos se intentó plantear reacciones más complejas, pero se vió por la logística del reparto de bolas y la asimilación de los conceptos que era ir demasiado rápido. Las dos reacciones aquí propuestas si funcionaron bien.

### Sesión 3: Cálculos estequiométricos para un ejemplo práctico

Usando la reacción del vinagre y con el bicarbonato como ejemplo práctico, se presenta y ajusta la reacción. Una vez claro ese punto se introduce el concepto de mol para calcular el volumen final de  $CO_2$  de la reacción, y de ahí que razonen que pasará cuando la reacción tiene lugar en un recipiente de menor volumen (demostración práctica en clase de este “cohete”).

### Sesión 4: Experimento

Por grupos de 3 ó 4 los alumnos traen preparado su propio “cohete”, imitando el presentado en la clase anterior. Deberán presentar el correspondiente cálculo estequiométrico. Se les puede dejar también que investiguen y propongan otras alternativas al vinagre y bicarbonato, especificando que sea seguro (se exigirá que antes de realizar un experimento presenten por escrito su idea). Se realizará la reacción en el patio y se premiará al grupo cuyo cohete suba más. En el tiempo restante se limpian los restos del experimento aprovechando para hablar de la importancia de la limpieza en un laboratorio y se vuelve a clase para hacer algún ejercicio en clase.

### Sesión 5: Repaso

Esta clase se dedicará a realizar y corregir ejercicios de ajuste de reacciones y cálculos estequiométricos. Se intentará usar reacciones cotidianas que puedan identificar a nivel macroscópico, tales como la fotosíntesis, la combustión, etc

Se aprovechará además para plantearles breves trabajo por grupos sobre la industria química en la sociedad y su influencia en el medio ambiente. Podrán ser por ejemplo sobre: La lluvia ácida, el efecto invernadero, los fármacos, etc

#### Sesión 6: Experimentos sobre la velocidad de las reacciones químicas

Esta sesión se realizará en el laboratorio, en grupos de 3 ó 4. Se plantearán 2 experimentos:

- Primero se usarán varillas luminiscentes, que se enfriarán con hielo y se calentarán (usando agua a 70° aprox) para observar el efecto de la temperatura en las reacciones químicas.
- En una segunda experiencia se añadirán trozos de patata a botellines con agua oxigenada, para comprobar cómo se acelera la formación de O<sub>2</sub> e introducir el concepto de catalizador.

#### Sesiones 7 y 8: Presentaciones

En las dos últimas sesiones se presentarán los trabajos propuestos en la sesión 5. Deberán ser presentaciones breves, máximo 10 min.

#### PROPUESTA DE ACTIVIDADES DE EVALUACIÓN

- En vista a plantear una evaluación de los estudiantes continua, se realizará una evaluación diagnóstica o inicial al comienzo de cada unidad didáctica. La sesión 1 de introducción cumplirá este propósito, y aunque no se calificará servirá como un punto de referencia para evaluar el aprendizaje al final del tema.
- De las actividades planteadas en la secuencia se calificarán:
  - El trabajo del “cohete” (15% de la nota del tema): se valorará que los cálculos estequiométricos sean correctos, que el cohete funcione, así y el comportamiento durante la realización de la práctica.
  - La práctica de laboratorio (15% de la nota): durante el experimento deberán rellenar y entregar un guión de prácticas individual que se calificará.
  - La presentación del trabajo en grupo final (20% de la nota): Se corregirá con la mediante una rúbrica, que se entregará previamente a los alumnos (Ver anexo I)

- Examen escrito al final del tema (50% de la nota): Los alumnos deberán realizar un examen en el que se les pedirá que clasifiquen varios procesos en cambios químicos o físicos, que ajusten varias reacciones químicas, un cálculo estequiométrico y responder alguna pregunta más teórica (Ver anexo II).

## BIBLIOGRAFÍA

Aragón, M. M., Oliva-Martínez, J.M. y Navarrete, A. (2013). Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías, *Enseñanza de las Ciencias*, 31(2), pp. 9-30.

De Jong, O. y Treagust, D. (2002). The teaching and learning of electrochemistry. En J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D.F. Treagust y J.H. van Driel (Eds.). *Chemical Education: Towards research based practice* (pp. 317-337). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Furió Más, C. y Domínguez, C. (2007). Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 25(2), pp. 241-258.

Johnstone, A.H. (1993). The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand. *Journal of Chemical Education*, 70 (9), 701-705.

Talanquer, V. (2010). Pensamiento intuitivo en química: suposiciones implícitas y reglas heurísticas. *Enseñanza de las Ciencias*, 28(2), pp. 165-174.

Soudani, M., Sivade, A., Cros, D., and Médimagh, M. S. (2000). Transferring knowledge from the classroom to the real world: Redox concept. *School Science Review*, 82(298), 65-72.

Valero Alemán, P. y Mayora, F. (2009). Estrategias para el aprendizaje de la química de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos. *Revista Universitaria de Investigación*, 10(1), 109-135.



## ANEXOS:

### I. Ejemplo de Rúbrica para la calificación de las presentaciones en clase

CRITERIOS	0	1	2	3	4	TOTAL
1. Realizan una introducción efectiva del tema y captan la atención e interés de la audiencia.						
2. Identifican el propósito, los objetivos e ideas principales que se incluyen en la presentación.						
3. La presentación es organizada, coherente y puede seguirse con facilidad.						
4. Demuestran dominio del tema o materia de la presentación al explicar con propiedad el contenido y no incurrir en errores.						
5. Las ideas y argumentos de la presentación están bien fundamentados en los recursos presentados, consultados o discutidos en clase.						
6. Usaron un lenguaje apropiado y sin errores gramaticales ni ortográficos (si hay diapositivas).						
7. Las diapositivas son fáciles de leer.						
8. La presentación es interesante, amena, demuestra creatividad y originalidad.						
TOTAL						

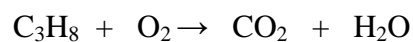
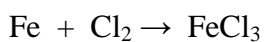
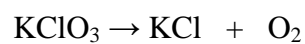
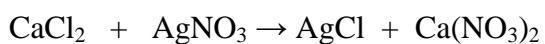
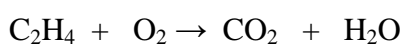
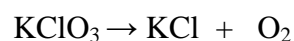
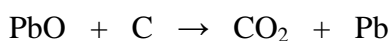
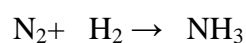
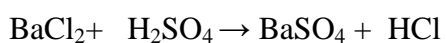
## II. Ejemplo de examen de los contenidos explicados

1.- Clasifica los siguientes procesos en fenómenos físicos o químicos:

PROCESO	F/Q	PROCESO	F/Q
Disolución de sal en agua		Oxidación del hierro	
Combustión de madera		Reflexión de la luz en un espejo	
Putrefacción de un trozo de carne		Respiración humana	
Evaporación del agua		Corriente eléctrica por un hilo conductor	
Mezcla de azufre y limaduras de hierro		Fermentación del zumo de uva	

(1 pto)

2.- Ajusta las siguientes ecuaciones químicas (3 ptos)



3.- a) El propano  $\text{C}_3\text{H}_8$  reacciona con el oxígeno para dar dióxido de carbono y agua.

¿Cuántos gramos de propano y agua se necesitan para obtener 110 gramos de dióxido de carbono? (2 ptos)

b) El ácido clorhídrico reacciona con el hierro, para dar tricloruro de hierro e hidrógeno molecular. ¿Qué cantidad de ácido clorhídrico reaccionará con 10 gramos de hierro?

(2 ptos)

4.- Explica qué factores intervienen en la velocidad de una reacción. ¿Se cumple siempre la ley de Lavoisier? (2 ptos)

## **Anexo I. Proyecto de Innovación Docente**

### INTRODUCCIÓN

#### 1. Marco normativo y conceptual de referencia

-Real Decreto 83/1996, de 26 de enero, por el que se aprueba el Reglamento Orgánico de los Institutos de Educación Secundaria.

-Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE).

-Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de la Calidad educativa (LOMCE).

- Desarrollo de la LOMCE:

- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato.

- 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.

-Orden ECD/1361/2015, de 3 de julio, por la que se establece el currículo de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato para el ámbito de gestión del Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, y se regula su implantación, así como la evaluación continua y determinados aspectos organizativos de las etapas.

- Real Decreto 665/2015, de 17 de julio, por el que se desarrollan determinadas disposiciones relativas al ejercicio de la docencia en la Educación Secundaria Obligatoria, el Bachillerato, la Formación Profesional y las enseñanzas de régimen especial, a la formación inicial del profesorado y a las especialidades de los cuerpos docentes de Enseñanza Secundaria.

- Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Instrucción de 29 de abril de 2016, del director general de innovación, equidad y participación para los centros docentes sostenidos con fondos públicos de la Comunidad Autónoma de Aragón relativa a las adaptaciones curriculares significativas en los cambios de etapa educativa.
- Orden de 25 de junio de 2001, del Departamento de Educación y Ciencia, que "regulaba la acción educativa para el alumnado que presentaba necesidades educativas especiales derivadas de condiciones personales de discapacidad física, psíquica o sensorial o como consecuencia de una sobredotación intelectual.
- Orden de 30 de julio de 2014, de la Consejera de Educación, Universidad, Cultura y Deporte, por la que se regulan las medidas de intervención educativa para favorecer el éxito y la excelencia de todos los alumnos de la Comunidad Autónoma de Aragón.
- Resolución del 7 diciembre 2016 (BOE 28 diciembre) sobre la evaluación en ESO.
- RD-Ley 5/2016, de 10 diciembre, en el que se establecen medidas urgentes de ampliación de la implantación de la LOMCE.
- Instrucciones de inicio y de final de curso 17-18

## 2. Contextualización del centro

El Centro "Obra Diocesana Santo Domingo de Silos" se configura como escuela católica de conformidad con el canon 803 del Código de Derecho Canónico y los artículos 16 y 27 de la Constitución Española. Se trata de un centro concertado en el que se imparten enseñanzas de secundaria: E.S.O. y Bachillerato. La sección de formación profesional ofrece 7 Ciclos Formativos de Grado Medio, 3 Ciclos Formativos de Grado Superior y 4 Ciclos de Formación Profesional Básica. El carácter propio del centro y el PEC contemplan varias dimensiones de la propuesta educativa del centro, pero recalcando el papel fundamental de la educación en valores. Muchos de los valores a los que se refieren son cristianos, de acuerdo con la naturaleza del centro en cuestión. Se

puede decir que estos valores se integran en el PEC y se incluye así un “competencia espiritual” en el plan de estudios. Se trata, junto con las demás competencias definidas en la LOMCE, transversalmente en las materias.

El centro se ubica en el distrito de Las Fuentes. El barrio tiene una población tendente al envejecimiento (según la Revista sobre Datos de Población Provisionales de la ciudad de Zaragoza este barrio presenta una tasa de envejecimiento del 213,7%). La renta media de los habitantes del barrio es comparable a la media en Zaragoza, pero el coste de la vivienda es bajo lo que favorece la llegada de inmigrantes al mismo. Actualmente el 17% de la población es inmigrante; su número se ha reducido recientemente como efecto de la crisis. Son mayoría las familias procedentes de Europa (Rumanía) y África.

El centro atiende aproximadamente a 1000 alumnos, distribuidos en cuatro grupos por cada curso de E.S.O. y Bachiller (de aproximadamente 30 alumnos cada uno), y un grupo por cada ciclo formativo (también de unos 30 alumnos cada uno). El alumnado proviene mayoritariamente de los centros de educación infantil y primaria del distrito. Aproximadamente el 20% de los estudiantes son inmigrantes, algunos con grandes lagunas en su escolarización y problemas con el idioma. Es por ello que el centro con un dos profesores pedagogo terapeutas, para desarrollar programas para la atención a la diversidad. A su vez, según la resolución de 10 de junio de 2014, del Director General de Política Educativa y Educación Permanente, el colegio forma provisional para impartir la modalidad de CILE 2 PIBLEA-BILINGÜISMO impartándose un 30% de las materias en inglés.

### 3. Curso al que se dirige la secuencia

Las actividades desarrolladas en el punto siguiente se dirigen a los alumnos de 3ºE.S.O. En concreto se desarrollarán paralelamente en 3 clases (3ºA, 3ºB y 3ºC) comparándose los resultados obtenidos en cada una de ellas. Se cuenta con unos 30 alumnos por aula, aproximadamente igual número de chicas y chicos, y una proporción importante (aprox. 30%) de estudiantes de origen inmigrante, si bien es cierto que la mayoría son latinoamericano y el idioma no supone ninguna traba. Sólo hay un alumno con adaptación curricular, un chico de Nigeria que no habla apenas español, pero el departamento de orientación trabaja con él y le ha asignado tareas para realizar

paralelamente en clase, con supervisión del profesorado en la medida de lo posible. Las clases de 3ºA y 3ºB son bastante similares en resultados y comportamiento. Aunque van aprobando la asignatura el índice de suspensos en el tema anterior al de la secuencia de actividades propuesta fue elevado (aprox. 50%). El ambiente en clase no es óptimo, tienden a descentrarse y hablar bastante, pero se puede conseguir que atiendan y la participación en clase es aceptable. En la clase de 3ºC se ha concentrado la mayoría de repetidores de 3º y estudiantes con más dificultades; los resultados académicos son más bajos, y han tenido más problemas disciplinarios.

El temario correspondiente al periodo del prácticum III para 3ºE.S.O. será el de las reacciones químicas, correspondiente al Bloque 3. Los cambios químicos, según el curriculum de la asignatura presentado en el BOA (ver tabla siguiente). Durante el prácticum II la mitad de los alumnos estuvieron en un viaje de intercambio, en Irlanda, y los que se quedaron no pudieron avanzar materia. En ese periodo la actividad desarrollada fue realizar y corregir ejercicios, previos a un examen programado la semana anterior a las actividades aquí propuestas. Aun así, habiendo estado en algunas clases durante el prácticum I, y asistiendo a las de 1ºBach, me dio la impresión de que la metodología aplicada por mi tutora en sus clases es principalmente dar clases magistrales, con poca interacción e iniciativa por parte de los estudiantes, y ninguna demostración o experimentación.

Es por ello que en el proyecto de innovación me planteé buscar una actividad más dinámica, con base en la experimentación y que involucrara más a los estudiantes. A su vez me parecía interesante plantearlo como un proyecto por grupos, ya que esta forma de trabajar conlleva numerosos beneficios, tales como el desarrollo de habilidades para colaborar, comunicarse, solucionar problemas, etc y un aumento de la motivación en general (se detallará más en profundidad en el apartado siguiente).

Así pues en este trabajo se plantea cómo introducir a los alumnos de 3ºESO al cálculo estequiométrico usando la experimentación y el aprendizaje basado en proyectos para un aprendizaje significativo. En contextos similares se ha visto que los alumnos presentan dificultades en comprender la reordenación de los átomos después de la reacción (Hesse y Anderson, 1992) y en el concepto y la necesidad de usar moles. De ahí que no se consiga llegar a asimilar el cálculo estequiométricos. La actividad aquí presentada busca que los alumnos puedan visualizar una reacción y los cambios en la

masa/volumen de los reactivos, así como hacer la asignatura más interactiva e interesante (Se entiende no obstante que es necesaria una comprensión previa adecuada aspectos tales como la formulación y el ajuste de las ecuaciones químicas). Por otro lado, se intentará que al final los estudiantes sean capaces de efectuar los cálculos estequiométricos sencillos en masa y volumen.

## FUNDAMENTACIÓN TEÓRICA

Las reacciones químicas son parte de la vida cotidiana. Esto en principio debería facilitar la comprensión de las mismas. Sin embargo esto no es siempre así.

En la enseñanza de la química se destacan tres niveles de representación (Johnstone, 1993): el macroscópico (sustancias y sus propiedades, procesos), el simbólico (ecuaciones, fórmulas) y el submicroscópico (modelos corpusculares). Los estudiantes deberían poder relacionar/integrar los tres niveles de representación para interpretar ciertas reacciones químicas presentes en la vida cotidiana, pero encontramos que enseñanza de la química se preocupa en exceso de los aspectos simbólicos, y se trabajan generalmente a través de la resolución de problemas abstractos (Soudami et al., 2000). Las demostraciones y experimentos ocupan un segundo plano, dificultando que los estudiantes asocien este conocimiento cotidiano (los aspectos macroscópicos) con los conceptos más abstractos que presenta la asignatura (Trujillo, 2006; Furió y Dominguez, 2007; Santos et al., 2011).

Usar metodologías centradas en demostraciones y experimentación no es solo positivo de cara a qué se aprende, sino a cómo se aprende: se ha comprobado que la participación activa de los estudiantes fomenta su curiosidad, creatividad e interés, dándose así un aprendizaje más efectivo (Molina et al., 2006). Esto es un factor fundamental de cara a plantear actividades de enseñanza-aprendizaje, ya que despertar la curiosidad de los alumnos de secundaria de hoy en día no es una tarea fácil.

Por otro lado, y complementando lo anterior, las metodologías basadas en la realización de proyectos suponen una serie de ventajas adicionales, destacando entre ellas el desarrollo de habilidades y competencias tales como colaboración, el planteamiento de proyectos, la comunicación, la toma de decisiones y el manejo del tiempo (Dickinson et

al, 1998); el aumento de la motivación; la preparación para afrontar situaciones reales en un futuro laboral (Sánchez, 2013), etc

Dentro ya del currículo de la asignatura de química para 3ºESO, y más concretamente en el cálculo estequiométrico, es importante tener en cuenta que para entender y aplicar lo que son las reacciones químicas, los estudiantes necesitan haber asimilado correctamente conceptos previos tales como los compuesto químico y el enlace químico, de los que resultarán sus modelos mentales para interpretar los cambios físicos y químicos (Furió y Dominguez, 2007). Destacaríamos aquí que los alumnos parecen encontrar dificultades en la nomenclatura química los números de oxidación y las transformaciones de materia (Valero y Mayora, 2009). Es importante también considerar las ideas alternativas persistentes, que juegan un papel importante en cómo aprendemos ciencia, y pueden hacer difícil para el profesor identificar los razonamientos que siguen los alumnos (Talanguer, 2010). Todas estas dificultades se deben tener en cuenta cuando se diseñan actividades de aprendizaje.

De cara a facilitar la comprensión de las reacciones químicas en los tres niveles de representación se han realizado numerosas propuestas. Resulta interesante por ejemplo el uso de comparaciones y analogías, dirigidas no solo a acercar los modelos de los alumnos a los de la ciencia escolar, sino a desarrollar también la competencia de modelización. En los análisis efectuados (Aragón, Oliva y Navarrete, 2013) se concluye que con el uso de analogías, el modelo macroscópico, el más evidente e intuitivo, es que mejor se asimila inicialmente, si bien los otros (icónico y luego submicroscópico) se desarrollan con posterioridad, siendo al final los estudiantes capaces de emplear varios modelos para describir distintos fenómenos. Por otro lado, otra metodología interesante es la CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad) que trata que trata las interacciones existentes entre esos tres conceptos y ayuda a enseñar la asignatura dentro de un contexto más cercano a los estudiantes (Acebedo, 2002).

Ambas metodologías referidas parecen ser propuestas didácticas prácticas y eficientes, si bien podría adolecer en cierta medida de la parte interactiva; que como se explicó anteriormente no solo ayuda a la comprensión de la materia, también a aspectos tan importantes como el interés y la ayuda al aprendizaje significativo. Es por ello que en este trabajo se buscaba implementar otra propuesta compatible con las señaladas que incluya los aspectos positivos de la experimentación y el trabajo por proyectos.



## METODOLOGÍA

Como se ha explicado en los puntos anteriores en la actividad planteada se buscará facilitar a los estudiantes la comprensión de las reacciones químicas y cálculos estequiométricos complementando el uso de comparaciones de la vida cotidiana con demostraciones y/o experimentos que derivasen luego a un aprendizaje basado en proyectos.

La actividad aquí presentada busca, como objetivos concretos:

- Presentar un cohete casero basado en una reacción química sencilla.
- Saber escribir, ajustar e interpretar dicha ecuación, identificando los reactivos y los productos.
- Saber efectuar los cálculos estequiométricos correspondientes.

Lo que a un nivel más global conlleva:

- que los alumnos puedan visualizar una reacción y los cambios en la masa/volumen de los reactivos.
- hacer la asignatura más interactiva e interesante.

En las 3 clases se llevaron a cabo los mismos pasos:

Paso 1: Se planteó el proyecto: “construir un cohete” usando reacciones químicas.

Paso 2: Se presentó un ejemplo práctico; el caso de la reacción del vinagre con el bicarbonato. Mostré los materiales (2 gr. de bicarbonato, vinagre, y un recipiente, en mi caso un bote con un tapón a presión, de menor volumen que el del CO<sub>2</sub> de los reactivos finales). Antes de mezclar los reactivos en el bote escribimos la reacción y su ajuste. Después se pudo introducir el concepto de mol y empezar explicar los cálculos estequiométricos correspondientes.

Hay que señalar que el ajuste de ecuaciones se había explicado previamente por medio de analogías y el uso de los modelos moleculares de la fig.1 (como en una de las metodologías mencionadas en la fundación teórica).

Paso 3: Tras una discusión en grupo, resolvimos los cálculos entre todos y concluimos que el volumen de CO<sub>2</sub> final es mayor que el volumen del bote. Así que volvimos a plantear qué pasaría en el tubo una vez se mezclaran los reactivos y se cerrara el tapón del bote contenedor.

Paso 4: Realicé la reacción y vimos cómo el bote salió propulsado hacia el techo (los estudiantes, en todos las clases se sorprendieron bastante, no se esperaban que subiera tanto).

Paso 5: A partir de ahí se planteó un proyecto por grupos de 3 ó 4 los alumnos.

La idea original era que cada grupo trajera preparado dos “cohetes” como el mostrado en clase, usando en ambos la misma cantidad de bicarbonato. Deberían presentar los correspondiente cálculos estequiométricos, y justificar las diferentes alturas alcanzada. Alternativamente se les ofrecería la posibilidad de traer un solo cohete, pero basado en otra reacción, con lo que tendrían que investigar más por su cuenta. El experimento que buscasen debería ser seguro y antes de realizar un experimento sería necesario presentar por escrito su idea.

Lamentablemente, ya que no iba a calificar yo el tema, mi tutora decidió que la actividad contara solo como una nota de clase más. Es por ello que el nivel de exigencia al final se bajó: Los grupos presentaron sólo un cohete, usándose solo la reacción del bicarbonato con vinagre.

Paso 6: A la semana siguiente la clase se impartió el patio, donde casi todos los grupos realizaron el experimento. Algunos de ellos no trajeron el material, pero si grabaciones de sus intentos durante el fin de semana. Después limpiamos los restos del experimento aprovechando para hablar de la importancia de la limpieza en un laboratorio.

## RESULTADOS

Al final tuve 3 horas completas de clase, coincidiendo con el inicio de la unidad didáctica. Así pues, no me iba a ser posible dar el tema completo ni calificarlo yo. En mi planteamiento inicial el proyecto del cohete habría supuesto un 15% de la nota del tema; en vez de esto mi tutora decidió que la actividad contara como una nota de clase más, y es por ello que el nivel de exigencia de la tarea también se bajó: presentaron sólo un cohete por grupo, usándose solo la reacción del bicarbonato con vinagre, y no entregaron los cálculos.

La actividad se evaluó por observación directa, considerando el que se realizara el experimento, el comportamiento en el patio y que recogieran el material y limpiaran al final (el instrumento de evaluación usado fue la escala de observación descriptiva). En este respecto todo lo grupos realizaron el experimento, aunque hubo varios que alborotaron en el patio y no recogieron al final (variando entre 3 y 5 de un total de 9 grupos en cada clase). Desconozco cómo se calificará al final del tema, ya que mi tutora no me dio más detalles.

Por mi parte, como instrumento para evaluar la actividad me basé en el diálogo con los estudiantes: durante la sesión en el patio pregunté en todos los grupos su opinión sobre la misma y si querían repetir este tipo de metodología. En todas las clases obtuve respuestas parecidas. En general les gustó y repetirían, sobre todo por la parte más lúdica que presentaba, con el desafío de ver “quién llegaba más alto”. Muchos de ellos dijeron que esto era “mejor que dar clase” pero unos pocos señalaron que les había motivado mucho, ya que echaban en falta hacer más experimentos en la asignatura. Muchos observaron también que debería contar más para la nota, ya que le habían tenido que dedicar tiempo en casa.

La actividad cumplió los objetivos generales: por un lado todos pudieron ver y entender la reacción y los cambios en la masa/volumen de los reactivos; por otro lado, aumentó el nivel de interacción y motivación en todas las clases. Realmente lo más destacable de la actividad fue el aspecto motivacional: el nivel de implicación de los alumnos fue alto; como ya se ha dicho casi todos los grupos presentaron un proyecto, si bien es cierto que algunos con más atención al detalle, y muchos de los cohetes no funcionaron. Los grupos que no trajeron el cohete (un total de 3 grupos) mostraron grabaciones de los intentos realizados durante el fin de semana. Además, en las 3 clases de 3ºE.S.O., los

alumnos mostraron un interés mucho mayor en las sesiones dedicadas al experimento, y por su actitud en clase y las preguntas que plantaron parecieron entender la materia.

En las aulas A y B pude verificar, por un análisis de los cuadernos de clase, que al menos la mitad de los alumnos siguieron la explicación: en los últimos 15 min de clase mandamos un ejercicio del libro y paseando por la clase y pude ver cómo trabajaban y sus cuadernos de trabajo. De los alumnos que del resto algunos necesitaban repasar o afianzar conceptos, y otros simplemente no estaban centrados en resolver el ejercicio. En el aula C, aunque también estuvieron muy pendientes del experimento, y el nivel de participación fue alto, volver a instaurar un ambiente de trabajo para resolver ejercicios del libro resultó casi imposible. Esta clase pierde la concentración más fácilmente así que no me sorprendió; de cara a repetir la actividad debería plantearse hacer la hora completa de demostraciones. Al no haber podido seguir la UD no me ha sido posible comprobar hasta qué punto la experiencia ha sido positiva de cara al aprendizaje de los cálculos estequiométricos en los distintos cursos.



Fig.1 Imágenes de la actividad

## DISCUSIÓN Y CONSIDERACIONES FINALES

La propuesta presentada surgió por la falta de trabajo experimental que percibí durante los practicum I y II, así como la falta de motivación que mostraban algunos alumnos. Buscaba introducir conceptos por demostraciones en las que los estudiantes pudieran profundizar al realizar sus propios proyectos. Como ya se ha explicado en los puntos anteriores estas metodologías suponen en principio una mejora de la motivación, el

aprendizaje significativo, y el desarrollo de habilidades tales como la comunicación, la planificación, resolución de problemas, etc.

Las primeras impresiones fueron favorables. La actividad cumplió su labor motivacional: en todas las clases la atención fue mayor en la sesión dedicada a la demostración. En cuanto al proyecto la participación también fue buena.

Sin embargo hay que señalar que los resultados habrían sido mucho mejores si la actividad hubiera tenido mayor peso en la nota. Ir con los estudiantes al patio en horas de clase puede dar pie a que algunos se desconcentren mucho y pierdan noción de lo que se está tratando de hacer: el que la nota sea más importante ayuda a que muchos estén más centrados y preocupados por el desarrollo de la sesión.

También habría sido positivo para el aprendizaje de la materia, ya que el esfuerzo requerido también se habría incrementado. La demostración no sólo sirvió para aumentar la atención, también ayudó a que entendieran mejor los cambios de masa/volumen en los reactivos, y en dos de las clases para que aproximadamente la mitad de los estudiantes fueran capaces de aplicar esto a la resolución de ejercicios. Este porcentaje se podría haber aumentado, en las tres clases, de ser parte de una actividad más importante. Además se podría haber fomentado la iniciativa de los estudiantes con el planteamiento inicial, dando oportunidad de investigar más sobre el tema.

Creo que la actividad funcionó bastante bien en las clases A y B: gustó a los alumnos e hizo la clase más interactiva e interesante para ellos. El grupo C, aunque también disfrutó la demostración y la parte experimental, habría requerido el incentivo de la nota para mantener el ritmo de trabajo.

De todas formas mi conclusión final es que por demostraciones/experimentos y proyectos resulta provechosa de cara a mantener un ambiente de trabajo dinámico y motivador. Para optimizar el beneficio de la actividad se deben tener claros conceptos como lo que son moléculas y nociones básicas de formulación (no tiene si no sentido intentar explicar qué es un mol). A este respecto resulta conveniente comenzar la UD con las metodologías que faciliten la comprensión de las reacciones químicas y su puesta en contexto en la vida cotidiana; personalmente de cara a ajustar reacciones, encontré útil comenzar con analogías con recetas de cocina (para empezar desde un enfoque macroscópico, más intuitivo) y luego usar modelos moleculares para hacer

hincapié en ideas como que el número de átomos debe conservarse. La combinación de éstas con la demostración/proyecto experimental facilita tanto para que los alumnos asimilaren la teoría como para aumentar su interés y curiosidad.

## BIBLIOGRAFÍA

Acevedo, JA. (2002). *La formación del profesorado de enseñanza secundaria para la educación CTS. Una cuestión problemática*. En línea, Sala de Lectura CTS+I. OEI. <http://www.oei.es/salactsi/acevedo9.htm>

Aragón, M. M., Oliva-Martínez, J.M. y Navarrete, A. (2013). *Evolución de los modelos explicativos de los alumnos en torno al cambio químico a través de una propuesta didáctica con analogías*, Enseñanza de las Ciencias, 31(2), pp. 9-30.

De Jong, O. y Treagust, D. (2002). *The teaching and learning of electrochemistry*. En J.K. Gilbert, O. De Jong, R. Justi, D.F. Treagust y J.H. van Driel (Eds.). *Chemical Education: Towards researchbased practice* (pp. 317-337). Dordrecht: Kluwer Academic Publishers.

Furió Más, C. y Domínguez, C. (2007). *Problemas históricos y dificultades de los estudiantes en la conceptualización de sustancia y compuesto químico*. Enseñanza de las Ciencias, 25(2), pp. 241-258.

Molina, F., Farías, M., & Casas, A. (2006). *El trabajo experimental en los curso de química básica*. Coloquio Investigación e Innovación en la Enseñanza de las Ciencias, 51-59.

Johnstone, A.H. (1993). *The development of chemistry teaching: A changing response to changing demand*. *Journal of Chemical Education*, 70 (9), 701-705.

Talanquer, V. (2010). *Pensamiento intuitivo en química: suposiciones implícitas y reglas heurísticas*. Enseñanza de las Ciencias, 28(2), pp. 165-174.

Trujillo, C. (2006). *Una imagen vale más que mil palabras: la utilidad de las demostraciones y la aplicación de los conceptos a la vida práctica en la enseñanza de la Química*. En F. A. Germán Hernández, *Experiencias significativas en innovación pedagógica* (págs. 163-172). Bogotá, Colombia: Unibiblos.

Sánchez, J. (2013). *Qué dicen los estudios sobre el aprendizaje basado en proyectos*. Actualidad Pedagógica. [http://actualidadpedagogica.com/estudios\\_abp/](http://actualidadpedagogica.com/estudios_abp/)

Santos, E., Lejarazo, E., & Vilchis, M. (2011). *Enseñanza Experimental y Química Combinatoria*. Formación Universitaria, 3-12

Soudani, M., Sivade, A., Cros, D., and Médimagh, M. S. (2000). *Transferring knowledge from the classroom to the real world: Redox concept*. School Science Review, 82(298), 65-72.

Valero Alemán, P. y Mayora, F. (2009). *Estrategias para el aprendizaje de la química de noveno grado apoyadas en el trabajo de grupos cooperativos*. Revista Universitaria de Investigación, 10(1), 109-135. Belenguer, A, Calvo, J.M., Carrasquer, J., Cortés, A.L., Fernández, R., Liras, S., Martínez, B., Sauret, M. y Vallès, F. (2009). *Ciencias*