



Universidad
Zaragoza

Trabajo Fin de Máster

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

Especialidad de Física y Química

Técnicas para facilitar la comprensión de los
contenidos en Física y Química

*Techniques to facilitate the understanding of the
contents in Physics and Chemistry*

Autora

Virginia Lezáun Alcalá

Director

Jorge Diego Lahoza Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2019

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN.	
1.1. Formación previa.	1
1.2. Máster de Profesorado.	2
1.3. La profesión docente: motivaciones y perspectivas.	3
2. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS TRABAJOS O PROYECTOS A ANALIZAR.	
2.1. Marco teórico.	6
2.2. Objetivos.	9
2.3. Análisis del contenido.	10
2.4. Diseño y metodología.	12
3. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS O PROYECTOS.	
3.1. Descripción y desarrollo.	15
3.2. Análisis.	17
3.3. Posibles mejoras.	19
4. REFLEXIONES.	
4.1. Reflexión didáctica.	22
4.2. Reflexión crítica.	26
5. CONCLUSIONES.	29
6. BIBLIOGRAFÍA.	31
7. ANEXOS.	34

1. INTRODUCCIÓN.

1.1. Formación previa

Las carreras científicas proporcionan una gran variedad de salidas profesionales que pueden evolucionar a lo largo de nuestro periodo de formación. Al comenzar la etapa universitaria siempre contamos con numerosas expectativas de futuro, sin embargo pueden ir variando al ampliar nuestros conocimientos tanto académicos como del mundo que nos rodea.

Al comenzar mis estudios en la licenciatura de Química, mi objetivo inicial era dedicarme a la investigación, planteándome incluso orientarme hacia Bioquímica en el segundo ciclo de la carrera. Sin embargo, enseguida me fascinó el mundo de la Química Inorgánica, por lo que decidí centrarme en el mismo. A lo largo de la carrera, compaginé mis estudios trabajando como profesora particular y divulgadora científica en eventos puntuales, como el Pabellón de la Ciencia de la Feria de Muestras. Disfrutaba estos trabajos porque me permitían aplicar mis conocimientos científicos, además de plantearme retos para poder adaptarme a cada persona a la que quería hacer llegar los diferentes conocimientos, ya fuera de forma individual en una clase o frente a un grupo de personas en un taller científico.

Al finalizar la carrera, especializándome en Química Inorgánica, conseguí una beca que me permitió profundizar más en ese ámbito que tanto me gustaba, logrando realizar la tesis doctoral en un grupo de investigación. Si bien los logros académicos obtenidos eran muy enriquecedores, el trabajo de investigación no me llenaba tanto como esperaba inicialmente, pues las recompensas eran muy pocas frente al esfuerzo y las horas dedicadas. Así, al finalizar mi beca, durante el periodo de escritura de mi tesis doctoral, retomé las clases y la divulgación científica. Por un lado, comencé a trabajar en un colegio impartiendo clases de refuerzo de ciencias y talleres de 'Ciencia divertida'. Por otro lado, continué elaborando y realizando diversos talleres científicos y de divulgación en un museo para público muy variado.

Esta experiencia me permitió recordar las satisfacciones que había cosechado durante la carrera con esos trabajos esporádicos que tanto me aportaban a nivel personal e intelectual. Asimismo, me dotaron de la confianza necesaria para demostrarme que era capaz de enfrentarme a situaciones diversas, además de mejorar mis habilidades comunicativas.

Por otro lado, el mundo de la docencia siempre había estado muy presente en mi entorno familiar, dado que mi madre es profesora de Física y Química en un instituto público y mi padre profesor titular de la Universidad de Zaragoza. Teniendo en cuenta mis propias experiencias y la influencia recibida, comprendí que podía orientar mi carrera profesional a compartir mi conocimiento con otras personas, pues de esta forma también conseguía enriquecer mi propio conocimiento.

1.2. Máster de profesorado.

El Máster de Profesorado se divide en dos cuatrimestres muy diferenciados en cuanto a temática. El primer cuatrimestre cuenta con asignaturas de índole general relativas a la pedagogía y la enseñanza que nos dan una visión global de la profesión docente. Proporcionan pautas sobre el control del aula y recursos para mejorar la motivación del alumnado, así como nos muestran el manejo de diferentes situaciones que se pueden presentar tanto a nivel académico como personal, pues nunca debemos olvidar que estamos tratando con estudiantes en una etapa fundamental para ellos como es la adolescencia. Por tanto, aunque el principal objetivo es guiarles en su proceso de enseñanza-aprendizaje, no podemos dejar de lado el apoyo necesario para que su desarrollo en esta etapa sea completo. Para ello, deberemos estar atentos a aspectos personales del alumnado, ser conscientes de sus dificultades académicas y personales y ayudarles en lo que esté en nuestra mano.

El primer contacto relativo a la especialidad de Física y Química vino de la mano de las asignaturas de Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje y Diseño curricular. La primera se centraba en hacernos ser conscientes de

que teníamos que aprender a enseñar, no únicamente a transmitir nuestros conocimientos, pues el alumnado no tiene que saber lo mismo que nosotros, sino que debemos adaptarnos a lo que debe ser explicado en el aula para que los estudiantes puedan crear su propio conocimiento. La segunda, nos mostraba aspectos legislativos y burocráticos más tediosos, pero indispensables en el mundo de la docencia. Además, hacía hincapié en el funcionamiento de los centros educativos, preparándonos para lo que íbamos a encontrar durante el periodo de prácticas y nuestra posterior experiencia docente.

El segundo cuatrimestre, más centrado en nuestras respectivas especialidades, destacó principalmente por los periodos de prácticas (Practicum I, II y III). Las asignaturas han sido una herramienta que nos ha proporcionado recursos e ideas a la hora de plantear cómo enfocar la docencia, desde un punto de vista activo e innovador. Además, nos han mostrado la importancia de la evaluación dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje. Con la información recabada durante los dos cuatrimestres, pudimos afrontar el periodo de prácticas aplicando parte de lo aprendido en clase. Sin embargo, también nos ha proporcionado otro punto de vista por el que hemos podido ser conscientes de los numerosos factores a tener en cuenta al plantear un proyecto o unidad dentro del aula. Hablar con los docentes, acudir a sus clases y tener contacto con parte del alumnado del centro me ha permitido plantearme cómo me gustaría enfrentarme al aula.

1.3. La profesión docente: motivaciones y perspectivas.

De forma general, se entiende que el docente es el encargado de transmitir los conocimientos esenciales al alumnado. Sin embargo, aunque esta sea su labor principal, no es la única y hay que saber actuar correctamente en todas las funciones. Atendiendo a lo recogido en la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006), las funciones docentes vienen descritas en un total de doce apartados, entre los que destacan las siguientes:

- Programación y enseñanza de las materias.

- Evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje y búsqueda de mejora continua.
- Tutorías y orientación educativa atendiendo a su desarrollo académico, intelectual, personal y profesional.
- Promoción, organización y participación en actividades complementarias.
- Fomento de valores de ciudadanía democrática al alumnado.
- Información y orientación familiar.

Si bien estas funciones se desempeñan de forma individual, deben estar enmarcadas en un proyecto educativo conjunto, por lo que resulta imprescindible la colaboración con todo el equipo educativo y la predisposición al trabajo cooperativo, valores que deberán ser transmitidos al alumnado.

El perfil docente debe encontrar un equilibrio entre sus tres pilares fundamentales: formación académica, formación pedagógica y práctica docente y pedagógica. Si bien tanto el primer como el segundo punto quedarían cubiertos por la formación universitaria recibida, la puesta en práctica de la docencia se caracteriza por necesitar una formación permanente del profesorado en diversos ámbitos, tanto a nivel de recursos como de metodologías y dinámicas de aula (Carmago, 2004). El docente debe adaptarse a los intereses y necesidades del alumnado, para tratar de evitar situaciones de desmotivación, abandono o fracaso escolar. Para ello, es imprescindible que se forme en el uso de nuevas tecnologías en el aula y que enseñe cómo manejar estos recursos de manera correcta al alumnado, pues resulta evidente que nos encaminamos a una nueva etapa en la que estas tecnologías pueden provocar cambios significativos en la metodología empleada en los centros educativos. Esta formación conlleva una revisión permanente de la práctica educativa a través de un análisis crítico y un estudio de las metodologías más adecuadas para cada contexto educativo (Imbernón, 2001).

Si entendemos la labor docente más allá de la enseñanza de aspectos académicos, comprenderemos la importancia de su papel en la sociedad. Sin embargo, desde las

instituciones gubernamentales se encargan de restar importancia a esta labor, maltratando la educación con continuos cambios legislativos, recortes y reformas incoherentes en algunos casos, pues actualmente se busca conseguir una educación de la mejor calidad posible, pero con menores presupuestos.

Además de tener que lidiar con aspectos económicos y curriculares, considero que la labor docente cuenta con otras dificultades añadidas. En primer lugar, al trabajar mano a mano con los estudiantes, se tienen que tener en cuenta aspectos sociales, para los cuales no todo el mundo está igual de capacitado y es necesario desarrollar. El docente se presenta como un agente socializador fundamental en el desarrollo de los estudiantes, dentro de sus dos grandes pilares en el ámbito educativo: escuela y familia (Prieto, 2008).

Por otro lado, los centros educativos actuales se caracterizan por la presencia de diversidad cultural, por lo que resulta necesario educar en aspectos relacionados con la igualdad social. Por otro lado, no podemos olvidar la importancia de una educación igualitaria entre hombres y mujeres, por lo que los docentes de cualquier materia han de hacer hincapié en incorporar en sus aulas valores de respeto, igualdad y comprensión ante cualquier situación que pueda surgir en el centro. De esta manera, estamos incluyendo la función de observador, mediador y educador en valores dentro de esa labor docente, aspectos de igual importancia que la transmisión del conocimiento.

Teniendo en cuenta todos estos aspectos, considero que la docencia debería estar mejor valorada por la sociedad por todo el peso que tiene en el desarrollo de las nuevas generaciones, no únicamente intelectual sino personal. Aunque el nivel de exigencia y responsabilidad de este trabajo es muy elevado, tengo muchas ganas de enfrentarme al mismo, pues gracias a mi experiencia anterior y a la del máster he aprendido a ver cada clase, cada centro, cada persona o cada materia como un reto, donde puedes poner en práctica tus conocimientos empleando distintos enfoques o metodologías de acuerdo a la situación.

2. JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS TRABAJOS O PROYECTOS A ANALIZAR.

2.1. Marco teórico

Dentro de las distintas asignaturas presentes en el currículo de secundaria, las de ámbito científico-tecnológico presentan una dificultad adicional: la falta de comprensión de algunos conceptos abstractos por parte del alumnado. Mientras que en asignaturas del ámbito social-humanístico la vía de transmisión del conocimiento se realiza a través del lenguaje, en el ámbito científico-tecnológico se emplea en primer lugar vocabulario científico, donde aparecen nuevos conceptos que es necesario definir previamente para poder comenzar a trabajar sobre los mismos. Por otro lado, viene acompañado del lenguaje matemático, basado en simbologías y conceptos abstractos. Aquí nos encontramos la primera barrera para los estudiantes, pues la falta de comprensión del mismo puede provocar frustración ante la incapacidad de acceder a este conocimiento, reflejándose finalmente en desinterés frente a estas materias.

En el caso concreto de la asignatura de Física y Química, la teoría se basa principalmente en un mundo de partículas atómicas y su comportamiento posterior para comprender sus formas de interaccionar y reaccionar entre sí. Con el fin de poder acercar estos conceptos abstractos al alumnado, tanto los docentes como los materiales didácticos empleados se basan en modelos y analogías, que, si bien facilitan su comprensión, pueden generar la aparición de **ideas alternativas**.

Podemos definir ideas alternativas como nociones previas que puede generar cualquier persona sobre un tema cuyo conocimiento no domina, pero de alguna forma trata de explicar. Según la literatura (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989), estas ideas surgidas en la etapa educativa se caracterizan por:

- Ser personales, influyendo en la forma de asimilar la información individual.
- Parecer incoherentes, porque su forma de obtención no se ha realizado a través de un argumento científico.

- Permanecer estables, es decir, incluso explicando razonadamente un concepto, en ocasiones el alumnado acepta su idea previa como la correcta y trabaja con ella como base.

El problema surge cuando una idea alternativa da lugar a un error conceptual y esta información es asimilada por el alumnado como el concepto real, pues resulta difícil de modificar y puede permanecer durante toda su etapa educativa.

Como ya hemos comentado, la dificultad del lenguaje científico empleado y la abstracción de los conceptos provocan que el alumnado desconecte y pierda interés por la ciencia. Por tanto, además de profundizar sobre cómo facilitar la comprensión de la materia, una parte importante de la labor docente es la de presentar la ciencia como algo cercano, con aplicaciones prácticas en nuestro entorno. En este sentido, juega un papel fundamental la **metodología** empleada en la enseñanza de las ciencias experimentales, cuya problemática reside en que tanto la enseñanza como el aprendizaje tienden a enfocarse hacia el conocimiento, no hacia el proceso de aprendizaje en sí (Elizondo, 2013). Esto provoca que las clases se hayan caracterizado por ser una mera transmisión de conocimiento del docente al alumnado.

Así, se plantea la cuestión principal en el aprendizaje de las ciencias: ¿es mejor favorecer un aprendizaje por transmisión (repetición) o por descubrimiento? Autores como García-Carmona han analizado esta cuestión, encontrando aspectos negativos en ambos modelos. Si bien el primero ha sido ampliamente criticado por su carácter memorístico, el segundo suele estar mejor considerado, pues resulta evidente que los conceptos que se adquieren de forma autónoma suelen ser más duraderos. Además, existen varios estudios que confirman la eficacia del aprendizaje por descubrimiento en la mejora del rendimiento académico (Pozo y Gómez, 1998). Sin embargo, este autor considera que es peligroso centrarnos únicamente en el aprendizaje por descubrimiento, pues el alumnado puede confundir 'hacer ciencia' con 'aprender ciencia' (García-Carmona, 2009).

En ocasiones, se confunde el aprendizaje por descubrimiento con la realización de una experiencia práctica siguiendo un guión, error en el que se suele caer habitualmente (Hodson, 1994). Si bien es cierto que el alumnado debe ser guiado en las experiencias prácticas, es necesario que su aprendizaje se realice de forma autónoma, característica esencial del aprendizaje por descubrimiento (Martínez y Zea, 2004), que le permitirá alcanzar sus propias conclusiones. De esta forma, estamos favoreciendo la creación de un aprendizaje significativo, en el que el alumnado construye su propio conocimiento relacionando conceptos nuevos obtenidos a partir del aprendizaje por descubrimiento con la teoría.

Además, la posibilidad de realizar trabajos prácticos en el aula o el laboratorio aporta al alumnado un enfoque desde la perspectiva de Ciencia, Tecnología y Sociedad (CTS), porque pueden comprobar que estas experiencias se relacionan directamente con la sociedad que les rodea, creando un nexo de unión entre la parte teórica de la materia con la realidad. Para ello es necesario remarcar ejemplos y aplicaciones de estas experiencias en la vida cotidiana, de forma que permita al alumnado ser conscientes de la cercanía de la materia en distintos ámbitos de la sociedad.

Otra manera de acercar la ciencia al alumnado consiste en adaptarse a sus necesidades e intereses. Para ello, el profesorado cuenta con numerosos recursos que permiten realizar enfoques más interesantes en el aula, como el empleo de herramientas de la tecnología de la información y la comunicación para el aprendizaje (TIC) o incluso orientar los contenidos hacia formas de divulgación, ya sea desde el ámbito académico hasta ámbitos más cotidianos, como las redes sociales (Crovi y Lemus, 2014). De esta manera también se favorece la implicación del alumnado en proyectos que puedan resultar más atractivos.

Teniendo en cuenta estos aspectos, el planteamiento de este trabajo de fin de máster (TFM) va a centrarse en el análisis de dos de los trabajos más relevantes llevados a cabo a lo largo del mismo, en el que se trabajan los siguientes aspectos:

- ❖ *Análisis de las causas de las ideas alternativas del alumnado de secundaria sobre el átomo.* (Asignatura: Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje).
- ❖ Proyecto de Innovación Docente: *Prácticas de laboratorio como herramienta para la implicación del alumnado en los procesos de enseñanza-aprendizaje.* (Asignatura: Evaluación e innovación docente en investigación educativa).

2.2. Objetivos

De forma general, ambos trabajos se centran en **facilitar la comprensión** de ciertos conceptos dentro de la asignatura de Física y Química.

En el primer caso, esto se refleja mediante el análisis de las causas que pueden afectar a dicho aprendizaje y la búsqueda de soluciones. Para ello, se propuso realizar un estudio sobre el tratamiento de una temática concreta dentro del currículo como es la definición de átomo y la explicación del enlace químico en diversos libros de texto empleados actualmente en la docencia de Física y Química, destacando las frases o definiciones que pueden dar lugar a este tipo de ideas por parte del alumnado.

En el segundo, se analiza la metodología de la enseñanza de las ciencias para enfocarla de manera que resulte más útil para la asimilación de la materia, además de tratar de motivar al alumnado mostrándole una ciencia más cercana. Este estudio estaría enfocado en la elaboración de un Proyecto de Innovación Docente (PID) que planteara un cambio metodológico, con objeto de captar la atención del alumnado más disperso y motivar en general al resto. Además, se ha buscado la forma de realizar una metodología más activa con pocos recursos y observar la respuesta del alumnado frente a dicho cambio, confiando en que el aumento del interés hacia la asignatura se viera reflejado en una mejora de la comprensión de la misma, dando lugar finalmente a mejores resultados.

2.3. Análisis del contenido

Según algunos investigadores (Pozo, Gómez, Limón y Sanz, 1991; Trinidad-Velasco y Garritz, 2004) las bases conceptuales en el aprendizaje de la Química por parte del alumnado se centran en la comprensión del mundo microscópico de la materia, de los cambios físicos y químicos y de la representación de las leyes físico-químicas de la materia relacionada con su aplicación práctica. El estudio de las posibles causas de las ideas previas del alumnado se ha centrado en dos temas que constituyen la base del estudio de la Química, como son la *estructura atómica* y el *enlace químico*, conocidos por su dificultad a la hora de entenderlos e interpretarlos inicialmente por el alumnado. En primer lugar, es necesario entender previamente la estructura del átomo para poder comprender cómo interactúan entre ellos dando lugar a los enlaces químicos.

Los conceptos a tratar aparecen vinculados entre sí en el Real Decreto 1105/2014 en los cursos de 2º y 3º de la Educación Secundaria Obligatoria, dentro del Bloque 2: La materia. Sin embargo, si atendemos a la Orden ECD/489/2016, no aparece oficialmente en el currículo hasta 3º ESO y en 4º ESO se amplían los contenidos. Mientras que en la primera etapa de secundaria su estudio se centra en la definición del átomo y de los modelos atómicos, en 4º ESO se hace más hincapié en el enlace químico y los tipos de interacciones que existen entre los átomos para dar dichos enlaces.

En la literatura existen numerosos trabajos donde realizan estudios sobre las concepciones alternativas de la estructura atómica, destacando una serie de estudios basados en encuestas realizadas a adolescentes para conocer sus ideas alternativas sobre esta temática (De la Fuente et al., 2003; Uria, Lecumberry y Orlando, 2012). Respecto al enlace químico, especialistas como Özmen (2004) o Taber (2011) realizaron una amplia revisión. En concreto en este último, se centra en cuáles eran las posibles causas en la metodología del aprendizaje de este concepto. Los modelos empleados para su comprensión se han simplificado hasta tal punto que ni siquiera mencionan aspectos básicos a la hora de entender estos enlaces, como la energía del átomo en su estado fundamental, que explica la preferencia del mismo para encontrarse en estado iónico en

el caso de los metales. En ese caso, se centran en explicar los tipos de enlaces únicamente como la cesión de electrones en un caso (enlace iónico) y la compartición de electrones en el otro caso (enlace covalente). Aunque de esta forma es más sencilla la asimilación del concepto por parte del alumnado, la simplificación genera una pérdida de información. Para poder entender estas energías, es necesario conocer correctamente la estructura del átomo y la posición de sus partículas en función de estas energías.

El PID se ha centrado en el tema de 'Reacciones Químicas', incluido según el Real Decreto 1105/2014 en los cursos de 2º y 3º de la Educación Secundaria Obligatoria, dentro del Bloque 3: Los cambios químicos. Sin embargo, si atendemos a la Orden ECD/489/2016, tampoco aparece oficialmente en el currículo hasta 3º ESO. A pesar de eso, en ocasiones los docentes plantean algo sobre reacciones químicas en 2º ESO, en el Bloque 2: La materia, asociándolo con los cambios de estado, como una breve alusión a la diferencia entre un cambio físico y un cambio químico. Mientras que el primer contacto oficial ocurre en 3º ESO, en 4º ESO vemos cómo vuelve a aparecer este tema dentro del mismo bloque, entrando más en detalle de los distintos tipos de reacciones químicas que existen.

La elección de este tema se debe a que considero que se trata de una parte fundamental para entender qué es la Química. Las reacciones químicas son la parte 'viva' de la Química, le confieren un sentido y una aplicación que va a permitir al alumnado entender para qué sirve, desde un punto de vista más cercano. Una de las principales preguntas que se hace el alumnado ante cualquier asignatura es: *'Y esto, ¿para qué sirve?'* Las reacciones químicas son una forma práctica de enseñarles las principales aplicaciones de la Química, tan presente en nuestra vida cotidiana (Hodson, 1994).

Como ya se ha comentado, el estudio de la Química resulta muy complejo para los estudiantes, pues parte de conceptos abstractos, como el concepto de mol o incluso la propia existencia de los átomos, que a su vez se dividen en partículas más pequeñas (De la Mata, Álvarez y Alda, 2011). En mi experiencia como docente, he sentido en ocasiones que tenía que intentar 'convencer' al alumnado al explicar ciertos aspectos

teóricos, pues muchas veces consideran que sólo es real aquello que se puede ver o demostrar. Este pensamiento me parece crítico y necesario a la hora de enfrentarse al estudio de cualquier ciencia, pues entra dentro de la aplicación del método científico, siempre que entendamos que ver y demostrar no es lo mismo. Se pueden demostrar muchas hipótesis sin necesidad de verlas físicamente, pues el propio resultado te confirma esa hipótesis, como en el caso de la existencia de las partículas subatómicas. Así, se puede entender el concepto de átomo basándonos en los diferentes modelos atómicos, pero siempre va estar acompañado de esa duda por parte del alumnado. Sin embargo, las reacciones químicas se pueden entender mejor si las vinculamos a la práctica.

2.4. Diseño y metodología

El trabajo relativo a las ideas previas del alumnado se plantea como una revisión bibliográfica de la literatura descrita sobre esta temática y el estudio comparativo entre algunos libros de texto para corroborar las hipótesis planteadas, dado que se centra en el análisis de las causas que pueden dar lugar a estas ideas alternativas. Sin embargo, para profundizar más en esta investigación podría realizarse un estudio real con estudiantes a los que se les plantease una evaluación inicial sobre sus ideas respecto al átomo y los enlaces químicos y comprobar si las explicaciones de los distintos libros de texto les facilitan la comprensión de las mismas. Para ello sería interesante poder realizar un estudio sobre cómo afectan las distintas explicaciones a estas ideas y comprobar cuál sería la forma más adecuada de explicar estos conceptos para evitar que las ideas alternativas se transformen en errores conceptuales.

Para completar la investigación, se plantearía una evaluación formativa de manera que se realice un seguimiento de la evolución de dichas ideas, hasta conseguir su transformación en la asimilación de los conceptos a tratar de forma correcta.

En el caso de las reacciones químicas, como ya se ha comentado, conceptos como la energía de las reacciones, su velocidad o los productos que se obtienen, se clarifican

si se muestran desde un punto de vista práctico, pues pueden ver los resultados *in situ*. De esta manera, el trabajar este tema en profundidad, apoyándonos en la práctica para ello, permite al alumnado:

1. Involucrarse en su proceso de aprendizaje.
2. Fomentar el trabajo autónomo y la responsabilidad del alumnado.
3. Facilitar la asimilación de ciertos conceptos.
4. Motivarse al ver la química desde un punto de vista más cercano.

Por tanto, la principal actividad propuesta en este trabajo partirá de una metodología activa basada en la experimentación práctica. El planteamiento se realizará de forma que tenga en cuenta los tres procesos generales que comprende la actividad científica, interrelacionados entre sí: la investigación, la elaboración de explicaciones y la evaluación (Crujeiras-Pérez y Cambeiro, 2018).

El diseño de este proyecto viene delimitado por las condiciones planteadas en este trabajo, enfocado a presentar una metodología alternativa a la observada en el aula durante el periodo de prácticas. En este caso, la metodología observada correspondía con clases magistrales, empleando la pizarra y el libro como herramientas de trabajo individual. Para ello, se plantearon las siguientes propuestas de innovación:

- Proyección de la teoría en una presentación, que incluía simulaciones y ejercicios.
- Posibilidad de dar las clases en el laboratorio, con el consiguiente cambio en la distribución de las mesas respecto a la que están acostumbrados.
- Trabajo cooperativo.
- Fomentar su implicación en el aprendizaje, proponiéndoles la realización de experimentos prácticos en los que por grupos deben realizar la explicación para el resto de la clase de forma autónoma. De esta forma, no sólo están implicados en su propio aprendizaje, sino en el del resto de estudiantes, pues deben realizar las explicaciones oportunas frente a los demás.

La realización de la experiencia práctica frente al resto de estudiantes les permite desarrollar otras capacidades útiles en su futuro. Entre ellas se pueden destacar

valores y actitudes como la curiosidad, la adquisición de autonomía o el trabajo en equipo; habilidades científicas y tecnológicas relacionadas con la destreza en el laboratorio o habilidades lingüísticas para seleccionar y expresar la información más relevante de los procesos que se están realizando (Moreno, Delgado y Albenza, 2014).

En este sentido, en este trabajo no se busca que el alumnado experimente un hecho libremente, que sería una forma de indagación interesante, pero teniendo en cuenta que se plantea como un primer contacto con el laboratorio, se consideró que era necesario este enfoque más guiado. Así, en este caso, el experimento les viene ya descrito, por lo que el objetivo es que el análisis del alumnado se centre, en primer lugar, en destacar los aspectos más relevantes de su práctica para demostrar su objetivo inicial, es decir, si el objetivo es demostrar cómo saber si se cumple la Ley de conservación de la masa, el grupo deberá hacer énfasis en la medida de la masa al principio y al final del experimento. En segundo lugar, ha de ser capaz de transmitir este hecho de forma clara al resto, pues se plantea un cuestionario final que será igual para todos y han de tener la misma información de cara al mismo.

Finalmente, tanto las capacidades y habilidades desarrolladas en el transcurso de la práctica, como las indagaciones llevadas a cabo posteriormente en el trabajo en grupo, servirán en mayor o menor grado para la realización de un informe de laboratorio. A través del mismo los estudiantes podrán plantearse los problemas que han podido surgir en el desarrollo de la parte práctica, las formas de mejorar y el análisis de los resultados obtenidos les permitirá llegar a conclusiones que favorezcan la adquisición del conocimiento (López-Rua y Tamayo-Alzate, 2012).

3. PRESENTACIÓN DE LOS TRABAJOS O PROYECTOS.

3.1. Descripción y desarrollo

Trabajo ideas alternativas

El trabajo relativo a las ideas alternativas del alumnado se centró, por un lado, en el estudio de la definición del modelo atómico actual y su representación dentro del apartado de estructura de la materia. Para ello, se buscó si en la explicación de la estructura atómica hacen mención al modelo atómico más actual, basado en los distintos niveles energéticos donde existe mayor probabilidad de encontrar a los electrones. Por otro lado, se analizaron las definiciones de los distintos tipos de enlace químico dentro del apartado con el mismo nombre. En este caso, el estudio de los modelos empleados para su explicación se dirigió a la búsqueda de alguna mención sobre la relación entre la formación de dichos enlaces y las energías mínimas del estado fundamental del átomo.

Los libros de texto utilizados en esta investigación han sido:

- *FQ 3. Física y Química. (Aula 3D)*. La Rioja, España: Editorial Vicens Vives.
- *Inicia Física y Química 3º ESO*. Libro del alumno. Volumen: La materia y sus cambios. Madrid, España: Oxford Educación.
- *Física y Química 3º ESO Savia*. Zaragoza, España: Ediciones SM.

Los resultados obtenidos demuestran que el tema de las energías relativas a la estructura y a las interacciones atómicas apenas se menciona en ninguno de los materiales analizados, únicamente uno de los tres libros de texto (Oxford) hace alguna referencia al respecto.

PID

El planteamiento del PID está estrechamente relacionado con la Unidad Didáctica programada en el centro educativo donde se llevó a cabo este proyecto, que se planteó de la siguiente manera:

	Unidad Didáctica	Sesiones
SESIÓN 1	1. Cambios químicos 2. Qué es una reacción química 3. Representación de una reacción química	Descripción de la metodología Ideas previas sobre el tema a tratar Explicación teórica de los tres primeros puntos del tema Ejercicios de ajustes de reacciones Reparto de material y organización de los grupos de trabajo
SESIÓN 2	3. Representación de una reacción química 4. Ley de la conservación de la masa	Corrección de ejercicios Repaso de la teoría vista Explicación teórica sobre la Ley de la conservación de la masa Práctica 1: Demostración de la Ley de la conservación de la masa
SESIÓN 3	5. Energía en las reacciones químicas	Repaso de la teoría vista Explicación teórica sobre la energía en las reacciones químicas Práctica 2: Reacción exotérmica Práctica 3: Reacción endotérmica
SESIÓN 4	6. Reacciones químicas cotidianas	Explicación teórica sobre las reacciones químicas cotidianas Práctica 4: Reacción de neutralización Práctica 5: Reacción de combustión
SESIÓN 5	7. Evaluación	Prueba de formulación (20') Cuestionario (20') Encuesta (5')

Tabla 1: Planificación de las sesiones en función de las partes de la Unidad Didáctica incluidas en este PID. Las partes escritas en negrita corresponden a la parte teórica, mientras que las partes moradas corresponden a la práctica, núcleo principal del desarrollo de este PID. La parte azul será la evaluación. (Fuente: Elaboración propia).

Centrando el proyecto en la experiencia práctica, se propone la posibilidad de enfocarla como una forma de divulgación científica. Para ello, se dividirá el aula en grupos, de forma que a cada grupo se le asigne un experimento distinto tal y como se muestra en la tabla anterior. De esta manera, se plantean cinco prácticas, relacionadas con la materia vista en la teoría. Tras el estudio de la parte teórica a través de una presentación, deberán realizar su experimento por grupos, como si estuvieran grabando un programa de televisión o un vídeo tutorial. En este planteamiento, es necesario que el alumnado se prepare las prácticas previamente, con ayuda de los guiones y

preguntando las dudas que les pudieran surgir. Por otro lado, durante la realización del experimento, deben ir explicando paso a paso qué están realizando de cara al resto de la clase.

Para fomentar su responsabilidad frente a las explicaciones que realicen y comprobar su comprensión, así como la de la teoría y los ejemplos prácticos que la apoyaban, la evaluación final de este proyecto consiste en un cuestionario de preguntas cortas y la elaboración de un informe de laboratorio por grupos, siguiendo una plantilla vista en clase. Además, al alumnado se le repartirá una rúbrica de evaluación para que puntúen a sus propias compañeras y compañeros durante el desarrollo de cada práctica.

Los porcentajes de evaluación propuestos corresponden con lo planificado por la tutora del centro educativo, asignados de la siguiente manera, tal y como se muestra en la siguiente tabla (Tabla 2):

Instrumentos de evaluación	Porcentaje
Examen escrito	50%
Práctica experimental	25%
Informe de laboratorio	25%

Tabla 2: Desglose de los porcentajes asignados a cada instrumento de evaluación (Fuente: Elaboración propia).

3.2. Análisis

Trabajo ideas alternativas

En el primer trabajo se pone de manifiesto que dentro de una misma temática existen varias diferencias en el material didáctico utilizado por el docente, a pesar de estar todos referenciados dentro del mismo marco curricular. Por ello, resulta imprescindible destacar la importancia del tratamiento de diferentes fuentes, pues si el docente emplea una única fuente y en ella existen conceptos explicados de forma más simple o incompleta, esto puede dar lugar a la generación de ideas alternativas por parte

del alumnado. Por tanto, una buena manera de evitar esta situación sería facilitar diversos materiales a la clase. Además, esta metodología también es práctica a la hora de dotar al alumnado de cierta autonomía en su aprendizaje, si bien sería necesario enseñarles cómo manejar las distintas fuentes.

Las diferencias presentes en los libros de texto analizados son comunes, pues dependiendo de la editorial pueden existir distintos enfoques de un mismo tema, más aún si en el currículo no se especifica con detalle la temática a tratar y aparece recogida en dos cursos. Tal es el caso de los modelos atómicos, pues concretamente en uno de los libros de texto analizados no aparecía el modelo atómico de Bohr. En este caso, se decidió investigar un poco más y al analizar el libro de la misma editorial del curso posterior, se observa que sí incluyen este modelo, por tanto consideran que es un concepto que los estudiantes trabajarán al año siguiente. Sin embargo, esto podría generar una mala aproximación del concepto de átomo al alumnado, dando lugar a una idea alternativa que difícilmente pueda ser modificada al año siguiente.

Por otro lado, tal y como se plantea en estudios anteriores (Taber, 2011), se observa que en los libros de texto no se especifican cuestiones relativas a las energías atómicas en el análisis de los distintos tipos de enlace. Lo más llamativo es la ausencia de referencias a la búsqueda de la estabilidad de los átomos. Independientemente de que se decida no entrar en un concepto tan complejo, es interesante destacar que no dan ningún tipo de explicación para que el alumnado pueda entender o razonar por qué suceden así las cosas. Este hecho resulta muy peligroso porque puede generar una tendencia al aprendizaje memorístico sin plantearse una explicación, que más adelante puede dar lugar a conceptos erróneos en otros apartados como las reacciones químicas y el estudio de sus energías.

PID

El PID planteado pudo ponerse en práctica siguiendo el desarrollo descrito en el apartado anterior, con una respuesta del alumnado bastante positiva y sin problemas significativos. A pesar de tratarse de un grupo poco trabajador, se implicaron mucho en

el proyecto, si bien los resultados obtenidos en la evaluación continuaban en la línea que seguían a lo largo del curso. Sin embargo, la principal limitación que he encontrado ha sido el ajuste a la programación de aula planteada. Si atendemos al currículo, algunos de los aspectos presentes en esta unidad estarían dentro de la programación de 4º ESO, como la energía de las reacciones químicas, su velocidad o el estudio de reacciones químicas cotidianas. Por tanto, aunque aquí se haya planteado esta experiencia en 3º ESO, en mi opinión estaría más acorde en 4º ESO. De esta forma, el tratamiento práctico de aspectos como el estudio de las reacciones químicas cotidianas, que en este proyecto se han visto de forma muy superficial, podrían ser mucho más útiles en 4º ESO, donde la teoría se centra más en el estudio de reacciones de neutralización y combustión.

De todas formas, esto no significa que no pueda realizarse en 3º ESO. La parte positiva de plantear este tipo de proyectos es que pueden ser adaptados tanto dentro del propio curso, según las necesidades del alumnado, como para otros cursos que trabajen el mismo bloque temático. Así, en este caso, se ha propuesto como un primer contacto del alumnado con el laboratorio y las reacciones químicas, mientras que si se plantease en cursos superiores, podría centrarse en el análisis de los productos obtenidos, combinándolo con ejercicios prácticos de cálculos de rendimientos. Otro enfoque posible sería plantear la práctica como un trabajo de investigación en el que el alumnado tuviera que diseñar sus propios experimentos partiendo de un tema seleccionado por el docente.

3.3. Posibles mejoras

Trabajo ideas alternativas

El trabajo relativo a las ideas alternativas estaba enmarcado en una temática muy concreta como era el estudio de la estructura atómica y el enlace químico. Se realizó en base a las ideas alternativas principales que se encontraron tras un estudio bibliográfico, sin embargo existen otras ideas alternativas (González-Felipe, Aguirre-Pérez, Fernández-César, y Vázquez-Moliní, 2017), que hubiera resultado muy interesante analizar.

Para poder realizar un estudio en profundidad, sería necesario por un lado, tener en cuenta todas las posibles ideas alternativas respecto a esta temática. Por otro lado, hubiera contribuido a completar este trabajo el estudio de otras causas que pudieran generar esas ideas, pues en este caso nos hemos centrado en el análisis de unos libros de texto para comprobar si en ellos se encontraban las posibles causas mencionadas en la bibliografía al respecto.

Además, me hubiera gustado poder combinar la investigación a través del trabajo con los propios estudiantes en el que pudieran aportar su opinión, más valiosa que las posibles hipótesis que se puedan plantear. Para ello, hubiera resultado muy interesante plantear una evaluación inicial con la que valorar las respuestas obtenidas.

Con este trabajo he podido comprobar la importancia de realizar evaluaciones iniciales al alumnado, pues no se tratan únicamente de una forma de conocer la clase a la que te enfrentas, sino que te permite orientar tu programación posterior. De esta manera, puedes planificar las clases haciendo hincapié en los aspectos en los que el alumnado presenta más debilidades.

En este sentido juega un papel fundamental la evaluación formativa, que se plantea como una necesidad para realizar un seguimiento eficaz de la adquisición de conocimientos por parte del alumnado. Si observamos la presencia de ideas alternativas, resulta interesante realizar dicho seguimiento para comprobar si van desapareciendo conforme se va trabajando en profundidad la materia.

PID

Teniendo en cuenta estas ideas, antes de plantear el PID me hubiera gustado poder analizar los conocimientos del alumnado respecto a las reacciones químicas a través de una evaluación inicial. Por ejemplo, si el alumnado no comprende bien el concepto de compuesto químico o cómo interactúan entre sí los átomos para dar los compuestos, buscando la mínima energía, difícilmente comprenderá que la energía juega un papel fundamental para que se produzcan esos cambios químicos que transforman unas sustancias en otras (Furió y Furió, 2000). Actualmente existen

numerosas estrategias para realizar a cabo este seguimiento basándonos en herramientas TIC. Una opción sería la realización de cuestionarios breves a través de diferentes plataformas como *kahoot*, *plickers* o *socrative*, que no quitan mucho tiempo de clase y cuya información queda reflejada en el sistema, permitiendo al docente planificar sus clases posteriores en base a los resultados obtenidos. La principal dificultad que puede derivarse de esta metodología es la necesidad de contar con los recursos informáticos necesarios para poder llevarla a cabo.

Otra forma de seguimiento, planteada como método de autoevaluación del alumnado consiste en emplear la metodología 'One minute paper', que permite a los estudiantes ser conscientes de su aprendizaje en cada sesión, atendiendo a preguntas breves, como qué consideran que no han entendido o qué les ha resultado más útil de cada sesión.

Por otro lado, aunque el PID se centró en el trabajo práctico, considero que se podrían plantear otras metodologías activas para la parte teórica de la Unidad Didáctica, siguiendo con los objetivos planteados, como la posibilidad de realizar búsquedas de información por grupos. Además, la resolución de ejercicios prácticos sobre el ajuste de reacciones se puede plantear a través de la metodología 'Numbered Heads Together'. En ella, la clase se divide en grupos de 3 o 4 personas y se reparten los ejercicios, que deberán resolver en clase en su grupo de trabajo. Finalmente, cuando todos hayan finalizado, una persona de cada grupo elegida al azar tendrá que salir a resolverlo, por lo que es imprescindible que todos los integrantes del grupo hayan entendido el ejercicio. De esta manera se fomenta el trabajo cooperativo y se desarrollan otras destrezas como las habilidades comunicativas.

4. REFLEXIONES.

4.1. Reflexión didáctica

Para poder llevar a cabo una reflexión didáctica de los trabajos aquí presentados, se deben tener en cuenta una serie de aspectos:

- Aportación del trabajo al contenido.
- Logro de los objetivos propuestos.
- Posibilidad de llevar el trabajo a la práctica.

Trabajo ideas alternativas

El trabajo de las ideas alternativas del alumnado, tal y como está planteado, no se basa en una propuesta que pueda llevarse a la práctica en un aula con los estudiantes, pues consiste en el análisis de los libros de texto. El objetivo principal es, en primer lugar, indagar sobre las principales causas de las ideas alternativas del alumnado relativas a la estructura atómica y el enlace químico según la bibliografía. En este caso se determinó que la principal causa correspondía con la falta de relación entre estos temas con los niveles energéticos dentro de la estructura atómica. Con esta información, el siguiente paso es comprobar si la hipótesis es cierta, es decir, analizar en los libros de texto si mencionan los factores energéticos.

Como se ha podido comprobar en función de los recursos estudiados, la hipótesis es cierta, si bien podría realizarse un estudio más amplio empleando más libros de texto o analizando otras fuentes de información empleadas como recursos educativos en el aula.

La aportación de este trabajo se centra en proporcionar una información valiosa al profesorado para poder interpretar las dificultades conceptuales que pueden generarse respecto a estas temáticas. Conociendo las causas resulta más sencillo evitarlas o buscar alternativas para que no sucedan. Teniendo esto en cuenta, en este caso sería conveniente emplear diversas fuentes de información para poder proporcionar al alumnado el contenido de la mejor manera posible.

Sin embargo, este trabajo está planteado de forma hipotética, por lo que para que pudiera ser llevado a la práctica sería necesario analizar cuáles son las causas de las ideas alternativas dentro de nuestro grupo de trabajo. Para ello, sería necesario realizar las siguientes etapas:

- Un cuestionario inicial, que permitiera detectar las ideas alternativas.
- Analizar las posibles causas que las generan.
- Comprobar si esas causas están relacionadas con los recursos educativos empleados en el aula y si es así, modificarlos.
- Si se deben a otros factores, programar las siguientes sesiones para trabajar en eliminar esas causas, en base a trabajos de indagación o experiencias prácticas.
- Un cuestionario final para comprobar el estado de esas ideas alternativas.

Aunque de esta manera el trabajo estaría completo, sería necesario tener en cuenta las sesiones asignadas a este estudio, pues podría provocar que se alargase más de lo planificado en la programación de aula. Por ello, sería necesario encontrar un equilibrio entre realizar un estudio muy exhaustivo y cumplir con el horario estipulado. Además, también resulta imprescindible tener en cuenta previamente los recursos educativos del centro, tanto para el análisis de los mismos, como para realizar los cuestionarios pertinentes.

PID

En el PID, la reflexión didáctica es más amplia porque se pueden añadir una serie de factores a tener en cuenta, al haber podido ponerse en práctica el proyecto en un centro educativo. De esta manera, podremos analizar además la respuesta del alumnado, su implicación y los resultados obtenidos.

Como ya se ha comentado, este trabajo está enmarcado dentro de la Unidad Didáctica: Reacciones químicas. Por tanto, está diseñado para incluir todos los contenidos de la misma, de una forma u otra. Aunque la parte fundamental de este proyecto se centra en la experiencia práctica, es necesario destacar que la parte teórica

resulta fundamental para poder comprender lo que sucede en las prácticas. De esta manera se crea un vínculo interdependiente, en el que ambas partes se complementan, pero de forma individual no tendrían sentido o quedarían incompletas.

Los objetivos de este proyecto eran varios, pero se centraba en la búsqueda de un cambio metodológico que permitiera mejorar la comprensión de la materia por parte del alumnado, su motivación y su implicación en los proyectos de enseñanza-aprendizaje. Para ello, se propuso dotarles de mayor responsabilidad en el aula a través de trabajos en grupo en los que tuvieran que presentar su comprensión y dominio de la materia a través de una serie de experimentos. En este sentido, los objetivos se cumplieron con creces, pues el alumnado se mostró ampliamente implicado en estas presentaciones, siendo su participación muy favorable en general, tanto en el momento de realizar el experimento como desde el punto de vista del observador. Se generó un clima de aula muy positivo en el que el alumnado que realizaba la práctica adoptó el rol de docente mientras que el resto no permaneció en un papel de observador, sino que realizaban preguntas que les eran contestadas por los estudiantes dando lugar a un feedback muy interesante.

En general, el feedback generado en el aula resulta especialmente útil para poder realizar un seguimiento de los conocimientos adquiridos por el alumnado. De hecho, en este proyecto resultó especialmente interesante, pues al estar el docente situado en un rol de espectador, podía analizar mucho mejor las preguntas planteadas por los estudiantes y las respuestas que daba el grupo que realizaba la práctica en cada momento. De esta manera, se pudo comprobar que la mayoría iba comprendiendo los procesos que se trabajaban, si bien luego no se reflejó en los resultados del cuestionario final. Sin embargo, en una encuesta realizada al final del proyecto al alumnado, a la pregunta sobre si consideraban que había comprendido bien el tema trabajado, la inmensa mayoría contestó que sí. Este hecho me hizo replantearme ciertas cuestiones al respecto de los métodos de evaluación empleados.

A continuación se presenta un resumen de dichos resultados (Gráfico 1):

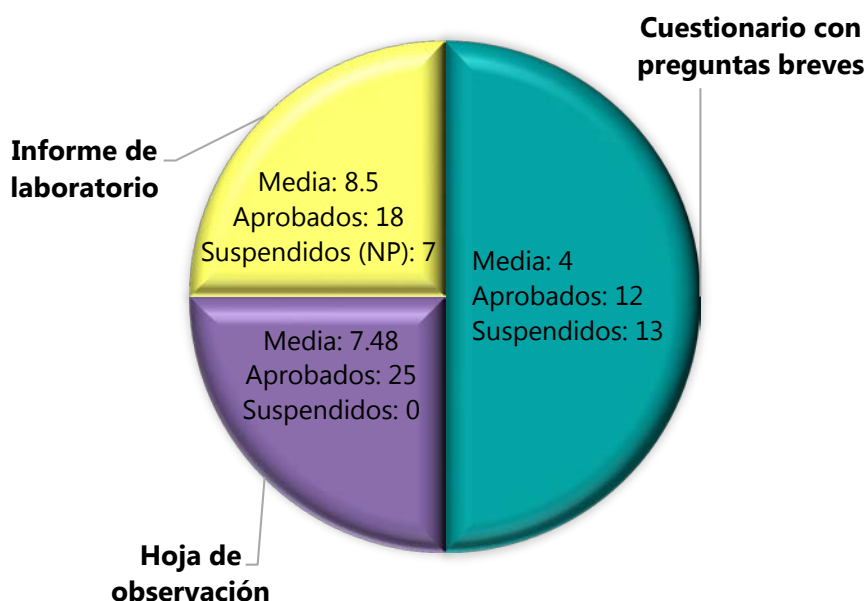


Gráfico 1: Representación de los resultados (Fuente: Elaboración propia).

Observando la gráfica, quedan patentes las diferencias entre los trabajos prácticos (desarrollo de la parte práctica e informe de laboratorio), que cuenta con mejores calificaciones, y el trabajo teórico, en el que tenían que demostrar la adquisición y comprensión de los nuevos conceptos, cuyas calificaciones han sido inferiores. Aquí hay dos factores a tener en cuenta: por un lado, el desarrollo de la parte práctica y el informe se podían realizar de manera cooperativa en los grupos de trabajo asignados, es decir, el hecho de trabajar en grupo puede haberles beneficiado a la hora de obtener tan buenos resultados. Por otro lado, el cuestionario implica una parte de trabajo memorístico, que es donde quizá se observe el mayor problema.

Por ejemplo, la mayor parte del alumnado comprendía que para pasar de reactivos a productos era necesario traspasar una barrera energética, sin embargo, menos de la mitad de la clase recordaba su nombre. En otra pregunta que consistía en explicar la diferencia entre cambio físico y cambio químico, la mayoría explicó los ejemplos citados en clase en vez de emplear una definición, demostrando que habían atendido a la explicación y que el ejemplo les había permitido entender el concepto

asignado. El problema observado podría deberse a que al alumnado le falta soltura a la hora de emplear el lenguaje adecuado para expresar estos conceptos, por lo que muchas veces optan por aprenderse definiciones de memoria. Es por ello que sería interesante que se incluyera en el currículo algo relacionado con tratamiento de artículos científicos sencillos, el manejo de vocabulario científico o se hiciese más hincapié en desarrollar la comprensión escrita y lectora en el ámbito científico-tecnológico.

Por último, a nivel de recursos, en este trabajo se han podido realizar las prácticas empleando materiales fáciles de obtener, baratos y poco peligrosos, condiciones a tener en cuenta para trabajar con los estudiantes en un primer contacto con el laboratorio. Sin embargo, sí es necesario contar con un laboratorio adecuado y amplio para poder trabajar con todo el grupo a la vez, aunque si esto no fuera posible podrían plantearse alternativas, como realizar un desdoble del aula para llevar a cabo este proyecto.

4.2. Reflexión personal

Aunque el planteamiento de estos trabajos es distinto, debido a que el primero se trata de un trabajo teórico, mientras que el segundo propone un proyecto de innovación en el aula, el punto común es que en ambos se busca facilitar la comprensión del alumnado y la mejora del rendimiento del mismo.

La combinación de un estudio teórico, como es el caso del análisis de las posibles ideas alternativas del alumnado, junto con la elaboración de un proyecto de innovación resulta muy beneficiosa. Por un lado, sirve para conocer mejor la situación del alumnado frente al tema a tratar y así poder enfocar mejor el planteamiento de las sesiones. Por otro lado, permite mostrar al alumnado la temática de una forma más sencilla evitando que caigan en errores conceptuales y favoreciendo así que puedan disfrutar más del aprendizaje. Sin embargo, en este sentido me gustaría destacar la importancia del trabajo que el docente ha de llevar a cabo fuera del aula, pues tendría que tener en cuenta todos los aspectos que se han mencionado antes, relativos al estudio de las ideas alternativas, como la realización del cuestionario inicial y el análisis de los resultados para detectar las

posibles ideas alternativas. En caso de existir estas ideas, sería conveniente investigar las posibles causas para poder enfocar las sesiones teóricas y prácticas hacia la eliminación de las mismas y por último se realizaría la comprobación sobre la comprensión de los conceptos y la eliminación de dichas ideas.

A esto habría que añadir las funciones habituales del docente, en las que tendría que tener presente las formas de evaluación de los trabajos. Las cuestiones relativas a las ideas alternativas no son evaluables en sí, pero sí se puede evaluar la evolución del pensamiento de los estudiantes atendiendo a la asimilación de los nuevos conceptos. Por otro lado, el proyecto incluye otra serie de actividades que sí deben evaluarse. En primer lugar está la parte práctica que se calificaría en base a rúbricas, en las que el docente ha de estar tomando notas de forma constante a través de una hoja de observación en el aula. En segundo lugar, tenemos el cuestionario y el informe.

Teniendo en cuenta la programación de aula, este trabajo debería estar enmarcado en un periodo de dos a tres semanas, con los posibles inconvenientes que puedan surgir dentro del centro educativo. Por tanto, el principal problema es la dificultad de englobar tanta cantidad de trabajo en un periodo limitado de tiempo. Además, lo ideal sería poder realizar este tipo de análisis y proyectos en cada Unidad Didáctica.

Sin embargo, considero que hay que ser realistas. Aunque esta perspectiva de trabajo pueda resultar abrumadora, hay que saber encontrar un equilibrio entre el currículo y el buen hacer en las aulas. El profesorado debe ser consciente de sus limitaciones y de todos los factores que influyen en cada clase planificada. No se puede pretender ser innovador todos los días o analizar cada concepto explicado, pero si mantenemos estas ideas presentes a la hora de planificar nuestras sesiones, podremos mejorar nuestra labor docente en base a la propia experiencia.

El trabajo del día a día nos permite ser conscientes de qué aspectos resultan más difíciles para el alumnado, por tanto en ese punto será donde deberemos hacer más hincapié en la problemática de las ideas alternativas o de experiencias de aula que

permitan clarificar los conceptos. Asimismo, en el trabajo diario podremos observar que temas les resultan menos motivadores, para los cuales será necesario planificar actividades más cercanas en las que puedan implicarse más en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Además, siempre tenemos que trabajar en base a las necesidades de cada grupo, por lo que la planificación de las sesiones de trabajo es dinámica y puede ir modificándose y evolucionando en función de las situaciones observadas en el aula.

5. CONCLUSIONES.

Los trabajos planteados a lo largo de este Máster nos han permitido reflexionar sobre numerosos aspectos a tener en cuenta en nuestro futuro docente. Sin embargo, es evidente que estas reflexiones pueden evolucionar y toda la teoría vista en clase, junto con el periodo de prácticas y las experiencias del resto de compañeras y compañeros del Máster nos dan la posibilidad de analizar diferentes puntos de vista.

Este hecho ha podido verse reflejado en la realización del TFM. Retomando unos trabajos realizados por nosotros mismos, a través de su análisis y la reflexión en base a toda la experiencia recabada durante este periodo, pueden surgir nuevas ideas y modificaciones que nos permiten mejorar estos proyectos.

Si esto ha sucedido en un breve periodo de formación, a lo largo de nuestra carrera profesional va a seguir sucediendo, lo que demuestra que el profesorado se encuentra en un estado permanente de análisis, reflexión y cambio, tanto de sus metodologías como de sus factores a tener en cuenta en cada momento. Así, un mismo proyecto puede emplearse en diversas ocasiones, pero siempre habrá que realizar modificaciones en función de las necesidades del momento. En este sentido, estoy convencida de que si retomase estos mismos proyectos dentro de un año, volvería a encontrar nuevas ideas de mejora.

A lo largo de esta formación, uno de los aspectos que más me ha llamado la atención es la capacidad que tiene el docente de 'contagiar' sus emociones al alumnado. De esta manera, un docente apasionado con la materia que imparte, puede transmitir ese sentimiento al alumnado. Esto se refleja también en sus actitudes respecto al alumnado, es decir, cuando te enfrentas a un aula difícil, si confías en las posibilidades de mejora del grupo, podrán llegar a mejorar, pero si les transmites frustración, difícilmente el grupo pueda avanzar.

Me gustaría pensar que tanto mis ganas de continuar aprendiendo como la situación de mejora constante recogidas en este TFM, puedan ser reflejadas a mis futuros estudiantes de alguna manera a lo largo de mi carrera en el mundo de la docencia.

6. BIBLIOGRAFÍA.

- Camargo, M. C. F. M. (2004). Las necesidades de formación permanente del docente. *Educación y educadores*, 7, 79-112.
- Crovi, D. y Lemus, M.C. (2014). Jóvenes estudiantes y cultura digital – una investigación en proceso. *Virtualis*, 5(9), 36-55.
- Crujeiras-Pérez, B. y Cambeiro, F. (2018). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1201.
- De la Fuente, A. M., Perrotta, M. T., Dima, G., Gutiérrez, E., Capuano, V., Follari, B. (2003). Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8º de EGB). *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 123-134. Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21899/21732
- De la Mata, C., Álvarez, J. B. y Alda, E. (2011). Ideas alternativas en las reacciones químicas. *Revista Didácticas Específicas*, 5.
- De Prada, F. I., Cañas, A., Caamaño, A. (2015). *Física y Química 3º ESO Savia*. Zaragoza, España: Ediciones SM.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Fontanet, Á. M.^a, Martínez de Murguía, J. (2015). *FQ 3. Física y Química. (Aula 3D)*. La Rioja, España: Editorial Vicens Vives.
- Fontanet, Á. M.^a, Martínez de Murguía, J. (2016). *FQ 4. Física y Química. (Aula 3D)*. La Rioja, España: Editorial Vicens Vives.
- Furió, C. y Furió, C. (2000). Dificultades conceptuales y epistemológicas en el aprendizaje de los procesos químicos. *Educación Química*, 11(3), 300-308.

- García-Carmona, A. (2009), Investigación en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*. 3(2).
- Garriz, A., Trinidad-Velasco, R. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 92-105. Recuperado de https://www.academia.edu/4306510/Revisi%C3%B3n_de_las_concepciones_alternativas_de_los_estudiantes_de_secundaria_sobre_la_estructura_de_la_materia
- González-Felipe E. M., Aguirre-Pérez, C., Fernández-César, R. y Vázquez-Moliní A. M. (2017). Concepciones alternativas de los alumnos de educación secundaria sobre el enlace químico. *Revista de Didácticas Específicas*, 18, 26-44.
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299- 313.
- Imbernón, F. (2001). La profesión docente ante los desafíos del presente y del futuro. *La función docente*, 27-45.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, 4 de mayo de 2006, núm. 106, pp. 17158-17207. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/pdf/2006/BOE-A-2006-7899-consolidado.pdf>
- López-Rua, A. M.; Tamayo-Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. En: *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 8(1), 145-166.
- Martínez, E. R. y Zea, E. (2004). Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*. 2(24), 69-90.
- 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. BOA núm. 105. Zaragoza, 26 de mayo de 2016.

Recuperado de <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909>

- Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education & Technology*, 13, 147-159. doi: 10.1023/B:JOST.0000031255.92943.6d
- Piñar Gallardo, I. (2016). *Inicia Física y Química 3º ESO. Libro del alumno. Volumen: La materia y sus cambios*. Madrid, España: Oxford Educación.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A., Limón, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia*, Madrid, España: Ministerio de Educación y Ciencia.
- Pozo, J. y Gómez, M. (1998). *Aprender a enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico*. España: Ediciones Morata.
- Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato. Recuperado de <https://www.boe.es/boe/dias/2015/01/03/pdfs/BOE-A-2015-37.pdf>
- Prieto Jiménez, E. (2008). El papel del profesorado en la actualidad. Su función docente y social. *Foro de educación*, 6 (10).
- Taber, K. S. (2011). Models, molecules and misconceptions: a commentary on "Secondary School Students' Misconceptions of Covalent Bonding". *Journal of Turkish Science Education*, 8 (1), 3-18. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268285037_Models_Molecules_and_Misconceptions_A_Commentary_on_Secondary_School_Students_Misconceptions_of_Covalent_Bonding
- Uria, M., Lecumberry, G., Orlando, S. (2012). *Las concepciones de los actuales alumnos sobre estructura de la materia*. Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Recuperado de <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/III2012>

7. ANEXOS.

❖ ANEXO I:

Análisis de las causas de las ideas alternativas del alumnado de secundaria sobre el átomo.

Virginia Lezáun Alcalá. Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas. Especialidad Física y Química.

Introducción

Las ideas o concepciones alternativas son nociones previas que puede generar cualquier persona sobre un tema cuyos conocimientos no domina, pero de alguna forma trata de explicar. Son especialmente importantes en la etapa educativa, aunque no hay que olvidar que los adultos también generamos esta serie de asociaciones. Actualmente se emplea el término de idea o concepción alternativa para no asociarlo a ninguna acepción negativa, pues en ocasiones se ha considerado que estas ideas eran conceptos erróneos porque distaban de las teorías científicas (González-Felipe, Aguirre-Pérez, Fernández-César y Vázquez-Moliní, 2017). Sin embargo, el hecho de que un alumno sea capaz de realizar este tipo de asociaciones de forma independiente es positivo desde el punto de vista de un aprendizaje significativo. La idea alternativa por tanto no sería un error conceptual en sí mismo, pero podría dar lugar a dicho error (Furió-Más, Solbes-Matarredona y Carrascosa-Alís, 2004).

A pesar de no conocer su origen con exactitud, se cree que este tipo de ideas son innatas y pueden corresponder a características genéticas (Taber, 2015). No obstante, en ocasiones se desarrollan a partir de explicaciones dadas por el propio docente o por el material empleado en la enseñanza de esa materia (González-Felipe et al. 2017).

Por esta razón, en este trabajo, se pretenden analizar una serie de conceptos presentes en los libros de texto de secundaria relativos al átomo (estructura) y a su forma

de interactuar entre sí (enlace químico). Estos dos aspectos son fundamentales para la comprensión de los procesos químicos posteriores, pero debido a su complejidad, pueden generar ideas alternativas en el alumnado en el proceso de aprendizaje. Ambos conocimientos se tratan por primera vez en el apartado de la materia de la asignatura Física y Química de 3º ESO, correspondiente al Bloque 2 según la Orden ECD nº 489, (2016), por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria.

Para poder realizar dicho análisis, se ha realizado el estudio de los temas relacionados con la definición de átomo y la explicación del enlace químico en diversos libros empleados actualmente en la docencia de Física y Química de 3º ESO, destacando las frases o definiciones que pueden dar lugar a este tipo de ideas por parte del alumnado.

Fundamentación teórica

Existen muchos problemas en el aprendizaje de las ciencias por el alumnado debido a la cantidad de conceptos abstractos con los que trabaja para explicar hechos, procesos o simplemente definir objetos que no pueden observarse a simple vista. Para ello, tanto los docentes como los libros de texto se basan en modelos que sirven para simplificar estos conceptos y hacerlos más cercanos al alumnado. Estos modelos, por un lado, facilitan su comprensión, pero por otro pueden dar lugar a la asimilación de ideas alternativas. Según la literatura (Driver, Guesne y Tiberghien, 1989), este tipo de ideas se caracterizan por: a) ser personales, influyendo en la forma de asimilar la información individual; b) parecer incoherentes, porque su forma de obtención no se ha realizado a través de un argumento científico y c) permanecer estables, es decir, incluso explicándoles razonadamente un concepto, en ocasiones el alumnado acepta su idea previa como la correcta y la emplea en sus estudios. El problema surge cuando una idea alternativa, da lugar a un error conceptual y esta información es asimilada por el alumnado como el concepto real, pues resulta muy difícil de modificar y puede permanecer durante toda su etapa educativa.

A pesar del conocimiento de los docentes sobre los problemas que suponía el aprendizaje científico por parte del alumnado desde hace tiempo, no fue hasta la década de los 70 cuando comenzó a analizarse el concepto de las ideas alternativas, a raíz de los estudios de la tesis del científico Viennot (1979) que trataba estas concepciones en la materia de Física. Desde entonces se ha desarrollado una potente rama de estudio entorno a esta temática desde diversos campos como Física, Química o Biología. Aunque inicialmente los estudios se centraban en los aspectos más descriptivos, actualmente la importancia radica en la búsqueda de soluciones o alternativas en los procesos de enseñanza-aprendizaje de este tipo de materias (Carrascosa-Alís, J., Gil-Pérez, D., Valdés-Castro, P., 2004).

Esta situación es especialmente visible en Química, cuya base teórica se centra en un mundo de partículas subatómicas. Por esta razón, es importante que el alumnado comprenda los conceptos básicos sobre los átomos, es decir, deben entender cómo son y cómo interaccionan entre sí. Según algunos estudios sobre esta temática (Pozo, Gómez, Limón y Sanz, 1991; Trinidad-Velasco y Garritz, 2004) las bases conceptuales en el aprendizaje de la Química por parte del alumnado se centran en la comprensión del mundo microscópico de la materia, de los cambios físicos y químicos y de la representación de las leyes físico-químicas de la materia relacionado con su aplicación práctica.

Tanto la estructura atómica como el enlace químico, son dos conceptos conocidos por su dificultad a la hora de entenderlos e interpretarlos inicialmente por el alumnado. En primer lugar, es necesario entender previamente la estructura del átomo para poder comprender cómo interactúan entre ellos dando lugar a los enlaces químicos. En la literatura existen numerosos trabajos donde realizan estudios sobre las concepciones alternativas del enlace químico y la estructura atómica.

En el caso de la estructura atómica, destacan una serie de estudios basados en encuestas realizadas a adolescentes para conocer sus ideas alternativas sobre esta temática (De la Fuente, Perrotta, Dima, Gutiérrez, Capuano y Follari, 2003; Uria, Lecumberry y Orlando, 2012).

Para el enlace químico, especialistas como Özmen (2004) o Taber (2011) realizaron una amplia revisión al respecto. En concreto, en el artículo más actual (Taber, 2011) destacaban cuáles eran las posibles causas en la metodología del aprendizaje de este concepto. Los modelos empleados para su comprensión se habían simplificado hasta tal punto que ni siquiera se mencionaban aspectos fundamentales a la hora de entender estos enlaces, como la energía del átomo en su estado fundamental, que explica la preferencia del mismo para encontrarse en estado iónico en el caso de los metales. En ese caso, se centran en explicar los tipos de enlaces únicamente como la cesión de electrones en un caso (enlace iónico) y la compartición de electrones en el otro caso (enlace covalente). Aunque de esta forma es más sencilla la asimilación del concepto por parte del alumnado, la simplificación genera una pérdida de información. Para poder entender estas energías, es necesario conocer correctamente la estructura del átomo y la posición de sus partículas en función de estas energías.

Recursos o instrumentos analizados

Atendiendo a los aspectos comentados en el apartado anterior, para la realización de este trabajo, los conceptos a analizar en la literatura serán los siguientes:

- Por un lado, se buscará si en la explicación de la estructura atómica hacen mención al modelo atómico más actual, basado en los distintos niveles energéticos donde existe mayor probabilidad de encontrar a los electrones.
- Por otro lado, se analizará la explicación relativa a los distintos tipos de enlace. En este caso, el estudio se centrará en encontrar, dentro de los modelos empleados para su explicación, alguna mención aunque sea de forma superficial sobre la relación entre la formación de dichos enlaces y las energías mínimas del estado fundamental del átomo.

En concreto, los libros empleados han sido:

- *FQ 3. Física y Química. (Aula 3D)*. La Rioja, España: Editorial Vicens Vives.

- *Inicia Física y Química 3º ESO. Libro del alumno. Volumen: La materia y sus cambios.* Madrid, España: Oxford Educación.
- *Física y Química 3º ESO Savia.* Zaragoza, España: Ediciones SM.

En todos los casos, el estudio se ha centrado en la definición del modelo atómico actual y su representación, para el apartado de estructura de la materia y en las definiciones de los distintos tipos de enlace químico para el apartado con el mismo nombre. Para su simplificación a la hora de referirme a cada uno de ellos, serán citados según sus editoriales (Vicens Vives, Oxford y SM respectivamente).

Resultados

Estructura atómica

Mientras que en el libro de Vicens Vives (Fontanet y Martínez de Murguía, 2015), el tema correspondiente a la estructura atómica comienza directamente con la explicación de la Teoría atómica de Dalton, en los libros de Oxford y SM (Piñar Gallardo, 2016; De Prada, Cañas, y Caamaño, 2015) sí hacen un introducción previa señalando la definición de átomo, si bien en ambos casos la definición se centra en considerarlo como la partícula más pequeña de la que se compone la materia.

Tras la explicación de la Teoría atómica de Dalton, en los tres casos se describen los conceptos de electrones y protones con ejemplos, como el caso de la electrólisis (Fontanet y Martínez de Murguía, 2015) o la electricidad estática (Piñar Gallardo, 2016). A continuación, se pasa a hacer un estudio de la evolución de los modelos atómicos. En los libros de Oxford y de SM (Piñar Gallardo, 2016; De Prada et al., 2015) explican los modelos antiguos (Dalton, Thomson y Rutherford), para finalizar haciendo hincapié en el modelo más actual, el de Bohr, centrado en los niveles energéticos que explican la distribución de los electrones (véase Figuras 1 y 2). Sin embargo, en el libro de Vicens Vives (Fontanet y Martínez de Murguía, 2015) ni siquiera mencionan este último modelo.

Esta diferencia es muy significativa y puede influir negativamente en el aprendizaje de la estructura de la materia, así como en la posterior explicación del enlace químico.



Figura 1. Representación del modelo atómico de Bohr indicando los niveles de energía. (Fuente: Libro de Oxford, Piñar Gallardo, 2016).

Figura 2. Esquema explicativo de la distribución electrónica según los niveles de energía tal y como se trabajan en el modelo atómico actual. (Fuente: Libro de Oxford, Piñar Gallardo, 2016).

Si bien este esquema no representa la realidad al 100%, por lo menos hace referencia a las energías que se comentaban inicialmente, imprescindibles para entender conceptos posteriores como la configuración electrónica de los elementos, sus propiedades y sus formas de interacción para dar lugar a distintos tipos de enlace. Si se entiende bien el concepto de energía, puede repercutir en una correcta interpretación del modelo sin necesidad de que el alumnado genere ideas alternativas que puedan degenerar en error conceptual (Taber, 2011).

Enlace químico

En los tres libros describen el enlace químico como la forma que tienen los átomos de interactuar con átomos del mismo elemento o de distinto elemento. Sin embargo, el libro de Oxford (Piñar Gallardo, 2016, p.86) es el único que incluye un dato que según los estudios previos permite evitar la formación de ideas alternativas, considerando que un enlace químico es "una atracción de tipo electrostático entre dos o más átomos *que*

permite que estos alcancen la estabilidad'. En esta afirmación, se nombra aunque no de manera explícita, que la formación de los enlaces químicos surge de la tendencia de los átomos a adquirir esa estabilidad, si bien no menciona que ésta se alcanza a través de la obtención del estado de mínima energía del átomo.

Por otro lado, se ha realizado la comparativa de las definiciones de los distintos tipos de enlace en los tres libros, resumida en la Tabla 1. En ella se puede comprobar que las definiciones son muy similares entre sí y se centran en aspectos más descriptivos, como el tipo de compuesto que forman los átomos (red cristalina o covalente) o los tipos de átomos implicados (metales, no metales, aniones, cationes).

Libro	Enlace iónico	Enlace covalente	Enlace metálico
Vicens Vives	Atracción entre cargas opuestas de aniones (no metálicos) y cationes (metálicos) formando una red cristalina de iones.	Unión de átomos mediante el uso compartido de electrones.	Estructura ordenada de cationes inmersa en una nube electrónica.
Oxford	Fuerza de atracción electrostática que mantiene unidos los iones de distinto signo en la red cristalina.	Compartición de electrones entre dos átomos no metálicos del mismo elemento o distinto elemento.	Unión de los cationes metálicos que conforman una red cristalina con los electrones deslocalizados, que han perdido para formar dichos cationes.
SM	Unión de elementos metálicos (tendencia a perder electrones formando cationes) con elementos no metálicos (tendencia a ganar electrones formando aniones), dando lugar a un cristal iónico.	Unión entre dos átomos no metálicos que comparten electrones, dando lugar a sustancias moleculares o cristales covalentes.	iones positivos de un metal comparten una red de electrones dando lugar a una red cristalina.

Tabla 1: Resumen de las definiciones de los tipos de enlace químico de los libros analizados (Fuente: Elaboración propia).

Discusión y consideraciones finales

En este trabajo se pone de manifiesto, en primer lugar, que dentro de una misma temática existen varias diferencias en el material didáctico utilizado por el docente, a

pesar de estar todos referenciados dentro del mismo marco curricular. Si el docente emplea una única fuente y en ella existen conceptos explicados de forma más simple o incompleta, esto puede dar lugar a la generación de ideas alternativas por parte del alumnado. Por tanto, una buena manera de evitar esta situación sería el empleo de diferentes fuentes, facilitando diversos materiales a la clase. Además, esta metodología también es práctica a la hora de dotar al alumnado de cierta autonomía en su aprendizaje.

Esta diferencia en los libros de texto analizados no resulta muy sorprendente, pues es evidente que dependiendo de la editorial pueden existir distintas metodologías al enfocar un mismo tema. En el caso concreto de los modelos atómicos, el hecho de que en el libro de Vicens Vives (Fontanet y Martínez de Murguía, 2015) no apareciera el modelo atómico de Bohr sí resultó llamativa, por lo que se decidió investigar un poco más. Así, al analizar el libro de la misma editorial del curso posterior (Fontanet y Martínez de Murguía, 2016), se observa que aquí sí incluyen este modelo, por tanto consideran que es un concepto que los estudiantes trabajarán al año siguiente. Al no estar especificado en el currículo, que se limita a incluir el estudio de los modelos atómicos en ambos cursos, sin concretar cuáles, la editorial puede decidir en cuáles hacer hincapié según el curso. Sin embargo, esto podría generar una mala aproximación del concepto de átomo al alumnado, dando lugar a una idea alternativa que difícilmente pueda ser modificada al año siguiente.

Por otro lado, tal y como habían propuesto en estudios anteriores sobre la temática trabajada (Taber, 2011), se observa que en los libros de texto no se especifican cuestiones relativas a las energías atómicas a la hora de analizar los distintos tipos de enlace. Lo más llamativo es la ausencia de referencias en estas definiciones a la búsqueda de la estabilidad de los átomos. Independientemente de que se decida no entrar en un concepto tan complejo, es interesante destacar que no dan ningún tipo de explicación para que el alumnado pueda entender o razonar por qué suceden así las cosas. Este hecho resulta muy peligroso porque puede generar una tendencia a aprender estas nociones de forma memorística, sin plantearse una explicación, lo que más adelante

puede dar lugar a conceptos erróneos en otros apartados como las reacciones químicas y el estudio de sus energías.

Referencias

- De la Fuente, A. M., Perrotta, M. T., Dima, G., Gutiérrez, E., Capuano, V., Follari, B. (2003). Estructura atómica: análisis y estudio de las ideas de los estudiantes (8º de EGB). *Enseñanza de las ciencias*, 21(1), 123-134. Recuperado de www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21899/21732
- De Prada, F. I., Cañas, A., Caamaño, A. (2015). *Física y Química 3º ESO Savia*. Zaragoza, España: Ediciones SM.
- Driver, R., Guesne, E., Tiberghien, A. (1989). *Ideas científicas en la infancia y en la adolescencia*. Madrid, España: Ediciones Morata.
- Fontanet, Á. M.^a, Martínez de Murguía, J. (2015). *FQ 3. Física y Química. (Aula 3D)*. La Rioja, España: Editorial Vicens Vives.
- Fontanet, Á. M.^a, Martínez de Murguía, J. (2016). *FQ 4. Física y Química. (Aula 3D)*. La Rioja, España: Editorial Vicens Vives.
- Furió-Más, C., Solbes-Matarredona, J., Carrascosa-Alís, J. (2004). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique*, 48, 64-78. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/39215661_Las_ideas_alternativas_sobre_conceptos_cientificos_tres_decadas_de_investigacion_resultados_y_perspectivas
- Garriz, A., Trinidad-Velasco, R. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia. *Educación Química*, 14(2), 92-105. Recuperado de

https://www.academia.edu/4306510/Revisi%C3%B3n_de_las_concepciones_alternativas_de_los_estudiantes_de_secundaria_sobre_la_estructura_de_la_materia

Gobierno de Aragón (26 de mayo de 2016). 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. BOA núm. 105. Zaragoza, 26 de mayo de 2016. Recuperado de <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909>

González-Felipe, M. E., Aguirre-Pérez, C., Fernández-César, R., Vázquez-Moliní, A. M. (2017). Concepciones alternativas de los alumnos de educación secundaria sobre el enlace químico. *Revista de Didácticas Específicas*, 18, 26-44. Recuperado de <https://revistas.uam.es/didacticasespecificas/article/view/8680/9821>

Özmen, H. (2004). Some student misconceptions in chemistry: A literature review of chemical bonding. *Journal of Science Education & Technology*, 13, 147-159. doi: 10.1023/B:JOST.0000031255.92943.6d

Piñar Gallardo, I. (2016). *Inicia Física y Química 3º ESO. Libro del alumno. Volumen: La materia y sus cambios*. Madrid, España: Oxford Educación.

Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A., Limón, M. y Sanz, A. (1991). *Procesos cognitivos en la comprensión de la ciencia*, Madrid, España: Ministerio de Educación y Ciencia.

Taber, K. S. (2011). Models, molecules and misconceptions: a commentary on "Secondary School Students' Misconceptions of Covalent Bonding". *Journal of Turkish Science Education*, 8(1), 3-18. Recuperado de https://www.researchgate.net/publication/268285037_Models_Molecules_and_Misconceptions_A_Commentary_on_Secondary_School_Students_Misconceptions_of_Covalent_Bonding

Uria, M., Lecumberry, G., Orlando, S. (2012). *Las concepciones de los actuales alumnos sobre estructura de la materia*. Actas III Jornadas de Enseñanza e Investigación Educativa en el campo de las Ciencias Exactas y Naturales Facultad de Humanidades y Ciencias de la Educación. Universidad Nacional de La Plata, Argentina. Recuperado de <http://jornadasceyn.fahce.unlp.edu.ar/III2012>

Viennot, L. (1979). *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. Paris, Francia: Herman.

❖ ANEXO II:

Prácticas de laboratorio como herramienta para la implicación del alumnado en los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Virginia Lezáun Alcalá. Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas. Especialidad Física y Química.

Introducción

Contextualización

El Proyecto de Innovación Docente (PID) se engloba dentro del segundo periodo de prácticas del Máster de Profesorado (Practicum III). Este trabajo ha sido realizado en el IES Virgen del Pilar durante dos semanas, abarcando desde el 24 de abril al 8 de mayo, si bien su organización y planificación se llevaron a cabo durante el periodo de prácticas anterior (Practicum II).

El IES Virgen del Pilar es un centro público inaugurado en 1956 como centro de Formación Profesional en el que se impartían enseñanzas técnicas de una gran variedad de ramas profesionales. En 1984 pasó a ser un instituto de enseñanza secundaria en el que se imparten todos los niveles formativos (ESO, Bachillerato y Ciclos formativos), función que sigue desarrollando en la actualidad. Por otro lado hay que destacar que la procedencia de la mayor parte del alumnado es de origen rural por su situación cercana a las entradas de la ciudad de pueblos próximos como Cadrete, Cuarte o María de Huerva. Esta variedad en su oferta educativa y la procedencia del alumnado son las principales razones por las que el centro cuenta con una gran diversidad.

Justificación y objetivos

Durante el primer periodo de prácticas, mi tutora del centro de secundaria, Arantxa Alcalde, me mostró la planificación del curso en función de sus asignaturas. Ella cuenta con asignaturas de Secundaria (un único grupo de 3º ESO), Bachillerato (también

únicamente un grupo de 2º Bachillerato) y con asignaturas de Ciencias y Matemáticas del segundo ciclo de Formación Profesional Básica (FP Básica) de dos módulos distintos, Mantenimiento de Viviendas y Madera y Mueble.

En primer lugar, tanto mi tutora como yo estuvimos de acuerdo en centrar la observación y participación en los grupos correspondientes directamente con mi especialidad, aunque me resultó muy interesante la observación y el análisis del alumnado de los grupos de FP Básica porque considero que es interesante conocer todas las posibilidades con las que me voy a enfrentar durante mi futuro docente.

En segundo lugar, tras analizar los periodos en los que serían realizadas las prácticas posteriores, ella me propuso llevar a cabo la docencia asignada al grupo de 3º ESO, ya que en el caso de Bachillerato estarían próximos a la fecha de finalización del curso (14 mayo) y podrían no estar tan abiertos a plantear un nuevo proyecto a esas alturas de curso. Teniendo en cuenta esta información y la programación del aula asignada aproximadamente para esas fechas por mi tutora, observamos que durante el segundo periodo de prácticas el tema correspondiente sería 'Reacciones químicas', dentro del Bloque 'Los cambios químicos' del currículo oficial según la Orden ECD nº 489, (2016), por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Así, con esta información en mente, decidí plantear el PID hacia esta temática, para poder llevarlo a cabo en el aula.

El centro es antiguo y esto se refleja en las infraestructuras y el mobiliario, que poco a poco han de ser sustituidos por materiales nuevos. Sin embargo, también es necesario dotar al centro de recursos tecnológicos como demanda de los nuevos modelos de aprendizaje y adaptación a una cultura centrada en las nuevas tecnologías. Por tanto, los presupuestos deben buscar un equilibrio entre mejorar los recursos tecnológicos o mejorar las infraestructuras, siendo una labor complicada y provocando que los recursos tecnológicos sean escasos. Por ejemplo, todas las aulas tienen proyector y ordenador, pero no todas cuentan con pizarra electrónica, algunas sólo proyectan sobre una lona blanca o directamente en la pared. Considero interesante destacar este aspecto porque puede influir de manera directa en la forma de dar clase del profesorado, ya que las

clases a las que he asistido como observadora eran todas muy similares, empleando la metodología de clase magistral. De forma general, los docentes realizaban una explicación teórica siguiendo los libros correspondientes, destacando y aclarando en la pizarra los aspectos más relevantes, mediante ejemplos prácticos, esquemas o añadiendo alguna definición. Al tratarse de asignaturas del ámbito científico-tecnológico, se complementaban con parte práctica de realización y corrección de ejercicios.

Si bien esta metodología suele funcionar, resulta tediosa para el alumnado, por lo que sería interesante realizar actividades más activas y modificar la metodología, de forma que el alumnado pudiera implicarse más en su aprendizaje. Además, es importante para el correcto desarrollo de sus capacidades que se favorezca el trabajo autónomo. Sin embargo, considero que el profesorado muchas veces se escuda en la falta de recursos o en la comodidad de realizar clases magistrales apoyándose en el libro para no plantear otras alternativas, pues el uso de metodologías más activas requieren más tiempo de preparación y la evaluación suele ser más compleja (Cañal, 2007).

El grupo de alumnas y alumnos con los que se va a realizar este proyecto consta de 25 personas (17 chicas y 8 chicos), con un 76 % del alumnado de nacionalidad española, si bien el alumnado de distinta nacionalidad lleva ya varios años en España, por lo que no presenta ninguna dificultad en el idioma. El clima del aula es bueno en general, tanto entre el alumnado como en su relación con el profesorado. Además, no hay ningún estudiante que requiera de adaptaciones curriculares. Sin embargo, sí se ha observado un claro desinterés hacia la asignatura por gran parte del alumnado, quedando reflejado en las notas de las evaluaciones anteriores. Así, mientras en la primera evaluación suspendieron la asignatura 7 personas de 25 (28% del alumnado suspendido), recuperándola 3 personas tras el examen de recuperación (16%), en la segunda evaluación esta cifra aumentó hasta 11 (44%), 8 tras el examen de recuperación (32%). Si bien estos problemas en el rendimiento académico podrían deberse a un problema en la forma de evaluar, lo que sí resulta evidente es que nos enfrentamos ante una clase con ciertas dificultades en el aprendizaje de esta asignatura y una clara desmotivación.

Por todo ello, en este trabajo se decidió presentar un Proyecto de Innovación Docente (PID) que plantease un cambio metodológico, con objeto de captar la atención del alumnado más disperso y motivar en general al resto. Además, se ha buscado la forma de realizar una metodología más activa con pocos recursos y observar la respuesta del alumnado frente a dicho cambio, confiando en que el aumento del interés hacia la asignatura se viera reflejado en una mejora de la comprensión de la misma, dando lugar finalmente a mejores resultados.

Para ello, se plantearon las propuestas de innovación respecto a la forma habitual de realizar las clases en este grupo:

- Proyección de la teoría en una presentación, que incluía simulaciones y ejercicios, frente a la explicación del libro.
- Posibilidad de dar las clases en el laboratorio en lugar del aula, que a su vez conllevaría un cambio en la distribución de las mesas respecto a la que están acostumbrados.
- Trabajo cooperativo frente al trabajo individual.
- Fomentar su implicación en el aprendizaje, proponiéndoles la realización de experimentos prácticos en los que por grupos deben realizar la explicación para el resto de la clase de forma autónoma. De esta forma, no sólo están implicados en su propio aprendizaje, sino en el del resto de estudiantes, pues deben realizar las explicaciones oportunas frente a los demás.

Fundamentación teórica

Para poder comenzar este trabajo, en primer lugar es necesario realizar un estudio relativo a las metodologías empleadas en la enseñanza de ciencias experimentales. Aunque hoy en día se cuentan con mejores recursos, uno de los principales problemas presente siempre a la hora de analizar la metodología en la enseñanza de las ciencias experimentales es, en primer lugar, que tanto la enseñanza como el aprendizaje tienden

a enfocarse hacia el conocimiento, no hacia el proceso de aprendizaje en sí (Elizondo, 2013). Esto provoca que las clases se hayan caracterizado principalmente por ser una mera transmisión de conocimiento del docente al alumnado.

Así, se plantea la cuestión principal en el aprendizaje de las ciencias: ¿es mejor favorecer un aprendizaje por transmisión (repetición) o por descubrimiento? Autores como García-Carmona han analizado esta cuestión, encontrando aspectos negativos en ambos modelos. Si bien el primero ha sido ampliamente criticado por su carácter memorístico, el segundo suele ser mejor considerado, pues resulta evidente que los conceptos que se adquieren de forma autónoma suelen ser más duraderos. Además, existen varios estudios que confirman la eficacia del aprendizaje por descubrimiento en la mejora del rendimiento académico (Pozo y Gómez, 1998). Sin embargo, este autor considera que es peligroso centrarnos únicamente en el aprendizaje por descubrimiento, pues el alumnado puede confundir 'hacer ciencia' con 'aprender ciencia' (García-Carmona, 2009).

En ocasiones, se confunde el aprendizaje por descubrimiento con la realización de una experiencia práctica siguiendo un guión, error en el que se suele caer habitualmente (Hodson, 1994). Si bien es cierto que el alumnado debe ser guiado en las experiencias prácticas, es necesario que su aprendizaje se realice de forma autónoma, característica esencial del aprendizaje por descubrimiento (Martínez y Zea, 2004), que le permitirá alcanzar sus propias conclusiones.

Teniendo esto en cuenta, sería interesante poder plantear el aprendizaje como un equilibrio de los dos modelos, es decir, combinar el modelo por transmisión para poder adquirir una base teórica sólida, con un modelo por descubrimiento, en el que a través de experiencias prácticas utilizadas como una herramienta, se confirme lo aprendido en la parte teórica. En este caso concreto nos interesa este enfoque porque estamos tratando de motivar a un grupo de estudiantes que tienen esta asignatura de forma obligatoria, es decir, es posible que en algunos casos nos encontremos a gente que no tenga ningún tipo de interés científico y esté planteándose orientar sus estudios hacia otro ámbito. Sin embargo, las prácticas de laboratorio enfocadas a un alumnado

orientado hacia el ámbito científico-tecnológico sí deberían mostrarse no sólo como una herramienta de apoyo únicamente, sino como el medio de aprendizaje por sí mismo (Espinosa-Ríos, González-López y Hernández-Ramírez, 2016).

Para poder encontrar ese equilibrio entre los dos modelos, en este proyecto se ha planteado que el alumnado realice la parte experimental correspondiente a una parte teórica vista previamente, como forma de corroborar los aspectos más característicos. Sin embargo, aquí se pretende desarrollar otro aspecto fundamental en la actualidad, la divulgación. Vivimos en una época en la que todo se da a conocer, pues la información está al alcance de todo el mundo. Por ello, los docentes podemos utilizar esta posibilidad para realizar enfoques más interesantes en el aula, orientando los contenidos hacia formas de divulgación, desde el ámbito académico a ámbitos más cotidianos, como las redes sociales (Crovi y Lemus, 2014).

Con esto en mente, en este proyecto se ha planteado la posibilidad de que el alumnado enfoque la experiencia práctica como una forma de divulgación científica. Para ello, deberán realizar su experimento por grupos, como si estuvieran siendo grabados en un programa de televisión, en un canal de YouTube o en un blog. Además de considerar esta metodología atrayente para el alumnado, también resulta interesante para que esta presentación de cara a otras personas les permita desarrollar otras capacidades útiles en su futuro. Entre ellas se pueden destacar valores y actitudes como la curiosidad, la adquisición de autonomía o el trabajo en equipo; habilidades científicas y tecnológicas relacionadas con la destreza en el laboratorio o habilidades lingüísticas para seleccionar y expresar la información más relevante de los procesos que se están realizando (Moreno, Delgado y Albenza, 2014).

En este sentido, en este trabajo no se busca que el alumnado experimente un hecho libremente, que sería otra forma de indagación, pero teniendo en cuenta que se trata de su primer contacto con este tipo de experiencia, se consideró que era necesario plantearlo de otra manera. Así, en este caso, el experimento les viene ya proporcionado, por lo que el objetivo es que el análisis del alumnado se centre, en primer lugar, en destacar los aspectos más relevantes de su práctica para demostrar su objetivo inicial, es

decir, si el objetivo es demostrar cómo saber si se cumple la Ley de conservación de la masa, el grupo deberá hacer énfasis en la medida de la masa al principio y al final del experimento. En segundo lugar, ha de ser capaz de transmitir este hecho de forma clara al resto, pues el cuestionario final será igual para todos y han de tener la misma información de cara al mismo. De esta manera, se estarían teniendo en cuenta los tres procesos generales que comprende la actividad científica, interrelacionados entre sí: la investigación, la elaboración de explicaciones y la evaluación (Crujeiras-Pérez y Cambeiro, 2018).

Finalmente, tanto las capacidades y habilidades desarrolladas en el transcurso de la práctica, como las indagaciones llevadas a cabo posteriormente en el trabajo en grupo, servirán en mayor o menor grado para la realización de un informe de laboratorio. A través del mismo los estudiantes podrán plantearse los problemas que han podido surgir en el desarrollo de la parte práctica, las formas de mejorar y el análisis de los resultados obtenidos les permitirá llegar a conclusiones que favorezcan la adquisición del conocimiento (López-Rua y Tamayo-Alzate, 2012).

Metodología

Diseño de las sesiones:

Para llevar a cabo este proyecto, era necesario concretar, en primer lugar el temario que formaría parte de esa innovación y en segundo lugar, conocer el número de horas asignadas a 3º ESO durante ese periodo. Como contaban únicamente con 2 horas a la semana (lunes y viernes), decidí ampliar un día más las prácticas, para realizar la evaluación el día 10 de mayo.

El tema a impartir es el de Reacciones Químicas, incluido en el Bloque 3 del currículo referido a los cambios químicos, que habría que completar con la elaboración y desarrollo de ejercicios basados en cálculos estequiométricos. Sin embargo, por cuestiones de horario, se centró el proyecto en la primera parte de la Unidad Didáctica,

que completará mi tutora tras el desarrollo de este Practicum. La planificación se ha planteado de la siguiente manera, tal y como se describe en la tabla inferior (Tabla 1):

	Unidad Didáctica	Sesiones
SESIÓN 1 (26 ABRIL)	1. Cambios químicos 2. Qué es una reacción química 3. Representación de una reacción química	Descripción de la metodología Ideas previas sobre el tema a tratar Explicación teórica de los tres primeros puntos del tema Ejercicios de ajustes de reacciones Reparto de material y organización de los grupos de trabajo
SESIÓN 2 (29 ABRIL)	3. Representación de una reacción química 4. Ley de la conservación de la masa	Corrección de ejercicios Repaso de la teoría vista Explicación teórica sobre la Ley de la conservación de la masa Práctica 1: Demostración de la Ley de la conservación de la masa
SESIÓN 3 (3 MAYO)	5. Energía en las reacciones químicas	Repaso de la teoría vista Explicación teórica sobre la energía en las reacciones químicas Práctica 2: Reacción exotérmica Práctica 3: Reacción endotérmica
SESIÓN 4 (6 MAYO)	6. Reacciones químicas cotidianas	Explicación teórica sobre las reacciones químicas cotidianas Práctica 4: Reacción de neutralización Práctica 5: Reacción de combustión
SESIÓN 5 (10 MAYO)	7. Evaluación	Prueba de formulación (20') Cuestionario (20') Encuesta (5')

Tabla 1: Planificación de las sesiones en función de las partes de la Unidad Didáctica incluidas en este PID. Las partes escritas en negro corresponden a la parte teórica, mientras que las partes moradas corresponden a la práctica, núcleo principal del desarrollo de este PID. La parte azul será la evaluación (Fuente: Elaboración propia).

Con el tema y las sesiones preparadas, el siguiente paso es ver cómo llevar a cabo los objetivos planteados. Para ello, se decidió en primer lugar, realizar las sesiones de teoría a través de una presentación, mostrándoles simulaciones para que pudieran comprender mejor algunos conceptos, como la teoría de colisiones. Tras afianzar una base teórica, se plantearían las sesiones prácticas, en las que el objetivo principal era que el alumnado se involucrase en el aprendizaje, fomentándose a su vez el trabajo cooperativo. De esta manera, se asignó a cada uno de los temas una o dos reacciones químicas que sirviesen para comprender mejor la parte teórica. Estas reacciones serían realizadas por el propio alumnado.

Como contamos con un grupo de 25 personas, la clase se dividiría en grupos de 5 y a cada grupo le correspondería realizar la práctica asignada frente a los demás, como si se encontrasen grabando un vídeo de YouTube o un programa de televisión. Para ello era imprescindible que, por un lado, el alumnado se preparase las prácticas previamente, con unos guiones que les fueron repartidos y preguntando las dudas que les pudieran surgir. Por otro lado, durante la realización del experimento, deberían ir explicando paso a paso qué estaban realizando, para que el resto supiera en todo momento lo que sucedía.

Para asegurarnos de que estaban atentos a las explicaciones de las compañeras y compañeros y comprobar si habían comprendido tanto la teoría como los ejemplos prácticos que la apoyaban, se planteó como evaluación final de este proyecto un cuestionario de preguntas cortas y la elaboración de un informe de laboratorio por grupos, siguiendo una plantilla vista en clase. Además, al alumnado se le repartiría una rúbrica de evaluación para que puntuasen a sus propias compañeras y compañeros durante el desarrollo de cada práctica.

Desarrollo:

- Primera sesión:

La primera sesión fue realizada en el aula habitual, pero se les explicó todo el procedimiento que se iba a seguir en las sesiones posteriores, se repartieron los grupos de trabajo y se les entregaron los guiones de las distintas prácticas a cada uno. También se les proporcionó una plantilla para realizar los informes de prácticas. Tras un primer contacto al inicio del tema para conocer sus conocimientos previos al respecto, se impartió parte de la teoría, dejándoles los últimos 10 minutos de la clase para trabajar de manera autónoma y organizar sus grupos de trabajo. Aquí se decidió entre otras cosas que, aunque el informe se podía trabajar por grupos, finalmente cada uno debía entregar el suyo de forma individual, pues contaban con problemas a la hora de quedar fuera del horario del instituto.

La presentación teórica incluía simulaciones de diversas páginas web, así como direcciones donde podrían encontrar más ejercicios de ajustes de reacciones para poder practicar en casa. Además, en ella se destacaban las definiciones más importantes. Esta presentación la podía adquirir el alumnado mediante el sistema de fotocopias del centro, en el que los docentes dejan las fotocopias en reprografía y el alumnado puede acceder a ellas. Esta presentación sería el hilo conductor que nos guiaría a lo largo de todas las sesiones, empleado como una herramienta para afianzar una base teórica de forma que las prácticas fueran la confirmación de la misma. El resto de sesiones se realizaron en el laboratorio, donde también contaban con proyector para poder combinar la parte práctica con la teórica. Así, de cada una de las reacciones que debían realizar, previamente llevé a cabo una breve introducción teórica, para que el alumnado pudiera distinguir de forma visual las características explicadas en las reacciones propuestas.

- Segunda sesión:

Tras el repaso de lo visto anteriormente y la resolución de dudas sobre el ajuste de reacciones, comenzamos con la parte práctica, desarrollada principalmente por el

alumnado. El objetivo de la primera reacción era demostrar la Ley de la conservación de la masa. Para ello, llevaron a cabo en un Erlenmeyer la reacción de vinagre con bicarbonato colocado sobre un globo enganchado al mismo. Era imprescindible anotar la masa del sistema de reacción antes y después de la reacción, tal y como se muestra en las imágenes.

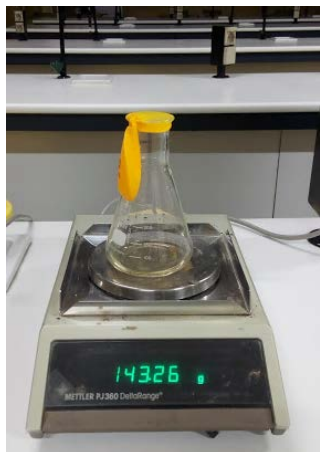


Imagen 1: Masa de los reactivos



Imagen 2: Masa de los productos

En este caso, se observa cómo la masa de reactivos es aproximadamente igual a la de los productos tras la reacción química producida, confirmando la Ley de conservación de la masa, si bien la pequeña desviación puede deberse a que el sistema planteado no se encuentra herméticamente cerrado, conclusión que dedujeron los propios estudiantes.

- Tercera sesión:

En este caso, se llevaron a cabo dos reacciones que sirven para entender la energía de las reacciones químicas: una reacción exotérmica y otra endotérmica. De esta forma, al verlas en la misma sesión, podían contrastar cómo unas desprenden energía al medio en forma de calor (exotérmicas) y las otras necesitan energía del medio (endotérmicas).

La reacción exotérmica elegida fue la descomposición de agua oxigenada en agua catalizada por KI, reacción muy llamativa por la formación de una gran cantidad de espuma, pero muy ilustrativa en este sentido, ya que la temperatura aumentó de 21°C a

52°C. En las imágenes se muestra el sistema de reacción antes de añadir el KI (Imagen 3) y después de su adición (Imagen 4).



Imagen 3: Antes de la reacción (Temperatura ambiente, 21°C)



Imagen 4: Después de la reacción (Temperatura 52°C)

Como contraste, la reacción endotérmica trabajada fue la reacción de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ con NH_4Cl , que da lugar a NH_3 , BaCl_2 y H_2O . Esta reacción es muy curiosa porque se produce entre dos sólidos, que al mezclarlos se transforman progresivamente en un líquido, pasando por un estado similar a un granizado. En este caso también era fundamental medir la temperatura inicial y final de la reacción, observándose un cambio de temperatura de 21°C a -15°C. En este caso, la práctica en sí era menos llamativa que la anterior, por lo que fue fundamental la explicación del alumnado, representada en la siguiente imagen (Imagen 5):



Imagen 5: Una alumna está realizando la explicación teórica de la práctica que su grupo va a desarrollar a

- Cuarta sesión:

Esta sesión sirvió de repaso general de lo trabajado anteriormente y la presentación de reacciones químicas cotidianas. Para ello, los grupos que quedaban realizaron una reacción de neutralización y otra de combustión.

En el primer caso, se llevó a cabo la reacción de HCl con NaOH, con ayuda de un indicador que nos permitía saber cuándo se producía el cambio de pH en el punto de equivalencia, pudiendo comprobar de forma visual el momento en que sucedía esa neutralización, porque el indicador cambiaba de color. Aunque el concepto de pH no era objeto de estudio en este nivel, se les explicó por encima en qué consistía sin entrar en detalles. Tampoco era objeto de estudio la preparación de las disoluciones, debido a que era su primera experiencia en el laboratorio y se habría perdido mucho tiempo en que lo hicieran, pudiendo provocar que el resto del alumnado observador se dispersara. Por ello, se les prepararon disoluciones previas de HCl y NaOH 0.1 M y se les indicó en el guión cómo tenían que proceder, colocando el HCl en la bureta y 10 mL de NaOH con el indicador en el Erlenmeyer. Ellos se iban turnando para realizar los distintos pasos descritos, tal y como se muestra en la imagen siguiente (Imagen 6). En este caso, el objetivo era que reconocieran ácidos y bases fuertes y supieran que su reacción siempre genera sal y agua.



Imagen 6: Una alumna está agitando un Erlenmeyer con NaOH y fenolftaleína mientras va añadiendo HCl desde la bureta.

En el segundo caso, se realizó la combustión de unas pastillas de carbón caseras, hechas con azúcar (descrito como un compuesto con C, H y O), bicarbonato y alcohol. Al acercar la llama de un mechero a las pastillas empapadas en alcohol, éstas se quemaban gracias al oxígeno del aire, provocando que las pastillas no sólo se carbonizasen, sino que también aumentasen considerablemente su tamaño. El tamaño inicial de las pastillas era el de una botella de plástico como la que se observa en la imagen inferior, pues fue la herramienta utilizada como molde para realizar las pastillas. Se añadía la mezcla a una botella de plástico cortada, donde se prensaba y compactaba con ayuda de un mortero. El aumento de tamaño de las pastillas servía para demostrar que en este tipo de reacciones se genera H_2O y CO_2 , gas que provocaba el aumento de tamaño del sólido. Al finalizar la reacción, se podía comprobar cómo el sólido calcinado estaba hueco por dentro, confirmando la formación de un gas en dicha reacción (Imagen 7).



Imagen 7: Las pastillas, inicialmente blancas y del tamaño del tapón que se observa en la parte superior, han aumentado considerablemente de tamaño tras la combustión, formando ese sólido negro hueco por dentro.

En definitiva, con estas experiencias se buscaba la demostración práctica sobre lo aprendido en la teoría, pero sobre todo la posibilidad de que esa demostración pudiera ser realizada por ellos mismos. Además, para realizar tanto la práctica como el informe, debían ponerse de acuerdo con el resto de compañeras y compañeros y repartirse el trabajo a desempeñar por cada uno. De esta forma, se fomentaba también el trabajo cooperativo y colaborativo.

- Quinta sesión:

En esta última sesión se llevó a cabo la evaluación final, compuesta por un cuestionario breve sobre las sesiones trabajadas y la entrega de los informes de laboratorio. Además, se incluyó una pequeña prueba de formulación, pues durante estas sesiones íbamos repasándola, ya que la habían trabajado justo en el tema anterior. Finalmente, como el cuestionario y la prueba eran muy breves (en 40 minutos habían acabado), se les realizó una encuesta anónima para conocer su opinión sobre la experiencia en el laboratorio y el proyecto en general. De esta forma, se pretendía que el alumnado, se sintiera valorado al poder expresar su opinión.

Resultados

Los resultados obtenidos de esta experiencia se recogen principalmente en la evaluación a través de los informes de laboratorio y el cuestionario realizados en la última sesión. Aunque inicialmente se pretendía también que el propio alumnado evaluase a sus compañeras y compañeros a través de una rúbrica de evaluación que se les proporcionó, debido a la falta de práctica en este tipo de metodología y al interés que mostraban en los experimentos, la mayoría no rellenó los datos de las rúbricas, por lo que no se han incluido en este trabajo. Sin embargo, sí se rellenó una hoja de observación en la que se pudo analizar la evaluación del alumnado durante estas sesiones.

Se ha tratado de hacer una evaluación formativa, aunque resultase complicado en pocas sesiones. El porcentaje total de estas sesiones respecto a la nota final de la evaluación supondrá un 20% de la nota, acordado así con la tutora del centro. Sin embargo, en este caso nos sirve para analizar cómo han trabajado empleando esta metodología. Considero que tanto el informe del laboratorio y la parte práctica forman parte de su trabajo en grupo, mientras que el cuestionario correspondería con el trabajo individual.

El cuestionario se incluye en los anexos del presente trabajo. Constaba de 10 preguntas breves de un punto cada una, en las que muchas podían ser contestadas con una única palabra. Las preguntas estaban relacionadas tanto con la parte teórica como con cualquiera de las experiencias prácticas realizadas, si bien se basaban principalmente en aquellos conceptos en los que se había hecho especial hincapié a lo largo de las sesiones.

Para la corrección del informe de laboratorio, se realizó una rúbrica basada en los apartados que debía contener según el guión proporcionado al alumnado al principio del proyecto. Dentro de cada apartado se tendría en cuenta la correcta descripción del mismo, según los criterios descritos en la tabla inferior (Tabla 2), que permiten deducir si el alumnado está comprendiendo la experiencia y su justificación.

Apartados	Criterios	Puntuación máxima
Portada	Nombres de los componentes del grupo, fecha de realización	1
Resumen	Breve resumen de la experiencia	1
Introducción	Contextualización y objetivos	2
Materiales y reactivos	Correcta nomenclatura de compuestos y materiales	2
Procedimiento experimental	Reproducción de lo sucedido en el laboratorio	2
Análisis y conclusión	Análisis de los resultados y relación con la teoría	2
Bibliografía		Puntuación extra

Tabla 2: Apartados y criterios de los mismos para la evaluación del informe de laboratorio. (Fuente: Elaboración propia).

La hoja de observación, incluiría la nota de los aspectos analizados durante las sesiones en el aula, que se desarrollan en la siguiente tabla (Tabla 3), junto con sus criterios de evaluación, como en el caso anterior. En ella se evalúan los siguientes apartados (0: regular, 1: normal, 2: muy bien), dando una suma total de 10.

Aspectos analizados	Criterios	Puntuación
Comportamiento	Cumplimiento de las normas de laboratorio y del centro.	0-2
Participación	Feedback a la hora de plantear cuestiones en clase.	0-2
Comprensión	Respuesta correcta de ejercicios, explicaciones adecuadas.	0-2
Interés	Muestra interés, plantea preguntas interesantes.	0-2
Habilidades	Destreza a la hora de realizar la práctica, habilidades comunicativas.	0-2

Tabla 3: Aspectos y criterios de los mismos tenidos en cuenta en la hoja de observación, incluida en los anexos. (Fuente: Elaboración propia).

A continuación se muestran en la siguiente tabla los resultados obtenidos del cuestionario, el informe y la hoja de observación (Tabla 4). Para poder incluir la información del alumnado, se han codificado sus datos mostrando sólo las iniciales para mantener su anonimato. La parte morada hace referencia a la nota obtenida de la

observación realizada al alumnado a lo largo de las sesiones, la parte azul indica la nota del cuestionario y la amarilla la del informe de trabajo. En la parte inferior, se muestran la valoración de cada trabajo dentro de los porcentajes.

Nombre	Nota de clase	Informe	Cuestionario
A. P., L.	9	9.8	6.3
A. L., A.	9	8	7.6
B. M., I.	9	0	8.3
C. M., J.	9	9.5	7.9
D. L., E.	9	9	5.1
E. M., R.	8	8	4.6*
F. E., M.	9	9	6
G. C., A.	7	9.5	5.2
G. A., L.	6	0	2.8
H., M.	7	9.2	2.5
J. G., E.	7	0	7.5
L. M., Á.	7	7.8	0
L. Z., Á.	9	9.8	7
M. C., C.	6	0	4.3
M. P., D.	7	7.8	4.6
P. D., F.	6	9.8	4
P. M., L.	6	0	3.2
Q. L., J.	7	8	6
R. R., S.	8	9	2.1
R. A., M.	6	9.5	1.5
S. M., P.	8	9.3	6.9
T. I., I.	6	0	2.5
T., N.	8	7.5	1.4
T., E.	7	7.8	1
Y. L., S.	7	0	6.2
	5%	5%	10%

Tabla 4: Resultados de las distintas evaluaciones realizadas (Fuente: Elaboración propia).

En primer lugar, cabe destacar que hubo 8 personas que no entregaron su informe de laboratorio, así como en general, algunos estudiantes se escudaban en que no sabían que había que entregarlo en esa fecha, algo en lo que se hizo especial énfasis en la primera sesión y fue recordado al inicio de todas las sesiones posteriores. Aunque la

media se ha realizado sobre los trabajos entregados como medida para presentar los buenos resultados de los informes, es necesario tener esto en cuenta, pues es un síntoma de la falta de interés que se comentaba inicialmente.

En la siguiente gráfica se representan los resultados destacando la media obtenida con cada una de las herramientas de evaluación y el resultado de aprobados y suspendidos (Gráfico 1):

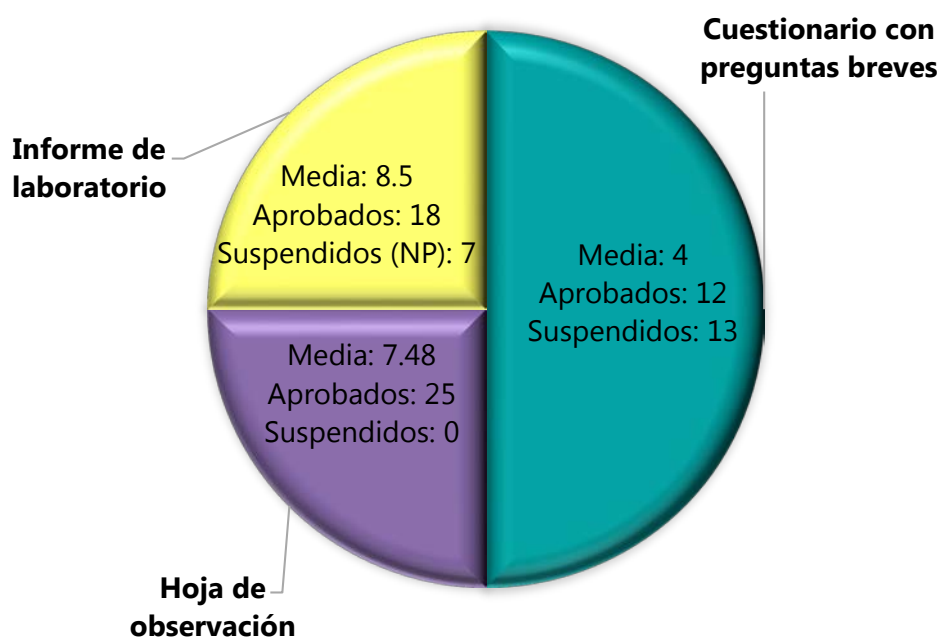


Gráfico 1: Representación de resultados de forma resumida.

A nivel de resultados, quedan patentes las diferencias entre los trabajos prácticos (desarrollo de la parte práctica e informe de laboratorio), que cuenta con mejores calificaciones, y el trabajo teórico, en el que tenían que demostrar la adquisición y comprensión de los nuevos conceptos, cuyas calificaciones han sido inferiores. Aquí hay dos factores a tener en cuenta: por un lado, el desarrollo de la parte práctica y el informe se podían realizar de manera cooperativa en los grupos de trabajo asignados (aunque el informe final debía ser entregado de forma individual, entendía que podían entregar un informe muy similar los miembros del mismo grupo, si bien tenían que demostrar su comprensión del tema en la elaboración final de forma individual). En este sentido, considero que el alumnado ha sabido trabajar bien de manera cooperativa a pesar de no

estar acostumbrados, hecho que ha quedado muy patente en el desarrollo de la parte experimental, donde los grupos de trabajo han sabido coordinarse perfectamente. Es decir, el hecho de trabajar en grupo puede haberles beneficiado a la hora de obtener tan buenos resultados en la parte práctica.

Por otro lado, el cuestionario implica una parte de trabajo memorístico, aunque se planteó de forma que no tuvieran que memorizar sino entender los conceptos, con preguntas en las que tuvieran que comentar ejemplos o describir con sus propias palabras algunos hechos. Aun así, se observa que el problema que se ha planteado previamente respecto al bajo rendimiento del grupo persiste a la hora de enfrentarse a un examen.

Como resultado también de las innovaciones aplicadas en la metodología habitual en esta asignatura, se realizó una encuesta anónima en la que se le preguntó al alumnado sobre su opinión respecto al planteamiento de estas sesiones. La encuesta se dividía en dos partes. La primera parte consistía en preguntas que debían responder en función del grado de satisfacción del 1 al 5, siendo 1: mal, 2: regular, 3: normal, 4: bien y 5: muy bien. En la siguiente tabla se recogen las preguntas de la encuesta, junto con la valoración global del alumnado (Tabla 5).

Preguntas	1	2	3	4	5
¿Has entendido el tema de Reacciones químicas?	1	2	7	10	5
¿Has comprendido las explicaciones y ejemplos vistos en la teoría?	1	1	5	12	6
¿Consideras que la parte de laboratorio ayuda a entender la teoría explicada?	0	1	2	5	17
¿Qué te ha parecido la experiencia en el laboratorio?	1	0	2	5	17
¿Cómo crees que se adapta el cuestionario final a lo visto en clase?	0	1	9	7	7
Pienso que bajar al laboratorio más a menudo estaría...	0	0	1	1	23

Tabla 5: Resultados de la primera parte de la encuesta realizada al alumnado para conocer su opinión (Fuente: Elaboración propia).

Aquí se muestran los resultados de las preguntas en función del número de estudiantes que han marcado cada una de las posiciones, es decir, en la primera pregunta, una persona marcó la casilla 1 (mal), dos marcaron la casilla 2 (regular) y así

sucesivamente. Se han destacado las casillas que han sido seleccionadas por más de la mitad del alumnado, de las que se puede concluir que la experiencia en el laboratorio la consideran altamente positiva y la valoran como método para comprender mejor la parte teórica.

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en el cuestionario, puede llamar un poco la atención que en la encuesta, la inmensa mayoría considere que han entendido bien el tema explicado. Sin embargo, no creo que sea algo del todo descabellado, ya que en mi opinión y viendo las preguntas que les hacía durante el desarrollo de las prácticas e incluso las cuestiones que me planteaban, no creo que sea un problema de comprensión el que se está viendo en estos resultados, sino más bien un problema a la hora de memorizar datos o de expresar algunos conceptos. Por ejemplo, la mayor parte del alumnado comprendía que para pasar de reactivos a productos era necesario traspasar una barrera energética, sin embargo, menos de la mitad de la clase recordaba que esa energía se denominaba energía de activación, que era una de las preguntas del cuestionario, a pesar de que para explicarla hubiera una diapositiva dedicada únicamente a este concepto.

La segunda parte de la encuesta eran preguntas para que pudieran opinar libremente, sobre qué es lo que más les había gustado, qué es lo que menos, si consideran que había algo que mejorar y si tenían alguna observación que añadir. En este sentido, lo más destacado nuevamente es que la experiencia de laboratorio les ha gustado bastante de forma generalizada, mostrando mucho interés al respecto. Sobre todo, cabe destacar que muchas alumnas y alumnos han añadido en las observaciones que les gustaría poder bajar más al laboratorio durante el curso y que les ha gustado poder realizar las prácticas por sí solos.

Discusión y consideraciones finales

En este trabajo se buscaba realizar una serie de innovaciones en una clase de 3º ESO, acostumbrada a una metodología tradicional en forma de clases magistrales. Con ello se

pretendía, en primer lugar, aumentar la motivación del alumnado en general y en segundo lugar, observar si como consecuencia de esta motivación se podía conseguir una mejora en el rendimiento académico.

Las innovaciones realizadas han sido:

- Proyección de la parte teórica del tema con una presentación que incluía simulaciones y ejercicios interactivos.
- Nueva distribución del aula, planteando la realización de trabajos en grupo, que favoreciese el aprendizaje cooperativo.
- Fomentar su implicación en el aprendizaje haciéndoles partícipes de la explicación utilizando como herramienta la experiencia práctica.

Respecto al primer objetivo, a pesar de que en principio no es una innovación como tal el explicar el tema a través de una presentación, sí lo ha sido para ellos, pues no se trata de su metodología habitual. En mi opinión, ha resultado positivo pues el comportamiento del alumnado ha sido muy bueno durante la explicación teórica (mejor que en las clases en las que había asistido de observadora), a pesar de ser la parte más tediosa del tema. Sin embargo, con este estudio tan breve no se puede concluir si esta mejora podría atribuirse únicamente a la novedad o a que realmente les resulta más estimulante la presentación frente a la explicación del libro al pertenecer a una generación más acostumbrada a las nuevas tecnologías.

En el caso de los trabajos en grupo, me ha sorprendido gratamente la buena coordinación que han mostrado a la hora de realizar las prácticas, organizándose entre ellos a la hora de decidir quién hacía cada uno de los pasos de los experimentos. Aquí, el mayor problema ha sido la falta de preparación de los mismos, que impedía que realizaran las explicaciones oportunas, tal y como se les había planteado.

La idea propuesta era la de realizar la actividad frente al resto de la clase, de forma que explicasen detalladamente todos los pasos relacionándolos con la teoría, como si estuvieran realizando un vídeo de YouTube o un programa de televisión. Estuvieron muy motivados y participativos, si bien las explicaciones tenía que realizarlas yo en un

segundo plano para que se fijasen en los detalles de la teoría que se querían destacar de cada experimento (masa, temperatura, etc). Sin embargo, es interesante señalar que el alumnado espectador también mostraba mucho interés, realizándoles incluso preguntas sobre lo que iba sucediendo, aunque sin la preparación previa los que realizaban la práctica no eran capaces de contestarles, que hubiera sido lo ideal para completar esa participación activa en el aprendizaje (feedback entre el propio alumnado).

Teniendo en cuenta su actitud ante la experiencia en el laboratorio, las cuestiones planteadas y la opinión recogida en las encuestas, considero que la experiencia ha sido muy positiva. Además, en este caso los materiales empleados para la realización de las prácticas no han sido ni caros, ni difíciles de obtener, consiguiendo realizar el cambio de metodología propuesto con pocos recursos. Por otro lado, tampoco se requería mucho tiempo para desarrollar las experiencias, algo importante a tener en cuenta en un curso como 3º ESO, en el que por cuestiones de horario siempre se tiende a ir mal de tiempo respecto al currículo.

La cuestión de la mejora del rendimiento académico, es un punto difícil de abordar en un periodo tan breve. Si nos fijamos únicamente en los resultados recogidos en la Tabla 4, no se aprecia una gran mejoría, pues por un lado, ha suspendido la mitad del alumnado el cuestionario y por otro lado, ha habido un importante número de estudiantes que no han entregado los informes de laboratorio.

Respecto al cuestionario, como ya se ha comentado, considero que puede tratarse de un tema más memorístico que de comprensión, pues a través del feedback en el aula quedaba claro que en general los conceptos eran comprendidos (mucho mejor que lo que se refleja en los resultados). Además del caso citado en el apartado anterior, otro ejemplo que me ha llamado la atención ha sido que, para explicar la diferencia entre cambio físico y cambio químico, la mayor parte del alumnado ha optado por explicar los ejemplos que cité en clase y no lo que se mostraba en la presentación, demostrando claramente que habían escuchado atentamente la explicación y que el ejemplo les había permitido entender el concepto asignado. Para mí, en este caso, si el ejemplo lo describían correctamente, considero que la respuesta es perfectamente válida, pues

demuestra la comprensión de dicho concepto, sin necesidad de utilizar unas palabras concretas. El problema que sucedía en algunos de estos casos era que al alumnado le faltase soltura a la hora de emplear el lenguaje adecuado para expresar estos conceptos, por ello muchas veces optan por aprenderse definiciones de memoria. Es por ello que sería interesante que se incluyera en el currículo algo relacionado con tratamiento de artículos científicos sencillos, el empleo de vocabulario científico o se hiciese más hincapié en desarrollar la comprensión escrita y lectora en el ámbito científico-tecnológico.

Además, otro aspecto importante que favorecería la mejora en el rendimiento académico del alumnado, sería la revisión de las formas de evaluación empleadas hasta ahora, pues es evidente que sus resultados varían mucho cuando se enfrentan a distintas formas de evaluación. En este caso, sería necesario realizar un estudio más amplio para buscar cuál sería la metodología más adecuada para realizar esta evaluación.

Por último, me gustaría señalar, que estos periodos de prácticas me han permitido ser más consciente de la cantidad de factores a tener en cuenta a la hora de realizar cualquier tipo de innovación en el aula, por mínima que sea, pues en ocasiones surgen inconvenientes en situaciones tan sencillas como el cambio del sistema operativo de un ordenador de un aula a otra a la hora de realizar una simple proyección. También hay que contar con factores logísticos, como la reserva del laboratorio, que puede estar siendo empleado por otro grupo, la buena disposición del alumnado, la presencia de alumnado con necesidades especiales o incluso de alumnado conflictivo que no cumpla las normas. Por todo ello, cada grupo al que te enfrentas es un nuevo reto y, si bien puedes contar con actividades preparadas previamente, siempre habrá que adaptarlas en función de las necesidades del alumnado.

Referencias

Cañal, P. (2007). La investigación escolar, hoy. Alambique. *Didáctica de las Ciencias Experimentales*, 52, 9-19.

- Crujeiras-Pérez, B. y Cambeiro, F. (2018). Una experiencia de indagación cooperativa para aprender ciencias en educación secundaria participando en las prácticas científicas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 15(1), 1201.
- Crovi, D. y Lemus, M.C. (2014). Jóvenes estudiantes y cultura digital – una investigación en proceso. *Virtualis*, 5(9), 36-55.
- Espinosa-Ríos, E. A.; González-López, K. D.; Hernández-Ramírez, L. T. (2016). Las prácticas de laboratorio: una estrategia didáctica en la construcción de conocimiento científico escolar. *Entramado*, 12(1), 266-281. Recuperado el 10.05.2019 de <http://dx.doi.org/10.18041/entramado.2016v12n1.23125>
- García-Carmona, A. (2009), Investigación en didáctica de la Física: tendencias actuales e incidencia en la formación del profesorado. *Latin-American Journal of Physics Education*. 3(2).
- Gobierno de Aragón (26 de mayo de 2016). 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. BOA núm. 105. Zaragoza, 26 de mayo de 2016. Recuperado de <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909>
- Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299- 313.
- López-Rua, A. M.; Tamayo-Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. En: *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*. 8(1), 145-166.
- Martínez, E. R. y Zea, E. (2004). Estrategias de enseñanza basadas en un enfoque constructivista. *Revista Ciencias de la Educación*. 2(24), 69-90.

Pozo, J. y Gómez, M. (1998). Aprender a enseñar ciencia. Del conocimiento cotidiano al conocimiento científico. España: Ediciones Morata.

Anexos

Anexo 1: Hoja de observación

Nombre	Comportamiento	Participación	Comprensión	Interés	Habilidades	Nota de clase
A. P., L.	2	2	2	2	1	9
A. L., A.	2	2	2	2	1	9
B. M., I.	2	2	2	2	1	9
C. M., J.	2	2	2	2	1	9
D. L., E.	2	2	2	2	1	9
E. M., R.	2	1	2	2	1	8
F. E., M.	2	2	2	2	1	9
G. C., A.	2	1	2	1	1	7
G. A., L.	2	1	1	1	1	6
H., M.	2	1	1	2	1	7
J. G., E.	2	1	2	1	1	7
L. M., Á.	2	1	1	2	1	7
L. Z., Á.	2	2	2	2	1	9
M. C., C.	2	1	1	1	1	6
M. P., D.	2	1	1	2	1	7
P. D., F.	2	1	1	1	1	6
P. M., L.	2	1	1	1	1	6
Q. L., J.	2	1	2	1	1	7
R. R., S.	2	2	1	2	1	8
R. A., M.	2	1	1	1	1	6
S. M., P.	2	1	2	2	1	8
T. I., I.	2	1	1	1	1	6
T., N.	2	2	1	2	1	8
T., E.	2	1	1	2	1	7
Y. L., S.	2	1	2	1	1	7

Anexo 2: Cuestionario

Nombre y apellidos

Fecha

Nota

CUESTIONARIO

Este cuestionario está relacionado con la teoría y la práctica que hemos trabajado en estas sesiones. Hay que contestar de manera clara y ordenada, sin faltas de ortografía. Son preguntas muy cortas, en algunos casos la respuesta es únicamente una palabra.

1. ¿Cuál es la diferencia entre cambio físico y cambio químico?
2. ¿Qué dos características debe tener un choque para que se produzca una reacción química?
3. ¿Cómo se llama la energía necesaria para transformar los reactivos en productos?
4. Una ecuación química está ajustada cuando...
5. Explica con tus palabras en qué consiste la Ley de conservación de la masa.
6. La energía que se desprendía en la reacción exotérmica trabajada lo hacía en forma de _____ .
7. ¿Qué factores influyen en la velocidad de una reacción?
8. Indica tres tipos de reacciones químicas cotidianas.
9. ¿Qué productos se obtienen siempre en una reacción de neutralización?
10. ¿Qué gas conocido se liberaba en dos de las reacciones que se han trabajado en clase?

Anexo 3: Guía para la realización del informe de laboratorio

CÓMO REALIZAR UN INFORME DE LABORATORIO

Un informe de laboratorio es una forma de dar a conocer los resultados de una investigación. En nuestro caso, servirá para describir las prácticas experimentadas basándonos en la teoría, analizaremos los resultados obtenidos y añadiremos unas conclusiones. Es importante que el informe sea preciso y objetivo, es decir, describiremos

la experiencia realizada, tanto si se ha obtenido el resultado esperado como si no y lo realizaremos de forma objetiva.

Para ello, nuestro informe de laboratorio debe contener los siguientes apartados:

1. Portada

Deberá incluir como mínimo un título, el nombre de los autores por orden alfabético, el lugar y la fecha de realización del experimento. Será una hoja aparte que podrá incluir de forma opcional alguna imagen o ilustración acorde con el experimento.

2. Resumen

Se trata de una descripción breve de lo que se va a contar, de manera que una persona que no lea el resto del informe sea capaz de entender qué se ha realizado en el experimento (como si se tratase del resumen de un libro).

3. Introducción

Incluirá el contexto de realización de la práctica (somos un grupo de alumnos y alumnas de 3º ESO que realiza esta experiencia en clase de Física y Química dentro del tema 'Reacciones químicas'...). También deberá mencionarse el objetivo de este experimento.

4. Materiales y reactivos utilizados

Aunque lo tenéis descrito en vuestros guiones, deberéis incluirlo en este apartado de forma ordenada y con vuestras propias palabras.

5. Descripción del procedimiento experimental

Nuevamente deberéis describir el proceso realizado de forma detallada y con vuestras propias palabras, basándolo en vuestra experiencia personal (si ha habido algún contratiempo o algo no se ha realizado como ponía en el guión, debe indicarse detalladamente).

6. Análisis de los resultados obtenidos y conclusiones

En este caso, habrá que describir los resultados obtenidos y discutir por qué se han obtenido de esa manera, basándonos en la teoría del tema. En el caso de que algo

no haya salido como se esperaba, además de describirlo comentaremos por qué creemos que no ha salido y cómo podríamos haberlo mejorado. Si algo no se comprende se puede buscar información adicional, apuntando su procedencia en el siguiente apartado.

7. Bibliografía

Aquí incluiremos las páginas webs o libros de consulta que se hayan empleado para realizar el informe en caso de haber sido necesarios (si no se consulta ninguna fuente externa, no hace falta incluir este apartado).

Anexo 4: Guiones de las prácticas realizadas.

PRÁCTICA GRUPO 1

1. Introducción

Esta práctica la realizaréis frente a todos vuestros compañeros y compañeras, con ayuda de la profesora en todo momento. Como los demás no van a poder realizarla, es necesario que vayáis explicando claramente qué hacéis en cada momento, cómo lo hacéis y por qué lo hacéis, ya que al final de todas las sesiones se os realizará un breve cuestionario y tendréis que saber contestar a preguntas de las reacciones de los demás grupos.

Antes de empezar, no olvidéis que estamos en un laboratorio, por lo que habrá que protegerse adecuadamente con la bata, los guantes, las gafas y recogiéndonos el pelo.

2. Objetivo

En esta práctica vamos a demostrar la Ley de conservación de la masa. Para ello, llevaremos a cabo una reacción sobre una balanza, comprobando que, aunque se produzca la reacción y los productos obtenidos cambien incluso de estado de agregación, la masa inicial será igual a la masa final.

3. Materiales y reactivos

Como materiales de laboratorio, necesitaremos lo siguiente:

- Erlenmeyer grande (1)
- Probeta (1)
- Balanza (1)
- Globo (1)
- Espátula (1)

Como reactivos, necesitaremos:

- Bicarbonato de sodio (NaHCO_3)
- Vinagre (CH_3COOH , más conocido como ácido acético)

4. Procedimiento experimental

En primer lugar, encenderemos la balanza y esperaremos a que se estabilice (que se mantenga en el valor 0). Mientras tanto, añadiremos al Erlenmeyer 20 mL de vinagre, que mediremos con la probeta. Dentro del globo, añadiremos cuatro espátulas de bicarbonato de sodio. A continuación, retorceremos el globo de forma que no caiga el contenido de su interior y lo engancharemos a la boca del Erlenmeyer (con cuidado de que no caiga sólido). Con el montaje de la reacción ya completo, lo colocaremos con cuidado sobre la balanza y comprobaremos cuál es su masa inicial.

Para que comience la reacción, desenrollaremos el globo permitiendo que el contenido de su interior caiga sobre el Erlenmeyer. Comprobaremos cómo se produce la reacción y, cuando haya finalizado, observaremos la masa que marca la balanza. Si coincide con la masa inicial (puede haber alguna ligera variación, pero poca), demostraremos que se cumple la Ley de conservación de la masa.

5. Recogida y limpieza

Al finalizar, vaciaremos el Erlenmeyer en la fregadera y lo limpiaremos adecuadamente con agua y jabón, así como la espátula empleada y la probeta. Apagaremos la balanza y la limpiaremos con un papel con cuidado por si ha caído algo sobre ella. El papel empleado y el globo los tiraremos a la papelera.

PRÁCTICA GRUPO 2

1. Introducción

Esta práctica la realizaréis frente a todos vuestros compañeros y compañeras, con ayuda de la profesora en todo momento. Como los demás no van a poder realizarla, es necesario que vayáis explicando claramente qué hacéis en cada momento, cómo lo hacéis y por qué lo hacéis, ya que al final de todas las sesiones se os realizará un breve cuestionario y tendréis que saber contestar a preguntas de las reacciones de los demás grupos.

Antes de empezar, no olvidéis que estamos en un laboratorio, por lo que habrá que protegerse adecuadamente con la bata, los guantes, las gafas y recogiéndonos el pelo.

2. Objetivo

En esta práctica vamos a comprobar cómo funciona una reacción exotérmica, que son aquellas que desprenden energía al entorno. Esta energía se desprenderá en forma de calor, por lo que comprobaremos la temperatura al inicio y al final de la reacción.

3. Materiales y reactivos

Como materiales de laboratorio, necesitaremos lo siguiente:

- Vaso de precipitados (1)
- Varilla de vidrio (1)
- Probeta grande (1)
- Probeta mediana (1)
- Bandeja de plástico grande (1)
- Termómetro (1)
- Espátula (1)
- Vidrio de reloj (1)

Como reactivos, necesitaremos:

- Jabón
- Agua destilada
- Agua oxigenada (H_2O_2)
- Yoduro de potasio (KI)

4. Procedimiento experimental

En primer lugar, añadiremos a un vaso de precipitados 2 dedos de jabón y 10 mL de agua destilada, que mediremos con ayuda de la probeta. Esta mezcla, la agitaremos bien con la varilla de vidrio y la añadiremos a la probeta grande, que estará situada encima de una bandeja de plástico, justo en el centro. Sobre esta probeta, añadiremos 20 mL de agua oxigenada medidos con la probeta pequeña. Se remueve agitando de forma manual y medimos la temperatura de esta mezcla.

A continuación, encenderemos la balanza y esperaremos a que se estabilice (que se mantenga en el valor 0). Colocaremos encima el vidrio de reloj y le daremos al botón (T), para ajustarla a cero. Entonces pesaremos 2 gramos de KI añadidos con la espátula.

Nos alejaremos un poco y se añadirá el yoduro de potasio, viéndose rápidamente la reacción que se produce. Uno de los estudiantes tendrá que acercarse a la probeta a comprobar la temperatura del producto obtenido, para ver si se trata de una reacción exotérmica, como habíamos previsto. Si la temperatura final es mayor que la inicial, significa que la reacción ha desprendido energía en forma de calor.

5. Recogida y limpieza

Al finalizar, vaciaremos la probeta grande en la fregadera y la limpiaremos adecuadamente con agua y jabón, así como la bandeja, la espátula, la probeta pequeña, el vidrio de reloj y el vaso de precipitados. Apagaremos la balanza y la limpiaremos con un papel con cuidado por si ha caído algo sobre ella. También secaremos el termómetro con otro papel. Los papeles empleados se tirarán a la papelera.

PRÁCTICA GRUPO 3

1. Introducción

Esta práctica la realizaréis frente a todos vuestros compañeros y compañeras, con ayuda de la profesora en todo momento. Como los demás no van a poder realizarla, es necesario que vayáis explicando claramente qué hacéis en cada momento, cómo lo hacéis y por qué lo hacéis, ya que al final de todas las sesiones se os realizará un breve cuestionario y tendréis que saber contestar a preguntas de las reacciones de los demás grupos.

Antes de empezar, no olvidéis que estamos en un laboratorio, por lo que habrá que protegerse adecuadamente con la bata, los guantes, las gafas y recogiéndonos el pelo.

2. Objetivo

En esta práctica vamos a comprobar cómo funciona una reacción endotérmica, que son aquellas que captan energía del entorno. Esta energía la captarán en forma de calor, por lo que comprobaremos la temperatura al inicio y al final de la reacción.

3. Materiales y reactivos

Como materiales de laboratorio, necesitaremos lo siguiente:

- Vaso de precipitados (2)
- Varilla de vidrio (2)
- Bandeja de plástico grande (2)
- Termómetro (2)
- Espátula (4)
- Vidrio de reloj (4)

Como reactivos, necesitaremos:

- Monohidróxido de bario ($\text{Ba}(\text{OH})_2$)
- Cloruro de amonio (NH_4Cl)

4. Procedimiento experimental

En primer lugar, encenderemos la balanza y esperaremos a que se estabilice (que se mantenga en el valor 0). Colocaremos encima el vidrio de reloj y le daremos al botón (T), para ajustarla a cero. Entonces pesaremos 32 gramos de $\text{Ba}(\text{OH})_2$ añadidos con la espátula. A continuación, añadiremos el sólido sobre un vaso de precipitados, que colocaremos sobre una bandeja de plástico, ligeramente mojada con agua.

Repetiremos el mismo procedimiento, pesando esta vez 11 gramos de NH_4Cl . Lo añadiremos al mismo vaso de precipitados y agitaremos con la varilla de vidrio, observando cómo se produce la reacción. Mientras una persona agita, otra del mismo grupo deberá introducir el termómetro dentro del vaso de precipitados, para comentar en voz alta cómo va variando la temperatura. Si la temperatura final es menor que la inicial, significa que la reacción ha captado energía en forma de calor.

5. Recogida y limpieza

Al finalizar, vaciaremos el vaso de precipitados en la fregadera y lo limpiaremos adecuadamente con agua y jabón, así como la bandeja, las espátulas y los vidrios de reloj. Apagaremos la balanza y la limpiaremos con un papel con cuidado por si ha caído algo sobre ella. También secaremos el termómetro con otro papel. Los papeles empleados se tirarán a la papelera.

PRÁCTICA GRUPO 4

1. Introducción

Esta práctica la realizaréis frente a todos vuestros compañeros y compañeras, con ayuda de la profesora en todo momento. Como los demás no van a poder realizarla, es necesario que vayáis explicando claramente qué hacéis en cada momento, cómo lo hacéis y por qué lo hacéis, ya que al final de todas las sesiones se os realizará un breve cuestionario y tendréis que saber contestar a preguntas de las reacciones de los demás grupos.

Antes de empezar, no olvidéis que estamos en un laboratorio, por lo que habrá que protegerse adecuadamente con la bata, los guantes, las gafas y recogiéndonos el pelo.

2. Objetivo

En esta práctica vamos a neutralizar un ácido y una base, obteniendo como producto una disolución neutra (ni ácida, ni básica).

3. Materiales y reactivos

Como materiales de laboratorio, necesitaremos lo siguiente:

- Bureta (1)
- Erlenmeyer (2)
- Embudo (2)
- Probeta (1)

Como reactivos, necesitaremos:

- Disolución de ácido clorhídrico (HCl) ya preparada: Ácido
- Disolución de monohidróxido de sodio (Na(OH)) ya preparada: Base
- Indicador universal (Fenolftaleína)

4. Procedimiento experimental

En primer lugar, en uno de los Erlenmeyer añadiremos 10 mL de NaOH que mediremos con una probeta. Adicionamos unas de gotas del indicador, observando que la disolución incolora pasa a ser de color rosa. Esto se debe a que se trata de una disolución básica.

En otro Erlenmeyer añadiremos unos 10 mL de HCl y le añadiremos también unas gotas del indicador, comprobando que en una disolución ácida, no se produce el cambio de color anterior.

Esta disolución la pasaremos a una bureta con ayuda de un embudo. Poco a poco, iremos añadiendo gotas de HCl sobre la disolución de NaOH mientras agitamos, hasta que observemos que la disolución rosa pierde su color.

En ese momento, pararemos la adición y habremos obtenido una disolución neutra.

5. Recogida y limpieza

Al finalizar, vaciaremos los Erlenmeyer y la bureta en la fregadera y los limpiaremos adecuadamente con agua y jabón junto al embudo empleado.

PRÁCTICA GRUPO 5

1. Introducción

Esta práctica la realizaréis frente a todos vuestros compañeros y compañeras, con ayuda de la profesora en todo momento. Como los demás no van a poder realizarla, es necesario que vayáis explicando claramente qué hacéis en cada momento, cómo lo hacéis y por qué lo hacéis, ya que al final de todas las sesiones se os realizará un breve cuestionario y tendréis que saber contestar a preguntas de las reacciones de los demás grupos.

Antes de empezar, no olvidéis que estamos en un laboratorio, por lo que habrá que protegerse adecuadamente con la bata, los guantes, las gafas y recogiéndonos el pelo.

2. Objetivo

En esta práctica vamos a llevar a cabo una reacción de combustión, que generará un gas tal y como hemos visto en la teoría.

3. Materiales y reactivos

Como materiales de laboratorio, necesitaremos lo siguiente:

- Vaso de precipitados (2)
- Espátula (2)
- Varilla de vidrio (2)
- Botella de plástico rota (2)
- Mortero (2)
- Mechero (2)

- Recipiente grande de vidrio (2)

Como reactivos, necesitaremos:

- Azúcar (Sacarosa: $C_{12}H_{22}O_{11}$)
- Bicarbonato de sodio ($NaHCO_3$)
- Alcohol
- Arena

4. Procedimiento experimental

En primer lugar, en uno de los vasos de precipitados añadiremos 10 espátulas de azúcar y 2 espátulas de bicarbonato de sodio. A continuación lo removeremos bien con la varilla de vidrio y lo colocaremos en la botella de plástico rota, sin quitar el tapón. Añadiremos un poco de alcohol y lo compactaremos con el mortero, haciendo unas pastillas de carbón caseras.

Por otro lado, sobre el recipiente de vidrio colocaremos arena cubriendo su superficie. Sobre la arena, depositaremos las pastillas de carbón que hemos realizado y las rociaremos con un poco de alcohol.

Finalmente, prenderemos fuego a nuestras pastillas de carbón y observaremos la reacción. El sólido aumentará considerablemente de tamaño porque la reacción desprende un gas, CO_2 , tal y como se ha visto en la teoría.

5. Recogida y limpieza

Al finalizar, nos aseguraremos de que la combustión ha acabado añadiendo agua por encima. Los restos sólidos los desecharemos en la papelera (arena, pastillas carbonizadas y las botellas de plástico rotas). El recipiente de vidrio, el vaso de precipitados, la varilla, la espátula y el mortero los limpiaremos adecuadamente con agua y jabón.