



**Universidad
Zaragoza**



**Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas**

Especialidad en Física y Química

**TRABAJO FIN DE MÁSTER
CURSO 2020/21**

**Aprendizaje de las reacciones químicas en 3º de ESO
mediante una propuesta de actividades basadas en la indagación
y la utilización de herramientas virtuales.**

*Learning of chemistry reactions in 3rd year of ESO through a
proposal of activities based on inquiry and the use of virtual tools.*

Autor: Manuel Benítez Quesada

Director: Isabel Iranzo Navarro

Nombre del alumno	Manuel Benítez Quesada
Director del TFM	Isabel Iranzo Navarro
Tutor del Centro de Prácticas II	M. ^a Pilar Catalán Gracia
Centro Educativo	Salesianos, Nuestra Señora del Pilar
Curso en el que desarrolla la propuesta	3º de ESO
Tema de la propuesta	Los cambios químicos

Índice

1. Introducción	1
1.1 Introducción personal y académica.	1
1.2 Introducción al centro de prácticas.....	1
1.3 Introducción al Trabajo de Fin de Máster	2
2. Análisis didáctico de dos actividades realizadas en las asignaturas del máster y su aplicación en el prácticum.....	2
Actividad 1: -Medias verdades- Actividad para el conocimiento del grupo clase planteado en la Sociedad, Familia y Procesos Grupales.	3
Actividad 2: Uso de simuladores para el aprendizaje en Física y Química.....	5
3. Propuesta didáctica.....	6
3.1 Título.....	6
3.2 Evaluación inicial	6
3.3 Objetivos del currículo	8
3.4 Justificación de la propuesta didáctica.....	10
4. Actividades	12
Actividad 1: Evaluación inicial a través de la lectura de un texto.	13
Actividad 2: ¿Cuántos tipos de reacciones químicas existen?	14
Actividad 3: ¿Qué importa en una reacción química?	15
Actividad 4: Ajuste de ecuaciones químicas	16
Actividad 5: ¿Cómo pesamos los átomos? El mol como unidad de medida.	18
Actividad 6: Sigamos pesando. Simulador.	18
Actividad 7: Cálculos estequiométricos	19
Actividad 8: Primera prueba de evaluación formativa.....	19
Actividad 9: Resolución de ejercicios.	20
Actividad 10: Segunda prueba de evaluación formativa.....	20
Actividad 10: Repaso mediante una actividad de gamificación.....	21
Actividad 11: Examen de la unidad.	22
5. Análisis de los resultados de aprendizaje.....	22
6. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuesta de mejora.....	24
7. Consideraciones finales.....	28
8. Referencias bibliográficas.....	29
Anexos	32
Anexo I: Adaptación del texto NO, el mensajero del amor para la evaluación inicial de la unidad.	32

1. Introducción

1.1 Introducción personal y académica.

Nacido en 1993, estudié, tanto la Educación Primaria, como la Educación Secundaria en dos centros públicos, el Colegio de Educación Infantil y Primaria Al Zawiya y el Instituto de Educación Secundaria Trevenque, ambos en la provincia de Granada. Desde pequeño había mostrado preferencia por la ciencia y la tecnología, contestando cuando me preguntaban qué quería ser de mayor “inventor”. Durante los años de Secundaria, también comenzó a gustarme la Biología, aunque nunca me interesó dedicarme profesionalmente a las Ciencias de la Salud. Sin embargo, sí que me imaginaba trabajando en un laboratorio investigando sobre fármacos o sistemas biológicos, por eso en Bachillerato escogí el itinerario de Ciencias de la Salud, con Biología y Geología y Física y Química. En 2º de Bachiller, escogí como optativas la Biología, Química y Ciencias de la Tierra en detrimento de Física, ya que debido a que no hubo suficientes alumnos del Bachillerato de la Salud que escogieran esta asignatura no se formó grupo. Este año último año, fue cuando el estudio de la Química me atrajo más que la Biología y decidí que sería la carrera que escogería tras las Pruebas de Acceso a la Universidad.

En 2011, entré en el Grado en Ciencias Químicas de la Universidad de Granada, terminando la carrera en los 4 años programados y realizando el Trabajo de Fin de Grado en grupo de Química Orgánica sobre síntesis de compuestos de la familia de los taiwaniaquinoides. A continuación, debido a que seguía queriendo estudiar sobre fármacos, me inscribí en el Máster Oficial de Investigación, Desarrollo, Control e Innovación de Medicamentos de la Universidad de Granada y al año siguiente en el Máster de Terapias Avanzadas e Innovación Biotecnológica de la Universidad Francisco de Vitoria en Madrid. Gracias a este segundo máster pude hacer prácticas en uno grupo de investigación de Nanomedicina en el Hospital Universitario Vall d’Hebron de Barcelona. Tras estos dos másteres, estuve un año trabajando en la farmacéutica B. Braun en su planta de Rubí, Barcelona, para a continuación venir a trabajar durante año y medio como investigador a la Universidad de Zaragoza.

Paralelamente a mis estudios en el ámbito de la Química, la docencia era otra salida profesional que me gustaba, aunque me interesaba más la docencia en Educación Secundaria que en Infantil y Primaria. Por ello, no me planteé de primeras hacer el Grado en Magisterio, sino estudiar Químicas y luego poder realizar una posible especialización, como es el caso actual. Durante el tiempo que estuve formándome, impartí clases particulares a estudiantes que cursaban la ESO y el Bachillerato, actividad, que me suponía una experiencia gratificante, y que recuperé al llegar a Zaragoza, ya que tenía un horario más flexible y que permitía la compatibilización con esta docencia particular.

Por todo ello, y que debido a que el trabajo en la Universidad de Zaragoza me permitía la compatibilización con los estudios, durante el verano de 2020 decidí matricularme en el Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artes Escénicas y Deportivas de la Universidad de Zaragoza.

1.2 Introducción al centro de prácticas.

Ubicado en la zona de Ciudad Jardín, El Colegio Salesiano “Nuestra Señora del Pilar” es un centro concertado que se encuentra en la calle María Auxiliadora, n.º 57, de carácter cristiano y tiene una oferta educativa que abarca todas las etapas que forman el sistema educativo español, desde Educación Infantil hasta Bachillerato, ofertando además Formación Profesional básica, media y superior. Este centro sigue el estilo educativo de Don Bosco y su objetivo fundamental es ofrecer una educación integral y de calidad, ayudar a los jóvenes en la elección de su itinerario formativo, orientación laboral y en su formación humano-cristiana, con la participación de toda la comunidad educativa.

En el colegio hay matriculados 1513 alumnos pertenecientes a todas las etapas educativas en las que imparten docencia, pudiéndose observar la heterogeneidad presente en el barrio en las aulas del colegio, ya que el 25 % de los alumnos son una nacionalidad distinta a la española y provienen de todos los niveles socioeducativos.

En la etapa de Educación Secundaria Obligatoria el colegio oferta 8 clases, 2 por nivel, y el equipo de docentes lo componen 16 profesores de las distintas materias, además de disponer de una Directora Pedagógica, un jefe de Estudios, una Psicopedagoga y un Coordinador de Pastoral. En la etapa de Secundaria, el centro tiene implantado el Programa de Mejora del Aprendizaje y del Rendimiento (PMAR) en 2º y 3º de ESO, además de un programa para alumnos con Altas Capacidades complementario a las horas de clase.

Asimismo, en la etapa de Bachillerato, el centro oferta 3 itinerarios, el Bachillerato de Ciencias, el Bachillerato Tecnológico y el Bachillerato de Ciencias Sociales, con 6 tutores y un total de 20 profesores de las distintas materias. Además, como en la etapa de Secundaria, hay una Directora Pedagógica, un Jefe de Estudios, un coordinador de Pastoral y de TIC y una comisión de Coordinación Pedagógica, formada por los Jefes de Departamentos. En esta etapa, se les realiza a los alumnos distintas charlas enfocadas a la orientación profesional y salidas a diferentes universidades y centros de estudios.

1.3 Introducción al Trabajo de Fin de Máster

El presente Trabajo de Fin de Máster se enfocará a la asignatura de Física y Química en 3º de Educación Secundaria Obligatoria, más concretamente al Bloque 3: **Los cambios químicos**. En este curso, el currículo aragonés indica que se deben trabajar los siguientes contenidos en el bloque: cambios físicos y cambios químicos, la reacción química, cálculos estequiométricos sencillos, ley de conservación de la masa y la química en la sociedad y el medio ambiente.

Como se puede observar, aunque propone que los alumnos realicen cálculos estequiométricos sencillos, no contempla que se les presente la cantidad de sustancia, el mol, que, según la legislación vigente se debería ver por primera vez en 4º de ESO. De acuerdo con distintas fuentes bibliográficas que se comentarán en su apartado correspondiente, en el presente trabajo sí se introducirá el concepto en 3º de ESO, ya que se considera que, una vez entendido este concepto, la aproximación a los cálculos estequiométricos es más sencilla, y los alumnos serán capaces de construir unas bases más sólidas sobre lo que se sustentarán los temas estudiados en cursos posteriores.

2. Análisis didáctico de dos actividades realizadas en las asignaturas del máster y su aplicación en el prácticum

Tal y como está propuesto el desarrollo del Máster de Profesorado en Educación Secundaria de la Universidad de Zaragoza, se pueden distinguir dos grupos de asignaturas: unas que son comunes a todas las especialidades, ya sean científicas, **Diseño Curricular e Instruccional de Ciencias Experimentales**; o generales, **Sociedad, Familia y Procesos Grupales, Procesos y Contextos Educativos y Psicología del Desarrollo y de la Educación**. Este primer grupo de asignaturas se cursan dentro del primer cuatrimestre, con una intención mucho más teórica, con el fin de dotar a los alumnos del máster de las herramientas y los conocimientos necesarios para la realización de los distintos Prácticums. El otro gran grupo de asignaturas, cursadas en el segundo cuatrimestre, ya sí serían las propias de la especialidad: **Diseño de Actividades de Física y Química, Innovación e Investigación Educativa en Física y Química**, y los **Contenidos Disciplinarios**, a elegir entre Física y Química. Asimismo, cabe

señalar que también se ha ofertado una amplia oferta de asignaturas optativas que se han impartido de forma común a todas las especialidades.

Durante el transcurso de todas estas asignaturas se han realizado multitud de actividades diferentes, cuyo objetivo en la mayoría de estas era aplicar la teoría expuesta en el aula. A continuación, se pasará a analizar dos de estas actividades.

Actividad 1: -Medias verdades- Actividad para el conocimiento del grupo clase planteado en la Sociedad, Familia y Procesos Grupales.

Como se ha expuesto anteriormente, la asignatura de Sociedad, Familia y Procesos Grupales se engloba dentro del grupo de asignaturas comunes a todas las especialidades. En la primera parte de la asignatura, mucho más teórica, se nos presentaron herramientas virtuales para conocer los datos del censo de población de las distintas zonas en las que se ubican los diferentes institutos de Zaragoza. En contra, la segunda parte, el temario y las actividades se contextualizaron ya sí en el propio centro, y para más concreción, en el aula de trabajo. Si bien, las actividades planteadas no se relacionan con la enseñanza de la Física y Química, sí que ayudan a crear un ambiente afectivo-positivo en el aula, lo que se considera importante para conseguir el aprendizaje significativo de los alumnos.

La actividad final de la segunda parte de la asignatura **Sociedad, Familia y Procesos Grupales** consistía en la realización de una dinámica grupal práctica enfocada a la realización en los primeros días del curso escolar. Estos días, según la clasificación de Torrego y Brunet y Negro se denominan fase de formación-orientación. Esta fase tiene lugar a comienzo del curso, cuando los alumnos han cambiado de compañeros y mayoritariamente no se conocen entre ellos, por lo que comienzan a aparecer expectativas positivas y una cierta ansiedad respecto a la idea de grupo, pero también respecto al propio comportamiento (Torrego y Brunet y Negro, 2012). En esta etapa los alumnos estarán interactuando entre ellos y también con sus profesores para la creación de un ambiente de confianza dentro del grupo. Para que esto ocurra es fundamental que estos alumnos se conozcan y sepan que pueden tener intereses comunes, evitando así la aparición de prejuicios que puedan estar relacionados por la diversidad cultural, la orientación sexual, entre otros motivos, que se presenta hoy día en las aulas.

En esta fase de formación-orientación es cuando se generan los procesos de confianza. Se busca focalizar la atención en elementos estructurales para generar estabilidad en el grupo. Esto posibilita un tanteo relacional entre los participantes del grupo que ayuda a generar la vinculación entre los miembros. Por lo tanto, se promueve un tipo de comunicación en el grupo que facilite el incremento de la interacción y conocimiento mutuo (Palacín y Aiger, 2014).

Si nos fijamos en la organización del aula como tal, encontramos que se clasifica como grupo secundario (Canto, 2000). Según la definición, estos son aquellos que se generan de una forma artificial, con un número amplio de miembros y en el que las relaciones están pautadas por los distintos roles y objetivos que se marcan dentro del mismo, en este caso por los objetivos marcados dentro del aula. El objetivo de esta dinámica es que individuos, mayoritariamente desconocidos entre sí, adquieran una mayor confianza como grupo. Para lograrlo se plantean los siguientes objetivos específicos:

- Fomentar la cohesión, participación y comunicación de todos los miembros del grupo en un clima afectivo-positivo.
- Disminuir la inseguridad, la ansiedad social y la timidez de una forma sana.
- Conseguir que alumnos poco proclives a la participación en un grupo grande puedan ejercer cierta notabilidad dentro de un subgrupo, de modo que, en la medida de lo posible adquieran confianza en sí mismos.

Debido, a que, como se ha comentado, la fase de formación-orientación aparece cuando los alumnos no se conocen mayoritariamente entre ellos, esta actividad se enfoca para su realización en los dos cursos iniciales de etapa, es decir, en 1º de ESO y 1º de Bachillerato, sin olvidar los primeros cursos de las distintas etapas de la Formación Profesional, que es cuando en la Educación Secundaria se pueden producir cambios de centros y por lo tanto los alumnos tienen más posibilidades de estar en un grupo donde no conozcan a sus compañeros.

La actividad planteada en este apartado va a hacer uso de una técnica que se encuadra en el marco emocional y cognitivo: por una parte, el alumnado puede trabajar habilidades cognitivas mediante la reflexión y la creación de hipótesis para averiguar qué frases son ciertas. Por otra parte, se estimula la conciencia y la regulación emocional del alumnado, para que sean más conscientes de sus experiencias personales.

La actividad estará dividida en tres fases: en la primera, se dividirá al alumnado en grupos de 5 o 6 personas, haciendo que se agrupen por filas o por columnas de puestos, creando así un número de subgrupos determinado por el número de alumnos presentes en la clase; en la segunda fase, los alumnos deberán pensar durante un par de minutos en 3 afirmaciones sobre sí mismos, dos falsas y una verdadera. Tras este tiempo de reflexión, los alumnos compartirán, individualmente, las frases que han pensado con su subgrupo, mientras que el resto de los compañeros deberán debatir cuál de las afirmaciones es la correcta. Una vez elegida, el primer alumno contará a sus compañeros cuál era la verdadera y dará una pequeña explicación, que dará pie a una conversación y a poder conocerse mejor entre ellos. Por último, cada grupo determinará un portavoz que será el encargado de comunicar las afirmaciones más ingeniosas o sorprendentes que aparecieron en su subgrupo.

Como en toda actividad grupal, deberá haber unas ciertas normas. En concreto, en esta actividad, cada participante debe respetar el turno del compañero que realiza las tres afirmaciones. También se deberá respetar el turno de palabra cuando un compañero intente adivinar la afirmación verdadera.

En esta actividad, el docente ejercerá de líder al principio de esta haciendo de conductor de la técnica. El estilo principal de liderazgo del docente es el democrático, regula, negocia, discute y orienta la toma de ciertas decisiones. Al iniciar la clase, el docente explicará la actividad y él mismo realizará un ejemplo motivante para que los alumnos entiendan el ejercicio a realizar, adquiriendo el propio docente un papel emocionalmente cercano.

La dinámica de esta actividad se podría tomar como referencia y después realizarle una modificación para realizar gamificación del aula. Las frases, dos falsas y una verdadera en vez de estar relacionados con aspectos personales del alumno, se podrían realizar con ítems estudiados en la asignatura. Los alumnos, al igual que en la actividad explicada, se dividirían en grupos, pero en este caso, decidirían entre todos qué frases correctas e incorrectas crear, para después compartirlas con sus compañeros del gran grupo los cuales deberían adivinar cuál de todas sería la correcta, produciendo de esta forma un aprendizaje significativo del alumnado, ya que al tener que reflexionar para la creación de estas frases estarán interiorizando y comprendiendo los conceptos expuestos en el aula.

Como he expuesto en el primer párrafo del apartado, la creación de un ambiente afectivo-positivo en el aula es importante, ya que evita la aparición de sentimientos negativos en el aula y ayuda a un mejor aprendizaje de los alumnos. En el desarrollo de las prácticas no realicé esta actividad al completo, sin embargo, el primer día de clase, donde se realizó mi presentación a los alumnos de 3º de ESO, sí que opté por aplicarla durante 15 minutos, a fin de que los alumnos me conocieran y yo quedarme con los nombres y caras de los alumnos que quisieron participar.

Actividad 2: Uso de simuladores para el aprendizaje en Física y Química.

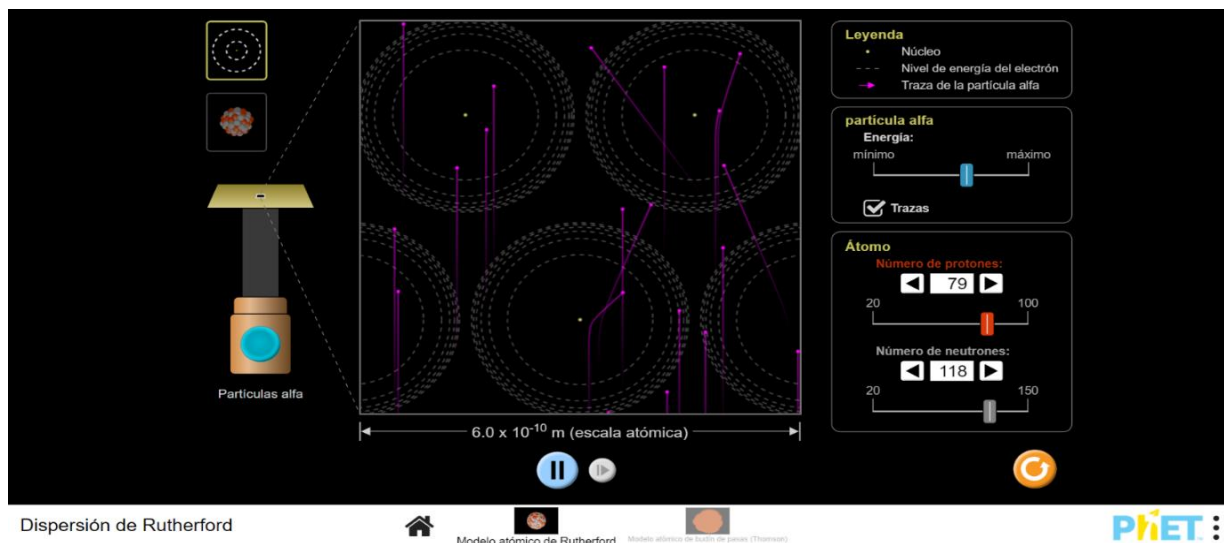
La otra actividad de la que voy a realizar el análisis ya sí es una actividad propia de la especialidad. Durante mis estudios de Educación Secundaria, en ningún momento se me presentaron los simuladores educativos como un recurso del aprendizaje, y no ha sido hasta este curso académico, cuando he tenido la oportunidad de trabajar con ellos, tanto en la asignatura de **Innovación e Investigación Educativa en Física y Química**, como en la de **Diseño de Actividades de Aprendizaje de Física y Química**.

Como ya apuntaba Hodson en 1994, las herramientas virtuales demuestran tener un gran potencial para utilizarse en el aula para trabajar lo que él denomina la *práctica de la ciencia* (Hodson, 1994). La versatilidad de las herramientas permite que el docente puede utilizar estos simuladores ya sea como ejercicio propuesto al alumnado para desarrollar lo expuesto en el aula, o como apoyo en las exposiciones magistrales realizadas en el aula por el docente o como actividad de indagación de conceptos que a lo mejor son difíciles de observar con experiencias magistrales o en el laboratorio.

En este caso concreto se va a presentar una actividad realizada con un simulador de la [Universidad de Colorado](#) para trabajar los distintos modelos atómicos, de Rutherford y de Thomson, que se utilizó para la asignatura de **Innovación e Investigación Educativa en Física y Química**. De forma teórica, la actividad se planteó para realizarse en la asignatura de Física y Química de 4º de ESO, con un objetivo meramente comprensivo de los modelos propuestos en dos momentos de la historia de la Química. En la Figura 1 se puede observar una pantalla de trabajo de dicho simulador.

Figura 1

Imagen del simulador trabajando con el modelo de Rutherford.



Inicialmente, esta actividad indagativa con el simulador se planteó para realizarse una vez explicado de forma magistral los conceptos relativos a los diferentes modelos atómicos propuestos a lo largo de la historia de la ciencia. Sin embargo, aunque se le deje un tiempo de reflexión y de indagación al alumnado mediante la modificación de las distintas variables presentes en la pantalla de trabajo del simulador y la observación del comportamiento de las partículas alfa, el uso de este simulador se podría utilizar también durante el periodo de explicación en el aula por parte del docente para el apoyo de los conceptos que se están introduciendo en el aula, a fin de que alumnos que necesiten un apoyo visual para el entendimiento de los conceptos, sean capaces de tenerlo.

Durante el segundo cuatrimestre del Máster, hemos trabajado con distintos tipos de simuladores, el expuesto en este apartado es solamente uno de ellos, y he podido observar la potencialidad que presentan. Por lo tanto, teniendo esto presente, en el periodo de realización del **Prácticum II** quise aprovecharme de ellos y propuse la utilización de un Simulador de la Universidad de México para la conversión de unidades, que se explicará en el apartado [4.6](#).

3. Propuesta didáctica

Una vez realizada mi presentación personal, del centro y del Trabajo de Fin de Máster y el análisis didáctico de dos actividades realizadas en el transcurso del curso, el inicio de este apartado, indica que nos adentramos en el grueso del Trabajo de Fin de Máster. A continuación, durante los apartados 3 al 6, se presentará, desarrollará y analizarán los resultados de la propuesta didáctica realizada, parcialmente, en el transcurso del **Prácticum II**, junto a la adición de otras actividades a fin de trabajar en su totalidad el Bloque 3 de 3º de ESO: **Los cambios químicos**.

3.1 Título

El título propuesto para el Trabajo de Fin de Máster es el siguiente: **Aprendizaje de las reacciones químicas en 3º de ESO mediante una propuesta de actividades basadas en la indagación y la utilización de herramientas virtuales**.

3.2 Evaluación inicial

En la etapa de Educación Secundaria Obligatoria el profesorado de Física y Química suele poner en manifiesto la dificultad que observan en el alumnado el aprendizaje de esta asignatura, debido principalmente a que los conceptos a estudiar en la misma se caracterizan por ser unos conceptos abstractos (Matus, 2008). Al no tener una percepción sensorial directa, los alumnos deben realizar un proceso mental más elaborado para así entender lo que está ocurriendo, ya que se necesita que el alumno sea capaz de correlacionar varias formas de representar la materia: a nivel macroscópico, a nivel microscópico y a nivel simbólico (Guzmán, 2005).

En este contexto, los problemas de comprensión aparecen sobre todo en las primeras etapas del aprendizaje de la Química en secundaria, cuando el alumno no dispone de una base en la que asentar los conocimientos que se van introduciendo en el aula, debido a que para la total comprensión del temario es necesario establecer conexiones entre todos los conceptos y fenómenos estudiados, además de utilizar un lenguaje muy simbólico y con modelos visuales que deben ayudar a la asimilación de lo no observable. Con el fin de salvar estos inconvenientes, los alumnos suelen buscar patrones o construir explicaciones a partir de lo que son capaces de observar, y a veces también, influenciados por los medios de comunicación, interfiriendo con lo que se les transmite en el aula (Méndez, 2013), apareciendo así lo que se denomina ideas alternativas o ideas previas. Para estas ideas presentes en los alumnos de nuestro grupo clase es necesario la realización de una evaluación inicial.

En el libro Enseñar, aprender y evaluar de Neus Sanmartí, la autora explica cuál es la función de la evaluación diagnóstica inicial o predictiva: determinar, al inicio del proceso de enseñanza-aprendizaje la situación que tiene cada alumno. Con esta evaluación, es posible obtener información sobre ideas previas que acompañan al alumno, procedimientos intuitivos, hábitos y conductas (Jorba y Sanmartí, 1996). Por lo tanto, parece claro que debería ser primordial realizar esta evaluación al principio de las unidades didácticas, para que el docente pueda tener una guía sobre cómo enfocar las actividades que se desarrollarán durante las sesiones sucesivas.

Pero ¿realmente se realiza esta evaluación inicial? En el trabajo de Buendía y su grupo, entrevistaron a profesores de centros públicos, concertados y privados de la provincia de Granada sobre su percepción de la evaluación. Una de las preguntas, enfocadas al momento sobre el que se debería realizar la evaluación, señaló que estos docentes creían que tanto la evaluación inicial, continua y final eran necesarias. Sin embargo, algunos de estos mismos docentes mostraban ciertas reticencias a la realización de la evaluación inicial debido al peso que tienen sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje, destacando que algunos de estos docentes no la realizaban porque si apareciera una gran heterogeneidad en el nivel presente en el aula, al docente le sería imposible adaptar la enseñanza (Buendía et al., 1999).

¿Y cómo realizar esta evaluación inicial? Si volvemos a analizar al libro de Sanmartí, los autores comentan que realizar esta evaluación a través de un coloquio o debate con el grupo-clase conlleva que solamente se manifestarán unos pocos estudiantes, quedando sin recoger información sobre los alumnos más tímidos o aquellos que no tienen interés en el tema a tratar. Para evitar esto, Sanmartí propone algunos instrumentos para la recogida de datos iniciales como son la combinación de cuestionarios abiertos y de redes sistémicas, los cuestionarios tipo Q-sort, informes personales o cuestionarios con opciones cerradas (Jorba y Sanmartí, 1996). El uso de estrategias basadas en cuestionarios parece ser la preferencial por buena parte del profesorado, como se puede observar en otro trabajo de 1999 del grupo de Buendía, en el que volvieron a entrevistar a profesorado de distintos tipos de centros de la provincia de Granada y que impartían clase en distintas especialidades, preguntándoles sobre cómo realizaban la evaluación inicial. Encontraron que el 58,1 % lo hacían mediante exámenes y pruebas objetivas. El resto de los porcentajes se dividía entre profesorado que complementaba estos exámenes con la observación (4,7 %), charlas y debates en grupo (3,7 %), ejercicios, comentarios orales, lluvia de ideas, juegos y diálogos (12,1 %); o profesorado que solamente realizaba ejercicios y comentarios orales (11,7 %) y trabajos personales (4,7 %) (Buendía, González y Carmona, 1999). Sin embargo, desde mi punto de vista la realización de algunos de estos cuestionarios, como pueden ser los cuestionarios abiertos también puede acarrear asociados otro tipo de problemas como que el alumno no exponga realmente sus creencias y conteste simplemente lo que cree que el docente quiere leer.

En el currículo de la Comunidad de Aragón, desde la asignatura de Química, los cambios químicos aparecen por primera vez en 3º de ESO. Sin embargo, en el curso anterior, en el bloque 2, los alumnos han trabajado la materia: los estados de agregación y los cambios de estado, la teoría modelo cinético-molecular, la diferencia entre sustancias puras y mezclas y las clases de mezclas existentes. Estos conceptos se vuelven a tratar y a ampliar en el mismo bloque de 3º de ESO, introduciendo los modelos atómicos, el sistema periódico, los tipos de enlace, diferencia entre átomos y moléculas y los conceptos de masa atómica y masa molecular. Además, de esto, desde la Educación Primaria, en Ciencias Naturales, los alumnos han estado estudiando los cambios de estado. Por lo tanto, podemos aventurar que, al inicio de la unidad didáctica, nuestros alumnos llevarán unas ideas previas en su mochila.

En bibliografía, algunas de estas ideas señaladas son las siguientes:

- Creer que el aire no pesa (Méndez, 2013).
- Identificar la disolución o el cambio de estado con una reacción química (Guzmán et al., 2005).
- Creer que tras una reacción química en la que han cambiado las propiedades de la materia tras una reacción como el color o el olor, la sustancia sigue siendo la misma; o a la inversa: vincular que la reacción química se ha producido solo cuando hay un cambio drástico de propiedades, como el cambio de color u olor o la aparición de gases entre otros (Furió, Solbes y Carrascosa, 2004).

En su trabajo, Méndez también expone que los alumnos entienden los cambios químicos cuando son capaces de aplicar a situaciones concretas la teoría atómica de la materia, y que esto lo consiguen cuando son capaces de realizar la asociación de lo macroscópico con lo micro. Por lo tanto, hasta que consiguen realizar esto, los alumnos tendrán dificultades en diferenciar cuándo una sustancia sufre un cambio físico y cuándo químico, identificar el proceso químico como un cambio sustancial, reconocer que en la reacción hay una redistribución de los átomos, interpretar correctamente la ecuación química ajustada, diferenciar la masa molar y cantidad de sustancia y comprender la conservación de la masa en una reacción química (Méndez, 2013).

En el periodo de prácticas, no se realizó ninguna actividad específica para valorar los conocimientos del alumnado, ya que se inició la impartición de la unidad didáctica a mitad de esta, cuando los alumnos habían visto lo relativo a cambios físicos y químicos, la reacción química, los factores que afectan a la reacción química y la ley de conservación de la masa, y el profesor no consideró oportuno que se realizara, aunque sí que se tuvo un pequeño coloquio con los alumnos a fin de recordar algunos de estos conceptos a la vuelta de las vacaciones de Semana Santa.

Así pues, se plantea la duda de cómo abordar la evaluación inicial del tema del que versará este trabajo. Se optará por adaptar el texto “[NO, el mensajero del amor](#)” escrito por Plinio Sosa Fernández y llevárselo a los alumnos en clase, junto a un pequeño cuestionario de preguntas abiertas. La adaptación del texto se presenta en el [Anexo I](#). Se leerá el texto en la clase y a continuación, se les dejará quince o veinte minutos para que respondan al cuestionario. A continuación, el tiempo restante se dedicará al análisis de manera grupal de este texto.

3.3 Objetivos del currículo

Como ya se ha comentado, el tema a tratar en el presente TFM son las reacciones químicas, enmarcadas dentro del bloque 3 del currículo aragonés: **Los cambios químicos**.

En la legislación vigente se puede observar que hay dispuestos una serie de objetivos que todo alumno debe cumplir para poder promocionar de etapa. Estos objetivos se pueden encontrar dentro del Capítulo II, Educación Secundaria Obligatoria, en el Artículo 11. Objetivos de la Educación Secundaria Obligatoria **del Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE 03/01/2015)**. En el texto se encuentran recopilados 12 objetivos, que al ser los propios para poder promocionar de etapa tienen carácter transversal y entre ellos se encuentran algunos tales como:

- “Asumir responsablemente sus deberes, conocer y ejercer sus derechos en el respeto a los demás, practicar la tolerancia, la cooperación y la solidaridad entre las personas y grupos, ejercitarse en el diálogo, afianzando los derechos humanos y la igualdad de trato y de oportunidades entre mujeres y hombres, como valores comunes de una sociedad plural, y prepararse para el ejercicio de la ciudadanía democrática.
- Valorar y respetar la diferencia de sexos y la igualdad de derechos y oportunidades entre ellos. Rechazar la discriminación de las personas por razón de sexo o por cualquier otra condición o circunstancia personal o social. Rechazar los estereotipos que supongan discriminación entre hombres y mujeres, así como cualquier manifestación de violencia contra la mujer.
- Concebir el conocimiento científico como un saber integrado, que se estructura en distintas disciplinas, así como conocer y aplicar los métodos para identificar los problemas en los diversos campos del conocimiento y de la experiencia”.

Por su parte, en la **Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo**, aparecen reflejados los objetivos generales en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria de la asignatura de Física y Química, los cuales dicen lo siguiente.

“La finalidad de la enseñanza de la Física y Química en la Enseñanza Secundaria Obligatoria es conseguir que los alumnos al concluir sus estudios sean capaces de:

Obj.FQ.1. Conocer y entender el método científico de manera que puedan aplicar sus procedimientos a la resolución de problemas sencillos, formulando hipótesis, diseñando experimentos o estrategias de resolución, analizando los resultados y elaborando conclusiones argumentadas razonadamente.

Obj.FQ.2. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando la terminología científica de manera apropiada, clara, precisa y coherente tanto en el entorno académico como en su vida cotidiana.

Obj.FQ.3. Aplicar procedimientos científicos para argumentar, discutir, contrastar y razonar informaciones y mensajes cotidianos relacionados con la Física y la Química aplicando el pensamiento crítico y con actitudes propias de la ciencia como rigor, precisión, objetividad, reflexión, etc.

Obj.FQ.4. Interpretar modelos representativos usados en ciencia como diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas básicas y emplearlos en el análisis de problemas.

Obj.FQ.5. Obtener y saber seleccionar, según su origen, información sobre temas científicos utilizando fuentes diversas, incluidas las Tecnologías de la Información y Comunicación y emplear la información obtenida para argumentar y elaborar trabajos individuales o en grupo sobre temas relacionados con la Física y la Química, adoptando una actitud crítica ante diferentes informaciones para valorar su objetividad científica.

Obj.FQ.6. Aplicar los fundamentos científicos y metodológicos propios de la materia para explicar los procesos físicos y químicos básicos que caracterizan el funcionamiento de la naturaleza.

Obj.FQ.7. Conocer y analizar las aplicaciones responsables de la Física y la Química en la sociedad para satisfacer las necesidades humanas y fomentar el desarrollo de las sociedades mediante los avances tecnocientíficos, valorando el impacto que tienen en el medio ambiente, la salud y el consumo y, por lo tanto, sus implicaciones éticas, económicas y sociales en la Comunidad Autónoma de Aragón y en España, promoviendo actitudes responsables para alcanzar un desarrollo sostenible.

Obj.FQ.8. Utilizar los conocimientos adquiridos en la Física y la Química para comprender el valor del patrimonio natural y tecnológico de Aragón y la necesidad de su conservación y mejora.

Obj.FQ.9. Entender el progreso científico como un proceso en continua revisión, apreciando los grandes debates y las revoluciones científicas que han sucedido en el pasado y que en la actualidad marcan los grandes hitos sociales y tecnológicos del siglo XXI” (p. 202).

Sin embargo, aunque se está de acuerdo con que estos sean los objetivos generales que cualquier alumno que estudio la Física y la Química en la etapa de Educación Secundaria debe poseer al final de esta, cada unidad didáctica deberá tener unos objetivos específicos marcados por el docente. En el caso que nos ocupa, se marcan los siguientes:

- **Objetivo 1:** Saber diferenciar un cambio físico de un cambio químico.

- **Objetivo 2:** Conocer que hay diferentes tipos de reacciones químicas.
- **Objetivo 3:** Conocer la teoría de colisiones y comprender qué factores la afectan.
- **Objetivo 4:** Conocer la ley de conservación de la masa.
- **Objetivo 5:** Entender por qué es importante el ajuste de reacciones y saber realizarlo.
- **Objetivo 6:** Entender que el mol es la unidad de medida relativa a la cantidad de sustancia y saber realizar conversiones entre distintas unidades.
- **Objetivo 7:** Saber realizar cálculos estequiométricos sencillos.

3.4 Justificación de la propuesta didáctica

La reacción química debe ser la base sobre la que se sostengan los conocimientos que adquieran en cursos sucesivos los alumnos. Por lo tanto, su estudio en 3º de ESO, donde se ve por primera vez, se presenta como un punto crítico para la adquisición de dicha base. Además, algunos alumnos no volverán a enfrentarse a estos conceptos debido a que en 4º de ESO, la asignatura de Física y Química pasa a tener carácter opcional. Por ello, los docentes deberían intentar que estos alumnos, que se alejarán de la asignatura, obtengan un mínimo de cultura científica en lo referente a las reacciones químicas, ya que estas rodean a nuestros alumnos en casi cualquier aspecto de la vida cotidiana. Pero ¿cómo podemos conseguir que el conocimiento de estos alumnos en este árido tema sea significativo?

Aunque no aparece reflejado en el currículo de 3º de ESO, el mol, es una de las siete unidades fundamentales del Sistema Internacional, y es la magnitud que se corresponde a la cantidad de sustancia, magnitud que se podría considerar inherente a la disciplina de la Química, ya que es la que se utiliza para relacionar todo aquello que ocurre en los procesos donde se producen reacciones químicas. Por lo tanto, estaría de más pensar que si es una magnitud tan íntimamente relacionada con la Química, los profesores de esta disciplina deberían conocer a qué se refiere esta magnitud. Sin embargo, Ignacio García recoge en un artículo un estudio realizado por Strömdahl sobre el concepto de mol en docentes de Física y Química arrojó a la luz que solamente un 10,7 % de los preguntados asociaba el mol con la cantidad de sustancia (Strömdahl, 1994, citado por Ignacio García, 2013). Consecuentemente, hay que pensar en que, si los mismos profesores de la disciplina de Física y Química, que poseen estudios superiores en los que a priori han debido utilizar y estudiar esta magnitud, no dominan el concepto, ¿cómo es posible que los alumnos de 3º de ESO entiendan algo tan abstracto? El mismo Ignacio García considera que debería hacerse después de que los alumnos hayan estudiado lo que son las moléculas, los átomos y los iones.

Por suerte o por desgracia, tanto si se introduce el término en 3º o en 4º de ESO, como se haría si se siguiera de forma ortodoxa el currículo, los alumnos se enfrentan a este concepto por primera vez, por lo que en un principio no van a presentar ideas o concepciones erróneamente aprendidas de cursos anteriores en lo referente a los conceptos de mol. No obstante, como apuntaba Furió y sus compañeros en 2002 tras una extensa revisión bibliográfica, el alumnado sí podría presentar problemas con el aprendizaje debido al carácter abstracto de la expresión “cantidad de sustancia” utilizada en los libros para la definición de mol (Furió, Azcona y Guisasola, 2002). Esta abstracción del término puede hacer que algunos estudiantes creen que el mol solo tiene que ver con las moléculas y no con los átomos, como comenta Furió también en el mismo trabajo.

Por lo tanto, se plantea primordial realizar una explicación que les permita a los alumnos entender a qué se refiere el término “cantidad de sustancia”, y con la que entiendan cuál es la definición de mol. Realizando una búsqueda bibliográfica se han encontrado diversas estrategias para realizar un aprendizaje significativo del término (García et al., 2008), teniendo

todos en común el incidir en que el mol es solamente un nombre que se le da a la cantidad de sustancia y relacionarlo con otras unidades a las que los alumnos sí están acostumbrados, como puede ser el par o la docena (Furió, Azcona y Guisasola, 2002).

Por otra parte, como comentaba Insausti el alumno de ciencias experimentales debe aprender a “aprender ciencia” y “aprender a hacer ciencia”, y en este aspecto, estos alumnos deben adquirir aspectos metacognitivos, y él defiende que esto debería hacerse en el laboratorio de ciencia (Insausti, 2000). Sin embargo, como se ha comentado en la sección anterior, las circunstancias especiales de este curso académico hacen que las posibilidades de llevar a la clase al laboratorio escolar sean casi nulas. Por lo tanto, es necesario encontrar otros enfoques para que obtengan estos aspectos metacognitivos.

Entre estos enfoques se pueden encontrar las Tecnologías de la Comunicación y la Información (TIC), que se postulan como herramientas indispensables en los procesos de enseñanza-aprendizaje. En el trabajo de Daza Pérez y sus compañeros se hace un recorrido por las distintas herramientas tecnológicas que se han utilizado en el aula desde 1929, pasando por la radio y proyectores hasta llegar a las décadas de entre los 70 a los 90, que es cuando empiezan a aparecer los primeros ordenadores personales en Estados Unidos, continuando con la llegada de Internet (Daza et al, 2009). Las posibilidades que hoy en día ofrecen las TIC en el ámbito de la química son inmensas, pudiendo destacar las siguientes: favorecen el aprendizaje de procedimientos y el desarrollo de destrezas intelectuales, permitiendo transmitir información y crear ambientes virtuales donde se pueden ajustar los contenidos y contextos y contribuyen a la continua formación de los profesores. Una de las herramientas que permite la creación de estos entornos virtuales son los simuladores, los cuales, en su trabajo de 1994, Hodson comenta que el uso de estos simuladores es igualmente válido para desarrollar una *práctica de la ciencia*, un *aprendizaje de la ciencia* y un *aprendizaje sobre la naturaleza de la ciencia* igual de válido que el que podrían obtener los alumnos trabajando en las bancas del laboratorio (Hodson, 1994). En la misma línea que este, en 2010 Domingo Coscollosa y Fuentes Agustó tras la realización de una investigación sobre el potencial de las TIC en el aula en 10 centros educativos distintos en Cataluña comentan los profesores involucrados en la investigación valoran positivamente la experiencia en el aprendizaje del alumnado, ya que propicia un aumento en la participación de los estudiantes y facilita la comprensión y el aprendizaje en general, proporcionando nuevos recursos educativos (Coscollosa y Fuentes, 2010).

El juego es una herramienta útil para el aprendizaje y esto se evidencia desde los primeros momentos de vida, ya que el juego se convierte en una herramienta de diversión y a la vez acerca a los conocimientos del mundo a los niños. Por ello, en las aulas de parvulario los niños adquieren conocimientos mediante juegos que se pueden relacionar posteriormente con el aprendizaje de conceptos más complejos y abstractos. El juego es también un agente socializador y es mucho más que un mero ejercicio para que el niño esté entretenido. Facilita el desarrollo del infante como ser social y a través de este permite que los valores de la tolerancia y la comprensión se fortalezcan.

Los juegos se pueden clasificar de distintas formas y nosotros en el presente trabajo vamos a centrarnos en la realizada por el epistemólogo Piaget que estableció una clasificación del comportamiento de los juegos que según él es acumulativa y jerarquizada (López, 2010): juego de ejercicios, juegos simbólicos y juegos de reglas.

De un tiempo a esta parte, las *escape room* o salas de escape que aparecieron como una forma novedosa de ocio, se han afianzado en el mercado (Lama, 2018) convirtiéndose en una opción más de diversión para gente de todas las edades desde niños hasta adultos. Las salas de escape se podrían definir como un juego de acción real, basada en el trabajo de equipo, donde los jugadores descubren pruebas, resuelven puzzles y completan tareas en una o más habitaciones para cumplir un determinado objetivo en un tiempo limitado. En el artículo de Piñero de 2019

se señala que hay diversos investigadores que han centrado su atención en este formato debido a su capacidad para movilizar habilidades transversales como el trabajo en equipo, el pensamiento creativo, el liderazgo y la comunicación (Piñero, 2019). Por ello no es de extrañar que se planteen actividades basadas en juegos de escape con propósitos formativos.

4. Actividades

Parte de la propuesta didáctica que se plantea en el presente trabajo se realizó en el centro de Salesianos nuestra Señora del Pilar en la clase de 3º de ESO B. En esta clase había matriculados 27 alumnos, 14 chicas y 13 chicos, y se observaba la heterogeneidad cultural presente en el barrio. Por último, hay que señalar que, en este grupo, ninguno de los alumnos necesitaba adaptaciones curriculares.

Antes de iniciar el desarrollo de las actividades se adjunta un cuadro a título de resumen sobre las mismas, donde se expondrá someramente el objetivo de la actividad, el número de sesiones, los recursos necesarios, la disposición del alumnado, los criterios de evaluación tomados de la **Orden ECD/489/2016, de 26 de mayo** y la forma de evaluar la actividad.

Tabla 1

Relación de las diferentes actividades expuestas en el apartado.

N.º de actividad	Objetivos	N.º de sesiones	Recursos	Disposición del alumnado	Criterios de evaluación	Evaluación
1	Observar los conocimientos previos de los alumnos	1	Análisis de un texto/vídeo	Individual	Crit. FQ. 3.1 Crit. FQ. 3.2	Inicial
2	Conocer que hay diversos tipos de reacciones químicas	1	Práctica en el laboratorio	Grupos de 3-4 personas	Crit. FQ. 3.2 Crit. FQ. 3.6	Corrección del informe
3	Conocer la teoría de colisiones y los factores que afectan a la velocidad de reacción	2	Actividad teórica y práctica	Individual (1ª sesión) y en grupos de 3-4 (2ª sesión)	Crit. FQ. 3.3 Crit. FQ. 3.5	Observación y corrección del informe
4	Conocer la ley de la conservación de la masa y la importancia del ajuste de reacciones químicas	2	Sala de ordenadores	Individual o parejas	Crit. FQ. 3.4	Observación y recepción de un documento Word
5	Comprender que el mol es una unidad de medida	1	Teoría y práctica en laboratorio	Grupos de 3-4 personas	Crit. FQ. 3.4	Observación
6	Saber pasar de moles a gramos, litros, unidades elementales y viceversa	1	Sala de ordenadores	Individual o parejas	Crit. FQ. 3.4	Observación y recepción de un documento Word
7	Comprender qué son los cálculos estequiométricos y su utilidad	1	Actividad teórica	Individual	Crit. FQ. 3.4	Observación

8	Comprobar los conocimientos de los alumnos hasta el momento	1	Prueba de evaluación formativa	Individual	Crit. FQ. 3.4	Evaluación formativa
9	Resolución de ejercicios de forma autónoma	2	Relación de ejercicios y pizarra	Individual y grupal	Crit. FQ. 3.4	Observación
10	Comprobar los conocimientos de los alumnos hasta el momento	1	Prueba de evaluación formativa	Individual	Crit. FQ. 3.4	Evaluación formativa
11	Actividad de repaso de la unidad didáctica	1	Material para la creación de un <i>escape room</i>	Grupos de 3-4 personas	Todos los criterios anteriores	Observación
12	Prueba de evaluación de la unidad	1	Examen de la unidad	Individual	Todos los criterios anteriores	Corrección de la prueba

Por su parte, todo el trabajo realizado por el alumno durante las 12 actividades se materializará en una nota, que irá del 1 al 10. Para llegar hasta esta puntuación final de la unidad se seguirán los siguientes criterios:

- Prueba de evaluación de la unidad: Tendrá un peso global en la unidad del **50 %**.
- Trabajo autónomo: Al inicio de la unidad, se le proporcionará al alumnado una relación de ejercicios que tendrán que entregar a la finalización de esta. Los ejercicios contenidos en este cuaderno de ejercicios serán los que se corrijan en el aula en el transcurso de las sesiones teóricas y en las pertenecientes a la actividad 9. Tendrá un peso de un **20 %**.
- Trabajo grupal: Durante el transcurso de la unidad, tras las actividades en el laboratorio o en el aula de informática los alumnos tendrán que entregar o un informe o un documento Word con lo que han realizado durante la actividad. Estos documentos tendrán un peso de un **25 %**.
- Observaciones en el aula: Este bloque de la calificación tendrá un peso del **5 %** y englobará el comportamiento, la asistencia a clase y la participación en los intercambios orales.

Actividad 1: Evaluación inicial a través de la lectura de un texto.

Como se ha comentado en el apartado 3.2, la evaluación inicial es el mecanismo que se utiliza para regular el proceso de aprendizaje-enseñanza en el aula. Que los alumnos se encuentren en el mismo nivel educativo, no tiene por qué significar que el nivel de conocimientos o que las ideas previas que lleven con ellos sean las mismas.

La primera actividad del proyecto propuesto es la evaluación inicial que está desarrollada en su apartado correspondiente, [3.2](#). El objetivo de esta actividad es la de introducir la unidad didáctica, los cambios químicos, a la vez que se recogen las posibles ideas previas o dificultades conceptuales que puedan existir en el grupo clase para poder adaptar el proceso de enseñanza-aprendizaje al grupo clase. Se recuerda que el texto con el que se trabajará la evaluación inicial se encuentra en el [Anexo I](#).

Debido a que el propósito de esta actividad es obtener el nivel del que parten los alumnos del grupo clase y regular el proceso de enseñanza-aprendizaje, ésta no tendrá peso en la calificación de la unidad.

Actividad 2: ¿Cuántos tipos de reacciones químicas existen?

Esta actividad constará de una sesión y se realizará en el laboratorio en grupos de 3-4 personas. Al principio de la sesión, se explicará que existen diferentes tipos de reacciones químicas, como pueden ser las de descomposición, síntesis, precipitación o de oxidación-reducción entre otras. Tras esto, se explicarán las diferentes experiencias que se van a realizar, sin comentar qué tipo de reacción se va a producir en cada caso. En el guion suministrado a los alumnos, habrá preguntas orientadas hacia la indagación mediante las experiencias que se van a presentar a continuación. En las preguntas finales del guio se les pedirá que expongan el tipo de reacción que crean que ha ocurrido en cada una de las experiencias y que comenten reacciones que conozcan de los otros tipos no vistos en las experiencias.

Los alumnos tendrán que entregar el guion para su posterior corrección. Además, aparte de las respuestas plasmadas en el guion, se tendrá en cuenta para la evaluación el comportamiento que los alumnos presenten en el laboratorio. Para la realización de esta actividad, sería recomendable la presencia de al menos otro docente en el aula para poder ayudar a los alumnos si aparecen dudas o problemas en la realización de estas:

- Aparición de un precipitado al mezclar sosa y sulfato de hierro: Esta reacción se realizó en el aula durante el periodo de prácticas, como se puede observar en la Figura 2. Al mezclar una disolución de NaOH con otra de FeSO₄ aparece dos compuestos que quedan en distintas fases: el sulfato de sodio (Na₂SO₄) que es soluble en el medio e hidróxido de hierro (Fe(OH)₂) que precipita. Esta reacción es instantánea e ilustra bien las reacciones de precipitación.

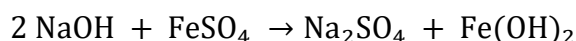
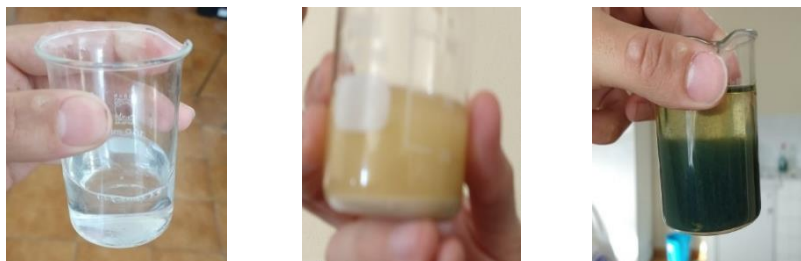


Figura 2

Fotografías de la practica realizada con los alumnos de 3º B. Disolución de sosa (izquierda) y de sulfato de hierro (centro). Aparición del precipitado de hidróxido férrico tras la mezcla de ambas disoluciones (derecha).



- Hidratación y deshidratación del sulfato de cobre: La siguiente reacción no se realizó en el aula, así que las fotografías ilustrativas de la Figura 3 se han obtenido de Rodríguez-Arteche y Martínez Aznar. En esta parte de la actividad, se trabajará el cambio de color que se produce al hidratar CuSO₄. Se partirá del sulfato de cobre anhidro, de color blanco y se pedirá a los alumnos que lo diluyan poco a poco, adicionando gotas de agua con un gotero, para que a la vez que van disolviendo la sustancia, vayan observando lo que se produce: cambio de color, sonido al crepitar y percepción del calor desprendido, ya que es un proceso exotérmico. Una vez que se obtiene esta disolución azul, el docente planteará la pregunta de si es posible volver a convertir esa sustancia a color blanco. Para ello, se dispondrá de un terminal para producir el calentamiento, lo que provocará una pérdida de las moléculas de agua y permitirá a los alumnos comprobar la reversibilidad de algunas reacciones químicas.

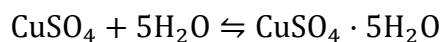
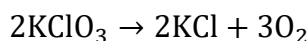


Figura 3

Fotografías de la experiencia con el sulfato de cobre. Recuperada de Rodríguez-Arteche y Martínez-Aznar, 2019.



- Descomposición del clorato de potasio: En esta parte de la actividad se propone que los alumnos observen la diferencia entre un cambio físico y un cambio químico producido simplemente por la aplicación de calor. El clorato de potasio (KClO_3) es una sustancia que mediante calentamiento con un mechero Bunsen puede alcanzar su punto de fusión. Si este fundido se sigue calentando se conseguirá producir el desprendimiento de los átomos de oxígeno, obteniéndose cloruro de potasio (KCl), que al tener un punto de fusión mayor que el clorato, aparecerá de nuevo en aspecto sólido. Debido a las altas temperaturas que se han de obtener para la realización de esta parte de la actividad, el calentamiento lo realizará el profesor.



Como se ha comentado al principio de la actividad, en el guion se incluirán preguntas de indagación para que estas sean el motor del aprendizaje del alumnado. Estas preguntas deberán responderse en el informe que entreguen los alumnos. A continuación, se adjuntan dos de estas preguntas.

1. ¿Qué papel tiene el agua en la aparición del color azul?
2. ¿Cómo es posible que aparezca un sólido si no hemos dejado enfriar el tubo?

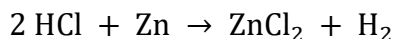
Actividad 3: ¿Qué importa en una reacción química?

Esta actividad constará de dos sesiones, una teórica y otra experimental: Al principio de la primera sesión, realizada en el aula, se utilizarán 10-15 minutos para poner en común distintos aspectos o resolución de dudas de la actividad anterior. A continuación, en el resto de la hora se abordarán la teoría de colisiones y los distintos factores que afectan la velocidad de una reacción química. Antes de exponerlos en clase, se les preguntará a los alumnos si conocen alguna forma de mejorar la velocidad de una reacción química.

En la segunda sesión, nos desplazaremos al laboratorio y los alumnos se agruparán en grupos de 3-4 alumnos. Se realizarán dos experiencias con los que los alumnos observarán cambios en la velocidad que se producen las reacciones químicas. Para esta actividad, como en la anterior sería recomendable la presencia de otro docente para dividir la clase en subgrupos, en donde cada subgrupo hará primero una de las experiencias siguientes:

- Variación de la velocidad de una reacción química debido a la concentración:
Debido a que en esta reacción se va a utilizar ácido clorhídrico, la experiencia la realizará el profesor a modo expositivo a una mitad de la clase y se comentará lo que está sucediendo.

Se va a disolver zinc en ácido clorhídrico en tres concentraciones distintas.



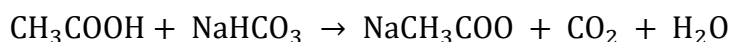
Una vez que se adiciona el zinc en el ácido clorhídrico, se espera 30 segundos y se observa que en el vaso del ácido clorhídrico concentrado no queda Zn, en la que se tiene una concentración intermedia, queda algo de zinc, y donde está diluido queda más zinc. Se les pedirá a los alumnos que hipoteticen por qué ocurre esto, relacionándolo con la teoría de colisiones y con lo visto en el día anterior.

Figura 4

Imágenes de la experiencia. A la izquierda el ácido concentrado, en medio, el ácido con una concentración intermedia y a la derecha diluido. Recuperada del blog fq-experimentos.



- Variación de la velocidad de una reacción química debido a la temperatura:
Para esta experiencia se necesitará bicarbonato sódico y ácido acético, presente en el vinagre. Se añaden unos 40 mililitros de vinagre en dos vasos de precipitado, calentando uno de los dos. Una vez que el ácido esté caliente, se procede a adicionar el bicarbonato en ambos vasos. Se observará que en el recipiente donde el vinagre está caliente, la reacción se produce a una mayor velocidad que en el vaso donde el vinagre está a temperatura ambiente.



Para conocer cómo el estado físico de los reactivos influye en la reacción química se les pedirá que, como deberes, ideen alguna experiencia en la que uno de los dos reactivos se presente en diferentes aspectos, y si tienen ocasión, se graben haciendo la experiencia. Por ejemplo, haciendo reaccionar carbonato cálcico libre y una tiza con ácido acético. También se les pedirá que busquen información sobre lo que es un catalizador y cómo afecta en la reacción química. Esta información irá reflejada en el informe que entreguen los alumnos.

Actividad 4: Ajuste de ecuaciones químicas

Otro de los factores a tener en cuenta a la hora de la realización de experiencias en las que ocurren reacciones químicas es la correcta expresión escrita de la propia reacción. Debido a la ley de la conservación de la materia, la cantidad de reactivos debe ser igual a la cantidad de productos, pero esto solo se produce si hay el mismo número de átomos de cada elemento en cada una de las partes de la reacción. Para conseguir tener esta misma cantidad de elementos en cada término de la reacción es necesario realizar el ajuste.

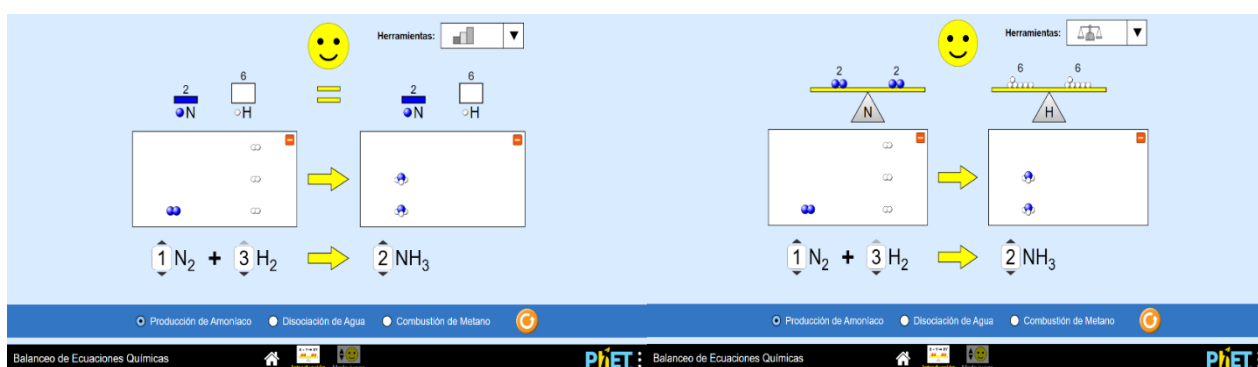
Esta actividad constará de dos sesiones. En la primera sesión, se explicará la importancia que tiene el ajuste de las reacciones químicas relacionándolo con la Ley de Conservación de la Materia. A continuación, se pasará a realizar y a explicar el ajuste por el método del tanteo y el algebraico.

Como he comentado en el apartado 2.2, durante el curso he podido observar que las herramientas TIC tipo simuladores tienen un gran potencial en Educación Secundaria. Por ello, en la segunda sesión, los alumnos se desplazarán a la sala de ordenadores y utilizarán un simulador de la [Universidad de Colorado](#) para trabajar este ítem del currículo.

Primero trabajarán en la pestaña de introducción, donde además de realizar tres distintos ajustes, los alumnos pueden ver en todo momento cómo llevan el balanceo de los elementos, ya que se actualiza en todo momento gracias a la implantación en la web de una balanza o de gráficas de barras, tal y como se ve en la Figura 5.

Figura 5

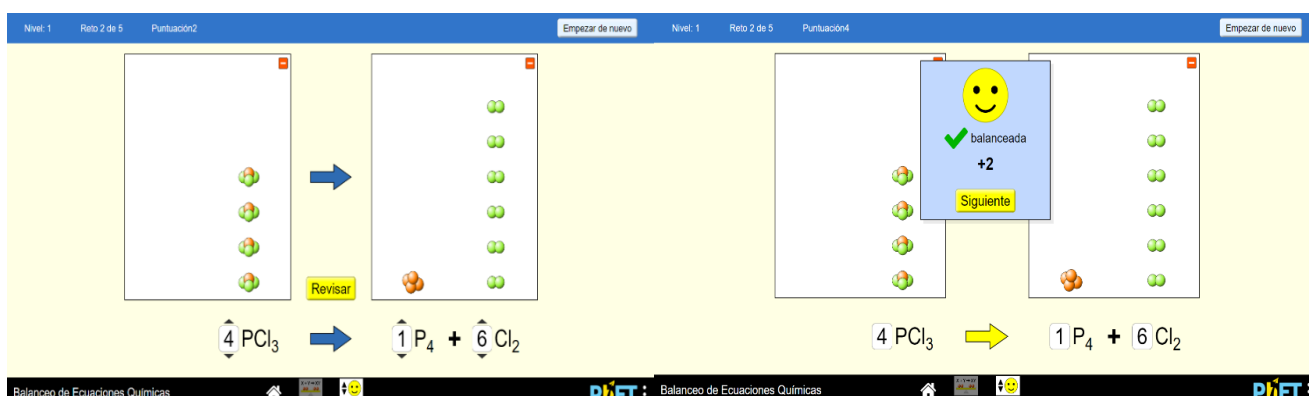
Imagen de la pestaña “Introducción” del simulador Balanceo de Ecuaciones Químicas de la Universidad de Colorado.



A continuación, pasarán a la pestaña, modo de juego. En esta pestaña los alumnos deben ajustar las reacciones sin la ayuda de la balanza que aparecía en el apartado anterior. Una vez que han ajustado la reacción, los alumnos pueden comprobar si lo han realizado correctamente al instante, tal y como se ve en la Figura 6.

Figura 6

Imagen de la pestaña “Modo juego” del simulador.



Para comprobar que los alumnos están trabajando con el simulador, se les pedirá que manden al profesor un documento Word o PDF en el que hayan añadido capturas de pantalla o fotos de los ejercicios que les han ido apareciendo en el simulador, explicando lo que han realizado durante la sesión. La calificación de esta actividad, mediante el documento Word o PDF se

englobará en el apartado de observación del alumnado, ya que se pretende que adquieran práctica en el ajuste de las reacciones químicas. Por ello, en esta actividad se evaluará casi en exclusividad la actitud mostrada en la sala de ordenadores y que hayan estado trabajando con la herramienta.

Actividad 5: ¿Cómo pesamos los átomos? El mol como unidad de medida.

Para presentar el mol a los alumnos se intentará realizarla a través de una secuenciación de actividades adaptada de García, en los que se pretende, en primer lugar, establecer el concepto de que el mol es una unidad de medida de igual forma que puede ser el par, la decena o la docena. Para ello, se tomará de referencia la docena, una unidad de sobra conocida por ellos (García, 1997).

En el laboratorio, los alumnos deberán pesar una docena de distintas sustancias conocidas: garbanzos, tornillos, grapas, macarrones y tuercas. A partir de estos pesos, construirán una tabla con estas masas y se les pedirá que respondan a unas preguntas:

1. ¿Cuál es la masa relativa de un tornillo a un macarrón?
 2. ¿Y la de una grapa a una tuerca?
 3. ¿Qué significa que la masa relativa de una tuerca a un tornillo es 1,6?
 4. ¿Cambiarían los resultados anteriores si en lugar de un conjunto de 12 piezas utilizáramos uno de 10? ¿Y de 15? ¿Y si solo midiéramos la masa de una unidad?
- Razona tus respuestas.

Una vez hecho esto, y que los alumnos hayan entendido que las docenas son solo una unidad de medida, se pasará a hablar del concepto de mol, comentándoles que es el equivalente a $6,022 \cdot 10^{23}$ partículas (átomos, moléculas, iones o electrones) de una sustancia. A continuación, se le explicará que al igual que han visto que una docena de tornillos no pesa lo mismo que una docena de garbanzos, en los átomos y moléculas pasa lo mismo: cada sustancia tiene un peso distinto y este valor lo obtenemos gracias a la masa o al volumen molar. Una vez llegados a este punto, se les pedirá que pesen un mol de distintas sustancias sólidas, como puede ser cloruro de sodio, zinc, azufre y hierro.

Actividad 6: Sigamos pesando. Simulador.

En la siguiente actividad, se seguirán trabajando las pesadas de sustancias y los cambios entre distintas unidades. Para ello, tal y como se realizó durante el **Prácticum II**, se utilizará el simulador de la [Universidad de México](#). Este simulador consta de tres pantallas totalmente diferenciadas, las cuales se pueden ver en la Figura 7. En la primera, mediante un vídeo se realiza la explicación de lo que es un mol, en la segunda se presentan las formas de pasar de mol a gramos, volumen y número de partículas elementales, y la tercera, representa una balanza virtual, el que cada vez que se entra te presenta un problema diferente en el cual te pide que peses una cantidad de cada sustancia para resolver la pregunta que te plantea. El simulador permite tras cada pesada verificar si es correcta o no, permitiendo tener dos oportunidades en el caso de fallo.

Figura 7

Explicación del simulador de la Universidad de México en el aula.



Esta actividad se calificará y evaluará de la misma forma que la unidad 5, con el envío de un documento Word o PDF y mediante la observación del comportamiento en el aula de ordenadores. En la Figura 8, se adjuntan dos aportaciones realizadas por alumnos en el Prácticum.

Figura 8

Aportaciones de los alumnos al ejercicio del simulador.

EJERCICIO SIMULADOR

Ejercicio 1:



1. Convertimos a moles los 98,5 g de Oro, para saber así que cantidad de sustancia del Polvo de Carbono necesitaremos. Haciendo el factor de conversión, nos da 0,5 moles.

2. Calculamos cuantos gramos son 0,5 moles de Polvo de Carbono, ya que un mol no representa la misma masa en todos los elementos. Haciendo el factor de conversión el resultado es 6 g.

Lo que hemos hecho en este ejercicio es medir la masa molar del $\text{CH}_3\text{-OH}$, la cual es 32 y mediante un factor de conversión, multiplicándolo por 0,25 moles, nos da como resultado 8g

$$\frac{32 \text{ g } \text{CH}_3\text{-OH}}{1 \text{ mol } \text{CH}_3\text{-OH}} \cdot 0,25 \text{ mol } \text{CH}_3\text{-OH} = 8 \text{ g}$$


Actividad 7: Cálculos estequiométricos

La siguiente sesión se plantea como una sesión teórica, en la que se iniciará la explicación de forma magistral de los cálculos estequiométricos. Qué son y para qué sirven. En la segunda mitad de la clase se realizará algún ejemplo de modo práctico en la pizarra.

Actividad 8: Primera prueba de evaluación formativa.

Llegados a este punto, se plantea la evaluación formativa de la unidad didáctica con el fin de ir conociendo cómo ha ido asimilando los alumnos los diferentes conceptos. Se les informará a los alumnos que esta prueba no cuenta para su nota, sino para conocer el nivel actual de la clase. Esta misma prueba se utilizó en las prácticas, por lo tanto, se adjuntarán producciones reales de los alumnos en el [Apartado 5](#).

Figura 9

Ejercicio planteado para su resolución en el aula

EJERCICIO PRÁCTICO SOBRE LOS CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS DE MITAD DE TEMA: 3º ESO B

1. La reacción de descomposición del monóxido de mercurio (HgO), se produce aplicando calor y nos da como productos mercurio elemental (Hg) y oxígeno (O_2).
 - a) Si obtenemos 80 gramos de mercurio, ¿cuántos gramos del monóxido de mercurio teníamos al principio?
 - b) Calcula el volumen que ocupa el oxígeno en condiciones estándar y cuántas moléculas de oxígeno obtenemos.

Datos: $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ moléculas.

$V_m = 22.7 \text{ L}$

Las masas atómicas que necesitéis las podéis encontrar en la tabla periódica.

Como se puede observar, no se adjuntaron las masas atómicas de los elementos presentes en la reacción. Se realizó de esta forma a petición del docente, ya que, como trabajo del segundo trimestre, los alumnos habían creado una tabla periódica que cubría toda la pared trasera. Por ello, se permitió a los alumnos levantarse a consultar esta tabla periódica o tener en la mesa la suya propia adjunta en los libros de texto. La actividad se programó para realizarla en 30 minutos, para después, proceder a la corrección de dicha actividad en el aula, con la participación voluntaria de los estudiantes.

Actividad 9: Resolución de ejercicios.

Durante el **Prácticum II** se plantearon las dos siguientes sesiones para la realización de forma autónoma de ejercicios de una relación de creación propia que se les había proporcionado al inicio de las prácticas. En la primera sesión, además se les entregarán a los alumnos los ejercicios corregidos y con anotaciones, pero sin nota, ya que esta actividad, como se ha comentado anteriormente, solo servía para conocer el nivel del alumnado. A continuación, se plantea la realización de forma autónoma de ejercicios en el aula y la corrección en pizarra por parte de los alumnos de estos.

Actividad 10: Segunda prueba de evaluación formativa.

En esta sesión se les pidió a los alumnos que realizaran otro ejercicio de evaluación formativa que se corrigió y evaluó de igual forma que el anterior, cuyo objetivo era observar si los alumnos habían mejorado en la conversión entre distintas magnitudes. En la Figura 10 se adjunta dicho ejercicio. Esta actividad también se realizó en el aula, por lo que las aportaciones de los alumnos se encuentran en el [Apartado 5](#).

Figura 10

Segunda prueba de evaluación formativa

SEGUNDO EJERCICIO PRÁCTICO SOBRE LOS CÁLCULOS ESTEQUIOMÉTRICOS DE MITAD DE TEMA: 3º ESO B

1. ¿Qué tendrá más masa, 2 moles de metano (CH_4) o 1,5 moles de agua? ¿Dónde habrá mayor número de moléculas? Conociendo la cantidad de moléculas de agua, ¿cuántos átomos de hidrógeno habrá?
Datos: $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ moléculas.
2. El sulfuro de zinc (ZnS) reacciona con el oxígeno molecular y se obtiene sulfato de zinc (ZnSO_4). Si tenemos 100 gramos de ZnS , calcula los gramos de ZnSO_4 que se forman y qué volumen de O_2 tiene que reaccionar para que se produzca la reacción en condiciones estándar.
Datos: $N_A = 6.022 \cdot 10^{23}$ moléculas.
 $V_m = 22.7 \text{ L/mol}$

Actividad 10: Repaso mediante una actividad de gamificación.

Por último, antes del examen final de la unidad, se propone la realización de una actividad de una sesión basada en una experiencia de tipo *escape room*, donde los alumnos en grupos de 4-5 personas se enfrentarán a una serie de retos y desafíos relacionados con la materia vista a lo largo de la Unidad Didáctica.

Las salas o los juegos tipo *escape room* permiten una inmersión total en una realidad paralela en la que el alumnado puede inhibirse de todos los problemas que le rodean. Estas realidades en las que se crean entornos de aprendizaje basado en juegos plantean situaciones-problema en las que el aprendizaje está articulado alrededor de estas salas y deben constituir una estrategia pedagógica de acompañamiento y no ser la principal forma de aprender (Piñero, 2019).

A cada grupo, se le proporcionará la misma caja, en la cual estarán las instrucciones y los materiales necesarios para la realización de esta dinámica, que serán distintas cajas con diferentes tipos de candados y algunos folios con acertijos o problemas que deberán resolver: por ejemplo, los números estequiométricos resultantes del ajuste correcto de una reacción química serán los números que abren un candado de números. Durante un tiempo inicial, máximo de 10 minutos, se explicará la dinámica en el aula, poniéndolos en antecedentes de la historia. De esta forma, se espera que aumente la cohesión de los grupos y que recuerden y apliquen los distintos ítems que se han visto a lo largo de la unidad. En la Figura 11 se muestra un ejemplo de dos de las tarjetas que encontrarían en la caja.

Figura 11

Ilustración de una tarjeta de acertijo y la tarjeta de la misión que se le daría a cada grupo de alumnos.



Nota: Se observa, que en la figura de la derecha hay unos números entre paréntesis. Estos números indican el número que deberían poner en el numérico final según la respuesta que elijan los alumnos.

Actividad 11: Examen de la unidad.

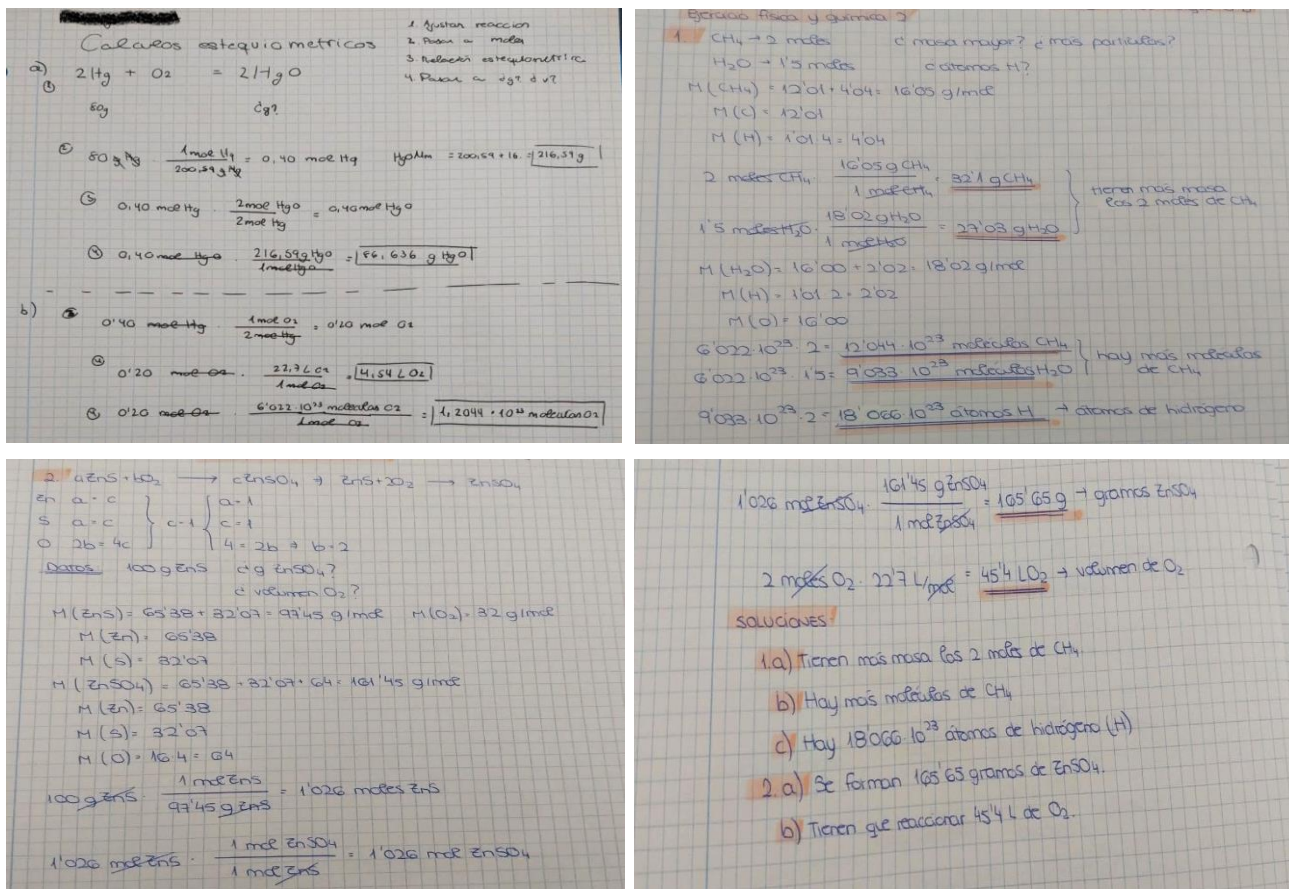
Una vez que se han visto todos los contenidos de la unidad, se plantea la realización de la prueba de evaluación para los alumnos. En el periodo del **Prácticum II** no dio tiempo a la realización de esta prueba, sin embargo, se plantearía un examen con ejercicios que englobaran los siguientes ítems propuestos como objetivos: diferenciación entre reacción física y química, teoría de las colisiones, ajuste de reacciones químicas, ley de conservación de la masa y cálculos estequiométricos.

5. Análisis de los resultados de aprendizaje

Debido a que al empezar el **Prácticum II**, el profesor titular de la asignatura había comenzado la Unidad Didáctica referida a los cambios químicos, la labor en el periodo de prácticas comenzó con la explicación de la cantidad de sustancia, el mol. Por lo tanto, no todas las actividades planteadas se pudieron realizar en el periodo de prácticas. En el aula se pudo realizar la primera experiencia de la Actividad 2 (la aparición del precipitado del hidróxido férrico) y las que van desde la 5 a la 10. Sin embargo, la temporalización no fue tal y como se ha expuesto en este trabajo, sino que la Actividad 6 se realizó después de la 8. Inicialmente, el uso del simulador de la Universidad de México se planteó para el proyecto de innovación de la asignatura de **Innovación e Investigación Educativa en Física y Química** para comprobar si su uso mejoraba los conocimientos sobre el cambio de unidades relacionadas con el mol de los alumnos. En la Figura 12 se adjuntan aportaciones de los alumnos a los ejercicios de evaluación formativa.

Figura 12

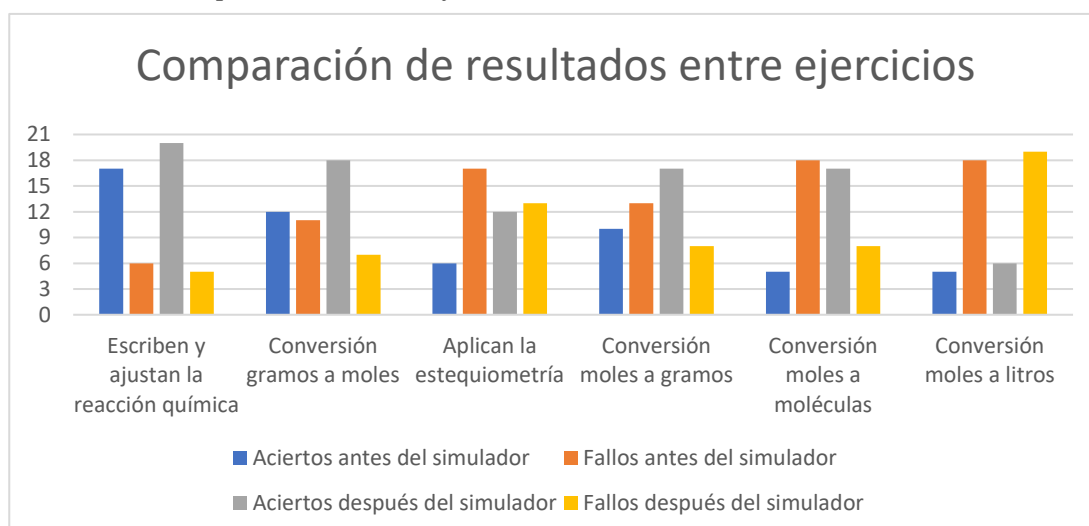
Resolución de dos alumnos a los ejercicios planteados en la Actividad 8 (arriba izquierda) y la 10 (resto de imágenes).



Teniendo esto en mente, se presenta en la Gráfica 1 los resultados comparativos entre los dos ejercicios realizados por los alumnos en el periodo del **Prácticum II**: el realizado antes del uso del simulador y el de después. En dicha gráfica se encuentran desglosados los distintos pasos clave que debían realizar los alumnos para obtener puntuación en dichos ejercicios.

Gráfica 1

Resultados comparativos de los ejercicios de control realizados a los alumnos.



Aunque, no se trabajaba utilizando el simulador de la Universidad de México, en los resultados del aprendizaje de los alumnos reflejados en la Gráfica 1 se tiene en cuenta que sepan escribir y ajustar correctamente la reacción química. Se puede observar que entre los dos ejercicios hubo una ligera mejora de alumnos que realizaron esto correctamente, pasando de un 74 % que lo conseguían a un 80 %. Lo mismo ocurre con la correcta aplicación de las relaciones estequiométricas en la reacción química: no se trabaja con el simulador de la Universidad de México. Sin embargo, en este ítem se produjo un aumento algo más notable de los alumnos que realizaron esto correctamente, un 26 % inicial frente a un 48 %.

Si ya nos centramos en los ítems que sí se trabajaban con el simulador, a simple vista se puede observar en la gráfica que hay un mayor número que conocen y saben aplicar la conversión necesaria para llegar a los moles partiendo desde gramos (52,17 % frente a un 68 %), al igual que la inversa, de moles a gramos (43 % frente a un 68 %). Además, el dato más llamativo es que hay el triple de alumnos que conocen la manera de llegar a las moléculas una vez obtenidos los moles (68 %), cosa que en el primer ejercicio solo el 22 % de los alumnos fueron capaces de conseguir. En el ítem que evalúa la conversión entre moles y litros, no se produjo una mejoría significativa tras el uso del simulador, asumible quizás, a que el número de ejercicios que aparecen utilizando gases en esta herramienta es ínfimo en comparación con los demás.

Aunque estos datos nos dicen que se ha producido una mejora en los conocimientos de los alumnos a la hora de la resolución de los ejercicios relacionados con las reacciones químicas y el concepto de mol, hay que tener en cuenta que, entre la realización de las dos pruebas, aparte de la sesión con el simulador, se realizaron algunas sesiones de trabajo autónomo. No es posible, por tanto, saber si esta mejora responde directamente al uso de la herramienta virtual, al trabajo autónomo o una mezcla conjunta de ambos en los apartados que tienen una referencia directa a los cálculos relativos a la cantidad de sustancia. No obstante, sí tenemos unos indicativos muy interesantes de que este trabajo autónomo ha producido una mejora en el aprendizaje del alumnado, como son los ítems relativos a “escriben y ajustan la reacción química” y “aplican la estequiometría”, ya sí se puede observar una mejoría entre la primera y la segunda prueba.

6. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuesta de mejora

Como se ha ido comentando a lo largo del presente trabajo, los conceptos ligados a la magnitud cantidad de sustancia, medida con el mol, son conceptos abstractos, los cuales los alumnos tienen problemas de entender. A la vista de la diferencia de los resultados de los alumnos en los ejercicios de evaluación formativa planteados en el **Prácticum II** antes y tras la utilización del simulador, se plantea firmemente que su uso fue positivo en el aula, ya que se ha expuesto en el apartado anterior, se observa en los alumnos una mejoría en los ítems de calcular moles a partir de gramos y viceversa y calcular el número de partículas elementales presentes en una cantidad determinada de sustancia, operaciones que antes de utilizar la herramienta virtual tenían dificultades para realizar. Pero todas las propuestas son siempre mejorables, y la imposibilidad de configurar el tipo de ejercicios que aparecen en la web de la Universidad de México es un hándicap. Por eso, sería conveniente encontrar o desarrollar otras herramientas virtuales que permitieran trabajar con gases para que los alumnos también se habituaran a hacer cálculos con estos, ya que, a tenor de los resultados, se observa que los alumnos tienen dificultades en relacionar el volumen que ocupa una sustancia gaseosa cualquiera.

En contraposición a las experiencias virtuales, nos encontramos con el trabajo en laboratorio, que resulta árido al tener que trabajar con grupos grandes en un espacio reducido, y más si debemos tener presentes las circunstancias especiales de este curso académico, donde el docente debe estar pendiente de que se cumplan todas las normas de higiene impuestas por las autoridades y por el centro educativo. La guía y el acompañamiento en laboratorio de casi 30 adolescentes se convierte en una epopeya, aun como cuando en el periodo del **Prácticum II**, éramos tres personas adultas presentes en el aula. Por lo tanto, se considera indispensable o el acompañamiento de otro docente en el laboratorio cuando se realicen estas actividades o el desdoblamiento del grupo, lo cual también implica que será necesaria la presencia de otro profesor del centro. Esto puede hacer que, durante una experiencia de trabajo real en el aula, y no en la realización de unas prácticas, el desplazamiento al laboratorio para la realización de experiencias pueda ser más complicado de realizar.

Se ha de comentar, que, durante el periodo de prácticas, se realizó la primera experiencia propuesta en el Actividad 2: la aparición del precipitado de hidróxido férrico, junto a otra que no se ha incorporado al presente trabajo fin de máster: la generación de CO_2 a partir de bicarbonato y ácido acético y posterior pesada de este. A petición del docente de la asignatura, se planteó esa experiencia para que los alumnos realizaran cálculos teóricos sobre cuánto CO_2 y cuánto $\text{Fe}(\text{OH})_2$ se formaría tras sus respectivas reacciones químicas y la posterior comprobación de forma práctica.

Pues bien, al realizar la experiencia del bicarbonato, que se planteó como la primera, nos encontramos con varios problemas: el docente había proporcionado al alumnado un guion de un par de páginas para que lo leyera antes de la sesión, incentivando esta lectura con un aumento en la nota de la evaluación si contestaban a un cuestionario de Google Forms formado por 5 preguntas; sin embargo, los alumnos que lo habían realizado había sido una minoría dentro del aula, por lo tanto, esto hizo que antes del desplazamiento al laboratorio hubiera que explicar el procedimiento más en profundidad que como estaba planeado inicialmente. Esto se le unió a la dificultad de lidiar con un número tan grande de alumnos, ya que nos encontrábamos en la tesitura de tener que explicar la práctica, no solo una vez, sino varias debido a que sin ese trabajo previo de asimilación del trabajo a realizar iban apareciendo dudas en los grupos a cada paso que daban.

Expuesto esto, desde mi punto de vista, las actividades prácticas de laboratorio van a contribuir a mejorar la forma de que estos alumnos se enfrenten a los ítems propuestos en el currículo, pero si estas actividades están orientadas a la comprobación de hipótesis vistas en teoría o al aprendizaje de la metodología científica en vez de a la una indagación, donde los alumnos puedan ser los motores de su propio aprendizaje, es necesario encontrar una forma que estos trabajen el guion antes de entrar en el laboratorio, sobre todo en la etapa de Educación Secundaria Obligatoria, para al menos, conocer teóricamente qué es lo que deben realizar durante el transcurso de la práctica. Por ese motivo, se ha intentado que las actividades prácticas propuestas en el Trabajo de Fin de Máster estén más bien orientadas a experiencias de indagación, donde los alumnos piensen, se planteen preguntas y las resuelvan en el transcurso de la actividad, guiados por las preguntas que irían en los guiones proporcionados.

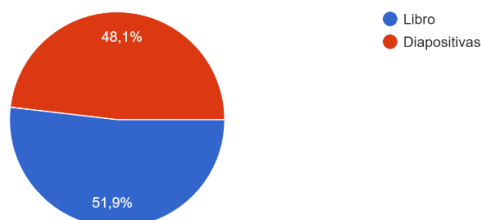
Me gustaría ahora aportar los resultados de la encuesta que se realizó al finalizar el periodo de prácticas a los alumnos de 3º de ESO. En dicha encuesta se realizaron preguntas destinadas a conocer las preferencias de los alumnos sobre el abordaje de las sesiones y cómo se habían sentido a lo largo del desarrollo de las distintas sesiones, ya fueran prácticas, teóricas o de resolución de ejercicios.

Gráficas 2 y 3

Respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas sobre el abordaje de las sesiones.

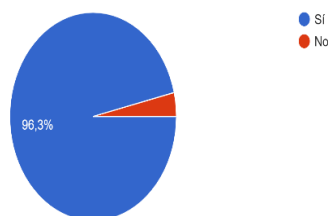
En las clases teóricas, ¿prefieres seguir el libro o que el profesor use diapositivas?

27 respuestas



¿Te gusta cuando se resuelven ejercicios en clase y puedes preguntar dudas en el momento?

27 respuestas



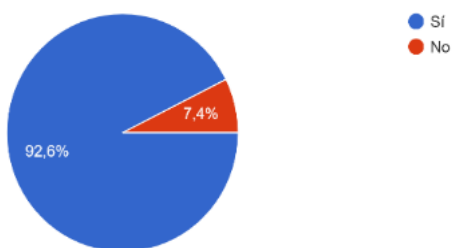
Durante el desarrollo de las prácticas, se decidió realizar una explicación apoyada en diapositivas en detrimento a la tradicional utilizando el libro como material didáctico, tal y como realizaba el docente titular de la asignatura. Por eso, se decidió plantear la pregunta del primer gráfico, ya que quería conocer qué era lo que preferían los alumnos y tenerlo en cuenta para futuro. A nivel personal, me sorprendió la retroalimentación de los alumnos, prefiriendo una metodología más tradicional, ya que son una generación que viven rodeados de las nuevas tecnologías y suponía que tendrían una predisposición por ellas. Asimismo, se comprueba que los alumnos prefieren realizar y corregir los ejercicios en la misma clase, ya no solo por poder preguntar dudas al docente, sino seguramente por ahorrarse realizar la tarea en casa.

Gráficas 3 a 5

Respuestas de los alumnos a las preguntas planteadas a la utilización del simulador.

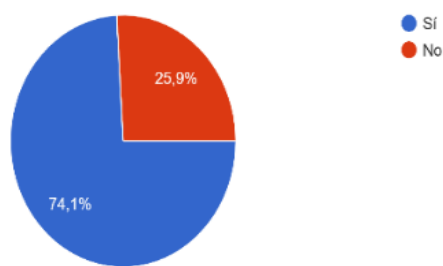
¿Te gustó utilizar el simulador?

27 respuestas



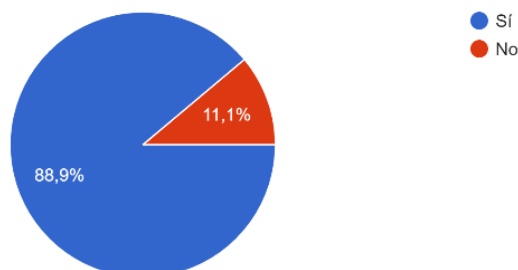
¿Te ayudó a entender a cómo realizar conversiones de magnitudes relacionadas con el mol?

27 respuestas



¿Te gustaría utilizar más veces simuladores para hacer ejercicios?

27 respuestas



Se puede observar que la propuesta de trabajar con el simulador tuvo una buena acogida en clase, indicando que les gustaría que se utilicen simuladores en otras ocasiones, aunque no todos entendieron cómo realizar las conversiones entre las distintas magnitudes relacionadas con el mol, por lo tanto, se extrae que es necesario un trabajo previo más exhaustivo en la presentación del simulador para que sean capaces de entender qué es lo que hay detrás de la experiencia que se les presenta.

Gráfica 6

Respuesta de los alumnos a la pregunta referida a las experiencias de laboratorio.



Para cerrar el análisis del trabajo realizado en el **Prácticum II**, se va a comentar la respuesta de los alumnos a actividades puramente prácticas de la asignatura, a lo que sería la extrapolación del trabajo del químico o del físico más experimental. Como expone Hodson en su trabajo de 1994, no todos los alumnos responden igual a este tipo de trabajo, ya que al partir de una población heterogénea en lo referente a cómo les gusta aprender, nos encontraremos con pupilos que prefieran el trabajo más manipulativo, junto a otros que este estilo de experiencias les hará sentir incómodos (Hodson, 1994). Esto mismo es lo que nos encontramos en la respuesta a esta pregunta. Aunque, la respuesta mayoritaria sea la que se decanta por el sí, seguramente esto esté falseado simplemente porque el hecho del salir del aula estimula a los alumnos, ya que significa que van a realizar una actividad diferente.

Por lo expuesto en los párrafos anteriores, se considera que el presente Trabajo de Fin de Máster está adecuado al nivel y a los contenidos fijados para 3º de ESO, ya que se ha realizado una propuesta que tiene como base lo realizado durante el periodo del **Prácticum II** con los alumnos de 3º de ESO, prestando atención a los puntos débiles de dicho trabajo, tales como las dificultades observadas durante el transcurso de la práctica.

Asimismo, durante el transcurso del **Prácticum II**, la Actividad 11, la de repaso a través de una experiencia de gamificación, no se realizó de la misma forma que la propuesta en el presente trabajo. En el periodo de prácticas se realizó una experiencia a través de la página web Kahoot, y observé que, aunque fuera para utilizarla para repasar conceptos ya estudiados, los alumnos simplemente leían la pregunta y las respuestas rápido, sin reflexionar en qué era lo que se les estaba pidiendo, contestando simplemente por ser el ganador del grupo y no pensando realmente cuál es la respuesta verdadera a la pregunta que se le plantea. Este aspecto es un problema que no debe desanimar al docente que crea en la gamificación como una experiencia más con la que crear un aprendizaje significativo. Se debe reflexionar qué metodología debería ser más adecuada para provocar el aprendizaje en los alumnos y, quizás estas herramientas tipo Kahoot se deban dejar en momentos de relajación, tiempos muertos de clases o incluso para la evaluación inicial, pero no debe ser una actividad en la que basar el grueso del aprendizaje. Sin embargo, realizando una ligera búsqueda bibliográfica por la web, se pueden encontrar otras experiencias, que lejos de basarse en respuestas instantáneas, se plantean en base a las

experiencias de escape, concursos tipo Trivial, en los que alumnos sí tienen más tiempo para pensar y reflexionar la respuesta a las preguntas o incluso en la adaptación de juegos clásicos como el Hundir la Flota (Quintanal, 2016).

Hay múltiples formas de acompañar a los estudiantes dentro del aula de Educación Secundaria para que estos obtengan los conocimientos que se les exigen, sin embargo, el docente debe ser capaz de adaptarse a las distintas situaciones y metodologías existentes para permitir a los alumnos la obtención de un aprendizaje significativo. Así pues, se concluye el apartado reafirmando la idea de que el uso combinado de experiencias de laboratorio junto a herramientas virtuales puede ser tremendamente interesante para conseguir que el alumnado consiga avanzar en su educación y el docente debería ser capaz de aprovecharlo en pos de conseguir un aprendizaje lo más significativo posible, sin dejar de lado otras metodologías algo más innovadoras o dinámicas como pueden ser las experiencias de gamificación.

7. Consideraciones finales

En este último apartado me gustaría centrarme en primer lugar en lo que ha supuesto el cursar el máster a nivel personal. Durante el periodo de prácticas, aparte de poder impartir docencia en el aula de 3º de ESO, pude estar presente en aulas de distintos niveles. La tutora de prácticas del centro, Pilar Catalán, era la tutora de 2º de Bachillerato del itinerario de Ciencias y su profesora de Química; también impartía docencia en la asignatura de Cultura Científica de 1º de Bachillerato a los tres cursos presentes en el centro, donde di una charla divulgativa sobre Nanociencia, y a los alumnos de 2º del Programa de Mejora del Rendimiento Académico, donde aunque impartí alguna clase, tuve un rol más bien de profesor de apoyo en las sesiones de trabajo autónomo de los alumnos. Considero que la oportunidad que se me presentó resultó muy enriquecedora, puesto que me permitió sumergirme en clases de distintos niveles educativos con alumnos con unos intereses vitales y una predisposición a la ciencia muy diversos.

Me gustaría comentar además que el haber estado presente en la clase de PMAR, aparte de poder comparar a los alumnos con sus compañeros de 3º, me permitió ver cómo es trabajar en ámbitos, tema de actualidad con la nueva reforma educativa. Considero que por una parte supondría una ventaja para los alumnos, puesto que podrían estudiar a la vez, o consecutivamente ítems que se necesitan en varias asignaturas, o que su conocimiento previo puede ser beneficioso para entender otro, como puede ser el tema de los vectores en Matemáticas y en el estudio de movimientos en Física. Sin embargo, la unión en ámbitos de todas las asignaturas de la rama científica hace que se corra el riesgo de diluir algunas asignaturas actuales como quizás puede ser el caso de Tecnología.

Después de esta pequeña reflexión sobre lo visto en el desarrollo de los dos periodos de prácticas, me gustaría hacer un pequeño análisis del desarrollo del máster en sí. Como se ha comentado al inicio del Apartado 2, las asignaturas del Máster de Profesorado se pueden dividir en dos grandes bloques: las comunes a todas las especialidades, impartidas en el primer cuatrimestre y las específicas del segundo. A nivel personal, el primero fue de largo el más arduo, puesto que partía de un conocimiento nulo de lo que se nos iba a presentar en las distintas asignaturas. Sin embargo, después de la realización de las prácticas y los distintos trabajos solicitados propuestos para aprobar las asignaturas, considero positivos los conocimientos adquiridos, ya que pude comprender de una forma casi inmediata la organización del centro de Salesianos, gracias a la asignatura de **Procesos y Contextos Educativos** o el cómo abordar la presentación frente a los estudiantes, como se ha planteado en el Apartado 2.1 con la actividad analizada. Además, como optativa del primer cuatrimestre escogí **Educación Emocional para**

el Profesorado, desde la cual se nos plantearon métodos y técnicas para que los alumnos fueran conscientes de sus propios sentimientos, aunque considero que son más útiles para trabajar desde la tutoría, pudiendo dedicar una sesión completa a las actividades que como docente de Física y Química. Por último, me gustaría señalar que considero que desde la asignatura de **Procesos y Contextos Educativos** se debería haber hablado algo más de la nueva ley educativa aprobada a finales de año, puesto que solamente se nombró en el aula y no nos señalaron ninguna característica de esta.

Por el contrario, las asignaturas del segundo cuatrimestre, a excepción de la optativa, ya eran asignaturas propias de la especialidad, y por lo tanto su estudio resultó mucho más ameno. Gracias a estas asignaturas he podido recordar conceptos de Física que, al no tocarlos desde básicamente desde el primer año del grado, ya tenía olvidados. También he comprendido la importancia que tiene la creación de actividades de indagación para con los alumnos y el potencial que pueden tener las herramientas TIC en el aula de secundaria. Sin embargo, eché en falta que se nos hablara en clase de actividades de innovación que se están utilizando en el aula como pueden ser las propias de la gamificación. Asimismo, considero que ya que el Máster habilita también para impartir clases en centros para adultos, sería conveniente que se hablara de la legislación y de las estrategias educativas a seguir con estos colectivos, totalmente diferentes a la de los adolescentes, desde alguna de las asignaturas obligatorias ofrecidas, ya que solamente se aborda desde la optativa **Educación Secundaria para Personas Adultas**.

Ya para finalizar, me gustaría cerrar el presente Trabajo de Fin de Máster con una última reflexión. Aunque como he comentado en el apartado 1.1, la docencia era una salida profesional que me gustaba, nunca había estado totalmente seguro de si me iba a sentir seguro y tranquilo dentro de un aula. La llegada de este año difícil, con la aparición de la pandemia fue lo que hizo que tomara la decisión de apuntarme al Máster de Profesorado y de esa forma comprobar si realmente me gustaba este mundo. Y aunque debido a la situación que se vivía en el instituto, por la cual no he podido disfrutar de una experiencia de una forma plena, valoro de forma muy positiva la experiencia que viví durante el mes del **Prácticum II**. Esto me ha hecho replantearme mi futuro profesional, el cual había estado casi siempre ligado a la ciencia y a la investigación, para no cerrar la puerta en ningún momento a dedicarme a la docencia. Y si, eso llegara a suceder, me gustaría ser un docente que mantuviera una cercanía con los alumnos, acompañándolos en esta etapa complicada, debido a que ellos se encuentran sumidos en la adolescencia e introduciendo variedad en las dinámicas para la explicación de los distintos ítems, evitando así que se caiga en la monotonía en el aula.

8. Referencias bibliográficas

- Buendía Eisman, L., Carmona Fernández, M., González González, D., & López Fuentes, R. (1999). Concepciones de los profesores de educación secundaria sobre evaluación. *Educación XXI*, 2(1). <https://doi.org/10.5944/educxx1.2.0.377>
- Buendía Eisman, L., González González, D., Carmona Fernández, M. (1999). Procedimientos e instrumentos de evaluación en educación secundaria. *Revista de Investigación Educativa*, 17(1), 215-236. <https://revistas.um.es/rie/article/download/122371/114991>
- Canto, J., M. (2000). Dinámica de grupos. Aspectos técnicos, ámbitos de intervención y fundamentos teóricos. Archidona (Málaga): Aljibe.
- Coscollola, M. D., Agustó, M. F. (2010). Innovación educativa: experimentar con las TIC y reflexionar sobre su uso. *Píxel-Bit. Revista de medios y educación*, (36), 171-180. <http://www.redalyc.org/pdf/368/36815128013.pdf>

- Daza Pérez, E. P., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, A., Guerrero Guevara, N., Gurrola Togasi, A., Joyce, A., Mara-Torres, E., Pedraza, Y., Ripollo, E., Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación Química*, 20(3), 320-329. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0187893X18300326>
- fq-experimentos. (3 de febrero de 2011). *Velocidad de una reacción química y concentración de los reactivos* [Archivo de Vídeo] Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=u4Ic5Yyk7cY>
- Furió, C., Azcona, R., Guisasola, J. (2002). Revisión de investigaciones sobre la enseñanza-aprendizaje de los conceptos cantidad de sustancia y mol. *Enseñanza de las Ciencias*, 20(2), 229-242. <https://core.ac.uk/download/pdf/38990699.pdf>
- Furió, C., Solbes, J., Carrascosa, J. (2004) Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. Resultados y perspectivas. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 48, 64-78. https://www.uv.es/jsolbes/documentos/Alambique_2006%20Furio,Solbes,Carrascosa.pdf
- García Cifuentes, A. (1997). La enseñanza del concepto de mol: un enfoque práctico. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 14, 105-111. <https://www.grao.com/es/producto/la-ensenanza-del-concepto-de-mol-un-enfoque-practico-al0144817>
- García Ortega, H., Alcocer Anguas, A. M., Campos Peniche, L. M. D. P., Chan y Chan, C. C., Mendoza Pérez, M. D. C., Villanueva Medina, I. I. (2008). 1 'moloch' de pulseras: Cantidad de sustancia, una estrategia didáctica para enseñar este concepto en secundaria. *Educación química*, 19(1), 66-70. <http://www.revistas.unam.mx/index.php/req/article/view/25764>
- García González, L. I. (2013). A vueltas con el mol: estrategias para explicar e introducir el concepto en secundaria. In *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, 3, 209-212. Real Sociedad Española de Química. <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/4471398.pdf>
- Guía Normas APA 7ª edición. Recuperado el 30/04/2021 <https://normas-apa.org/wp-content/uploads/Guia-Normas-APA-7ma-edicion.pdf>
- Guzmán Vázquez, C., Méndez Vargas, N., Romero Domínguez, M., Sosa Fernández, P., Trejo, L. M. (2005). Estrategias para introducir el concepto sustancia y para distinguir cambio químico y físico en alumnos de nivel bachillerato. *Enseñanza de las Ciencias*. Extra, 1-5. https://ddd.uab.cat/pub/edlc/edlc_a2005nEXTRA/edlc_a2005nEXTRAp180estpar.pdf
- Hodson D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12(3), 299-313. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/download/21370/93326>
- Insausti, Mª. J., Merino, M. (2000). Una propuesta para el aprendizaje de contenidos procedimentales en el laboratorio de Física y Química. *Investigações em Ensino de Ciências*, 5(2), 93-119. <https://www.if.ufrgs.br/cref/ojs/index.php/ienci/article/view/613>
- Jorba, J., Sanmartí, N. (1996). *Enseñar, aprender y evaluar: un proceso de regulación continua. Propuestas didácticas para las áreas de Ciencias de la Naturaleza y Matemáticas*. Ministerio de Educación.

- López Chamorro, I. (2010). El juego en la educación infantil y primaria. *Autodidacta*, 1(3), 19-37. <http://educacioninicial.mx/wp-content/uploads/2017/11/JuegoEIP.pdf>
- Mas, C, Negro, A., Torrego, J. C. (2012). Creación de condiciones para el trabajo en equipo en el aula En Torrego, J. C., Negro, A (coords) *Aprendizaje cooperativo en las aulas Fundamentos y recursos para su implantación* (pp. 105-137). Madrid: Alianza Editorial.
- Matus, L., Benarroch A., Perales, F.J. (2008). Las imágenes sobre enlaces químicos usadas en los libros de texto de educación secundaria. Análisis desde los resultados de la investigación educativa. *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 26(2), 153-176. <https://www.raco.cat/index.php/Ensenanza/article/view/118091>
- Méndez Coca, D. (2013). ¿Cómo afrontan los alumnos en secundaria las reacciones químicas? *Aula de encuentro*, 15, 129-137. <https://revistaselectronicas.ujaen.es/index.php/ADE/article/download/963/833>
- Palacín, M. y Aiger, M. (2014). Comunicación grupal. En R. Martínez, y J. M. Guerra (Coords.), *Aspectos psicosociales de la comunicación* (Cap. 14, pp. 193-206). Madrid: Pirámide.
- Piñero J. C., (2019). Análisis sistemático del uso de salas de escape educativas: estado del arte y perspectivas de futuro. *Revista de Espacios*, 40, 9-20. <http://www.revistaespacios.com/a19v40n44/19404409.html>
- Quintanal Pérez, F. (2016). Gamificación y la Física-Química de Secundaria. *Education in the Knowledge Society, EKS*, 17(3), 13-28. <https://gredos.usal.es/handle/10366/132127>
- Rodríguez-Arteche, I., Martínez-Aznar, M.^a. M. (2019). ¿Qué ocurre en esta reacción? De indagar a modelizar. *Alambique. Didáctica de las Ciencias Experimentales*. 97, 27-34. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=7038919>
- Sosa Fernández, P. (11 de febrero de 2008). *NO, el mensajero del amor*. La química es puro cuento. Recuperado el 10 de junio de 2021. <https://plinios.tripod.com/no,el.htm>
- Universidad de Colorado. *Balanceo de ecuaciones químicas*. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/balancing-chemical-equations>
- Universidad de Colorado. *Dispersión de Rutherford*. <https://phet.colorado.edu/es/simulation/rutherford-scattering>
- Universidad de México. *Mol y Ley de Avogrado*. <http://www.objetos.unam.mx/quimica/mol/>
- Villar Lama, A. (2018). Ocio y turismo millennial: El fenómeno de las salas de escape. *Cuadernos de Turismo*, 41, 615-636. <https://doi.org/10.6018/turismo.41.327181>

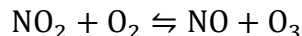
Anexos

Anexo I: Adaptación del texto NO, el mensajero del amor para la evaluación inicial de la unidad.

Hay muchas sustancias famosas y populares. Entre las sustancias sólidas destacan el oro y el diamante. El agua y el alcohol son dos conocidísimas sustancias líquidas. Y entre las gaseosas es imposible no mencionar el oxígeno y el dióxido de carbono. Sin embargo, hay una sustancia gaseosa muy importante, pero poco conocida: el óxido nítrico.

El óxido nítrico es un gas incoloro que se forma cuando el oxígeno y el nitrógeno se combinan a altas temperaturas. Está constituida por pequeñas moléculas diatómicas en las que por cada átomo de nitrógeno (N) hay uno de oxígeno (O). Por eso su fórmula química es NO. El óxido nítrico está entre los primeros gases que se descubrieron. Esto lo hizo Joseph Priestley, en 1772, haciendo reaccionar HNO₃ con distintos metales como hierro, cobre o plata. Priestley usó este curioso gas para determinar la cantidad de oxígeno que contiene el aire. Hizo reaccionar el NO con el oxígeno del aire observando que el volumen del aire disminuía una quinta parte. Su comportamiento químico particular está determinado por su número de electrones. Recordemos que todas las sustancias tienden a adquirir una configuración electrónica similar a la de los gases nobles. El NO es capaz o de ganar o de perder electrones.

El óxido nítrico ha sido un héroe y un villano en el mundo de la química. En los motores de los transportes, la elevada temperatura existente, permite que el nitrógeno y el oxígeno del aire reaccionen para crear dióxido de nitrógeno NO₂. Esta sustancia, participa en el ciclo de formación y destrucción del ozono, O₃. La radiación ultravioleta del sol hace que el NO₂ reaccione con el oxígeno para formar NO y O₃. Inmediatamente estos reaccionan entre sí para crear NO₂ y O₂.



Sin embargo, cuando hay muchos hidrocarburos (componentes de la gasolina) en el ambiente, el NO desaparece del ciclo, produciéndose una acumulación de ozono, que puede irritar la nariz y la garganta.

Por otra parte, el óxido nítrico es un héroe en muchos ámbitos de la vida cotidiana. Es la materia prima de los nitritos, que se usan como conservante en carnes, tales como el tocino, la salchicha y el jamón. El NO inhibe el crecimiento de bacterias que intoxicarían la carne. Por último, hay indicios de que el NO es una pieza clave en la memoria de nuestro cerebro. Todas las señales nerviosas se transmiten a través de un proceso llamado sinapsis. En este proceso, una neurona le manda a la siguiente una sustancia llamada neurotransmisor. En el caso concreto de la memoria, existe la hipótesis de que la neurona receptora, manda a la primera un mensajero diciéndole que aumente el envío de neurotransmisores. Este mensajero, es nuestro óxido nítrico.