

## Trabajo Fin de Máster

Metodologías activas en el ámbito de la Física y Química para lograr un aprendizaje significativo.

Active methodologies in the field of Physics and Chemistry to achieve a meaningful learning process.

Autor

Guillermo Arnal Llabrés

Director

Jorge Diego Lahoz Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN  
2019



## ÍNDICE

1. Introducción.....	1
1.1.    Presentación del candidato. Formación disciplinar y motivación para la realización del Máster.....	1
1.2.    Introducción a la profesión docente.....	3
1.3.    Experiencia del candidato.....	5
2. Justificación de los trabajos seleccionados.....	6
2.1.    Justificación trabajo 1: Propuesta didáctica para el aprendizaje en clase de ciencias. Los reactivos limitantes.....	6
2.2.    Justificación trabajo 2: Proyecto de Innovación Docente: Cooperando en un <i>Flipped-Lab</i> .....	10
2.3.    Relación/conexión entre los trabajos. Complementariedad de las actividades.....	12
3. Presentación de los trabajos seleccionados.....	14
3.1.    Presentación trabajo 1. Propuesta didáctica para el aprendizaje en clase de ciencias. Los reactivos limitantes.....	14
3.2.    Presentación trabajo 2. Proyecto de Innovación Docente: Cooperando en un <i>Flipped-Lab</i> .....	18
4. Reflexiones.....	22
5. Conclusiones.....	29
5.1.    Conclusiones del paso por el Máster.....	29
5.2.    Conclusiones como futuro docente.....	29
6. Bibliografía.....	31
7. Anexos.....	34



# **1. Introducción.**

## **1.1. Presentación del candidato. Formación y motivación.**

Las primeras líneas de esta sección pretenden presentarme y contextualizar mis andanzas en el mundo de la docencia, así como los distintos motivos y experiencias que me han ido encaminando y acercando a éste.

Mi nombre es Guillermo Arnal Llabrés, Graduado en Ciencias Químicas por la Universidad Complutense de Madrid en 2017, Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea por la Universidad de Zaragoza en 2018 y, firmemente convencido, futuro docente.

De la formación anteriormente citada se puede deducir, y en efecto, así es, que el deseo de formarme como profesor no fue mi primera opción. Sin embargo, ello no implica que mi motivación al cursar el Máster haya sido menor que la de compañeros que no tenían duda alguna que, tras finalizar el Grado, se formarían como profesores. A diferencia de estos compañeros, mi vida, y por tanto mi formación académica, se ha regido por una gran frase de mi madre: “No te abrumes si todo el mundo sabe lo que le gusta y tu no, ve descartando lo que no te gusta y encontrarás lo que te guste”.

De este modo, me he ido formando mediante un continuo ensayo y error, tal y como sucede en las ciencias experimentales, descartando las opciones que no me atraían y acercándome hacia las que despertaban mi interés. Así pues, opté por el bachillerato científico renegando de “las letras”. Terminando esta etapa, y ante la facilidad experimentada a la hora de comprender, e incluso de explicar a mis propios compañeros, la asignatura de química, la decisión fue relativamente sencilla, cursar el grado en químicas. Fue en esta etapa en la que experimenté mi mayor crisis a causa de la incertidumbre que se cernía sobre mi futuro académico, al ser el único de mis compañeros, o al menos el único que así lo expresaba, que no sabía por qué rama decantarse de cara a la especialización final. Ya en los últimos cursos descubrí la química organometálica y de coordinación y lo tuve claro. Iba a ser mi especialidad. Tan seguro estaba de mi decisión que, no sólo realicé el trabajo de fin de grado en esa materia, sino que ni me planteé otras alternativas que no fueran cursar el Máster en Química Molecular y Catálisis Homogénea, recalando así en Zaragoza.

Pese a los conocimientos adquiridos durante la realización del Máster y a la satisfacción de haberme especializado en un tema de mi interés, descarté seguir en el

mundo de la investigación. Fue durante la realización del TFM, mediante un ejercicio de autocrítica, cuando llegué a la conclusión de que la investigación no me motivaba lo suficiente como para seguir en esa línea.

Llegado a ese punto tocaba reflexionar, ¿hacia dónde me iba a encaminar ahora? La respuesta la tuve clara al instante, por descarte eso sí. Habiendo concluido que no deseaba continuar en el mundo de la investigación, y renegando desde el comienzo de la empresa privada decidí formarme como profesor para, con absoluta seguridad, acabar ejerciendo de ello.

He considerado oportuno explayarme en dejar constancia de aquellos factores que han motivado y regido mi formación hasta recalar en el presente Máster. Sin embargo, no es la única fuerza que me ha motivado para formarme en la profesión docente. Es mi obligación hacer mención a Juan Vizcaíno Herranz mi profesor en bachillerato, quien logró transmitirme su pasión tanto por la Física como por la Química mediante sus clases, en las que disfruté como no he disfrutado nunca aprendiendo. Juan, a quien admiro como persona y como docente, ha sido otro de los pilares fundamentales que sustentan mi deseo de convertirme en profesor. He de decir que, a día de hoy, y habiendo transcurrido ocho años desde que pasé por sus manos, mantengo el trato con él y hago uso de los apuntes y recursos que nos proporcionó en aquel entonces en mis prácticas docentes, así como de libros que ha publicado con posterioridad.

Otra razón que me motiva para formarme como docente es el papel transformador que tiene la educación en la sociedad, *“La educación no cambia el mundo, cambia a las personas que van a cambiar el mundo”* (Paulo Freire, 1969, p.70). Sin olvidar, por supuesto, que el presente Máster me habilita para ejercer. Es un requisito para acceder a una oferta laboral reglada.

Por último, pero no por ello menos importante, quisiera comentar la influencia familiar en mi decisión de formarme como docente. Es inherente al ser humano actuar y seguir los hábitos con los que uno está familiarizado, y en mi familia hay una gran tradición en la formación de educadores, bien como profesores o maestros. Son varios los miembros de mi familia que se dedican a la profesión, pero la influencia más importante ha sido, sin duda, la de mi madre, profesora también. Ha sido ella quien, a lo largo de los años, me ha ido haciendo saber de mis habilidades y mi potencial para la profesión, de mis habilidades comunicativas y sociales, el saber tratar con personas, y de mi facilidad para detectar las dificultades que experimentan mis interlocutores y así

modificar mis argumentos y explicaciones. Estos argumentos han ido calando poco a poco en mí, hasta mentalizarme de que, efectivamente, puede que esté capacitado para ejercer de docente. Y es por ello que me hallo aquí, concluyendo mi formación como profesor.

## 1.2. Introducción a la profesión docente.

Sin duda son muchos los elementos y factores que rodean al sistema educativo y, por tanto, a la figura del docente. En este apartado se abordará este contexto analizando el papel del profesor, los retos a los que se enfrenta y una breve pincelada del marco normativo.

### El profesor

La bibliografía sobre la figura del profesor, las funciones, competencias y las cualidades que deben caracterizar a dicha figura es extensa.

Según Blanco (2001), tres son las funciones que caracterizan al docente:

- Función metodológica: Comprende las actividades encaminadas a la planificación, ejecución, control y evaluación del proceso de enseñanza-aprendizaje.
- Función investigadora: Incluye actividades encaminadas al análisis crítico, la problematización y reconstrucción de la teoría y práctica en diferentes contextos de actuación del profesor.
- Función orientadora: Engloba las actividades encaminadas a la ayuda para el autoconocimiento y el crecimiento personal mediante el diagnóstico y la intervención psicopedagógica en interés de la formación integral del individuo.

Para Tribó (2008), la competencia de un profesor se demuestra por su destreza en integrar una serie de capacidades: disciplinar (saber), metodológica (saber hacer), social (saber estar) y personal (saber ser) y, además, las sabe aplicar de manera coordinada en la práctica.

En otras publicaciones encontramos recopilaciones de las cualidades que se presuponen al docente, destacando las siguientes: Responsabilidad, Flexibilidad, Empatía, Carisma, Capacidad de observación, Capacidad de mediación, Capacidad de motivar e inspirar, y Habilidad en la resolución de conflictos.

Para Vélaz de Medrano y Vaillant (2009) la docencia requiere más que el dominio del conocimiento. El que enseña debe invertir en el trabajo de su personalidad. Tiene un compromiso ético con sus alumnos, con los que demuestra su preocupación e interés en su bienestar presente y futuro, ejerciendo así de tutor.

Si bien no existe un perfil único de profesor perfecto que cumpla los “requisitos” de todos los autores, si se puede generalizar que un buen docente no debe conformarse con la mera transmisión de los conocimientos. Debe aplicar metodologías innovadoras orientadas a facilitar el aprendizaje del alumnado, orientar y empatizar con sus alumnos, además de ser innovador, conocer el marco normativo y mantenerse actualizado en todos los aspectos anteriormente citados.

#### Retos a los que se enfrenta un docente

Castillo y Gamboa (2012) enumeran algunos de los problemas de la educación actual, como son: el fracaso escolar, la violencia en las aulas, los elevados índices de deserción, la falta de recursos económicos, la desigualdad entre zonas rurales y urbanas, la desmotivación, la inequidad de género, el poco o nulo uso de las tecnologías de la información y comunicación. Plantear soluciones debe ser un esfuerzo social conjunto y coordinado, donde todos los actores educativos deben actuar.

Los docentes deberán, de esta forma, hacer frente a estos problemas en las aulas haciendo uso de las cualidades y habilidades citadas con anterioridad y de los distintos recursos a su alcance. Así pues, el docente debe lograr un clima de convivencia en el que poder desarrollar su actividad satisfactoriamente.

El Departamento de Educación, Cultura y Deporte de Aragón, 2006, define la convivencia como *una serie de pautas y comportamientos que facilitan la aceptación y el respeto del otro como persona, asumiendo que las diferencias de ambos nos enriquecen mutuamente.*

En estudios sobre la motivación del alumnado, Ardura y Pérez-Bitrián (2018), demuestran que su motivación intrínseca en asignaturas científicas es un problema muy a tener en cuenta. Con el fin de aumentar los índices de motivación, López, Etxebarria, Fuertes y Ortiz (2003) proponen ofrecer a los alumnos tareas que les den la oportunidad de sentirse competentes, evitar mensajes de crítica y reforzar socialmente comportamientos o actitudes positivas.



### Marco normativo

La legislación en materia educativa en nuestro país ha sufrido importantes y continuas modificaciones a lo largo de la historia. Unas veces ante la imperiosa necesidad de adaptarse a la evolución de la sociedad y otras motivadas por decisiones políticas ante la falta de consenso que ha caracterizado las últimas reformas educativas. La ley es el instrumento que regula la conducta humana en nuestra sociedad y en el contexto educativo, la legislación marca las normas, pautas y formas de trabajo. Es precisamente por ello, que todo docente debe tener conocimiento de las leyes en materia educativa y permanecer actualizado.

#### 1.3. Experiencia del candidato.

Mi experiencia profesional en lo que a docencia se refiere se reduce, fundamentalmente, a los periodos de prácticas durante mi etapa de formación en la Universidad de Zaragoza. Si bien es cierto que tengo una amplia experiencia impartiendo clases particulares. Pero los buenos resultados obtenidos y constatar el dominio de las materias nada tiene que ver con tener que afrontar una clase de 30 alumnos y tener que adaptarse a las necesidades de la totalidad del grupo.

Cabe destacar en este apartado, que actualmente estoy contratado por la Universidad de Zaragoza en calidad de investigador en un laboratorio de síntesis inorgánica, lo que me supone un continuo perfeccionamiento de mis habilidades de manejo en un laboratorio químico. Esta habilidad puede ser de gran interés y utilidad a la hora de llevar a cabo prácticas de laboratorio en los centros educativos, tanto por las indicaciones que pueda realizar en dichas sesiones, como por el hecho de ser conocedor de los riesgos y precauciones que deben tomarse en un laboratorio y su transmisión a los alumnos para el trabajo seguro en dicho escenario.

En último lugar, quisiera dejar constancia de lo gratificante que ha resultado mi periodo de intervención en el centro, y que dicha experiencia me permite corroborar lo comentado con anterioridad, mi firme deseo de dedicarme a la docencia, pues cuento con una serie de activos intangibles y de difícil cuantificación como son la ilusión, el gusto de la enseñanza y la transmisión de conocimientos.

## **2. Justificación de los trabajos seleccionados.**

Dado que el presente Trabajo de fin de Máster pertenece a la Modalidad A dentro de la especialidad de Física y Química, consistente en la selección, presentación y justificación de dos trabajos o actividades realizadas durante el transcurso del Máster, en este apartado se presentan los criterios seguidos para la selección de las actividades. Además de la justificación individualizada de cada uno de ellos, se dedica un subapartado para mostrar la complementariedad de ambos trabajos, así como el potencial que presenta su puesta en práctica de forma conjunta.

Los criterios seguidos en la selección de las actividades han sido, en líneas generales, los siguientes:

- Adecuación a las competencias específicas que se pretenden alcanzar al realizar este Máster. Concretamente la guía docente del TFM recoge las siguientes (Universidad de Zaragoza, 2018):
  1. Integrarse en la profesión docente, comprendiendo su marco legal e institucional, su situación y retos en la sociedad actual y los contextos sociales y familiares que rodean y condicionan el desempeño docente, e integrarse y participar en la organización de los centros educativos y contribuir a sus proyectos y actividades.
  4. Planificar, diseñar, organizar y desarrollar el programa y las actividades de aprendizaje y evaluación en las especialidades y materias de su competencia.
  5. Evaluar, innovar e investigar sobre los propios procesos de enseñanza en el objetivo de la mejora continua de su desempeño docente y de la tarea educativa del centro.
- Integración de conocimientos teóricos y prácticos adquiridos en diferentes asignaturas del Máster de profesorado. En este criterio se valoran las asignaturas cuyos contenidos son claves para la realización de un trabajo.

### **2.1. Justificación del trabajo 1: Propuesta didáctica para el aprendizaje en clase de ciencias. Los reactivos limitantes.**

La decisión de incluir la propuesta didáctica diseñada en la asignatura de **Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y**

**Química**, viene motivada por la necesidad de dejar constancia de la necesidad de secuenciar correctamente las explicaciones, identificar los problemas que surgen durante éstas, e incluso los problemas potenciales que no se manifiestan, y tratar de poner solución a esta situación, ciertamente frecuente en las asignaturas de ciencias. La propuesta didáctica que se presenta en el apartado 3 pretende asemejarse a una base de orientación, una guía o serie de pautas a seguir en la explicación de un tema concreto teniendo en consideración todas las dificultades que puedan surgir durante el proceso de enseñanza-aprendizaje y tratando de llegar a la totalidad del alumnado.

En las clases de ciencias es bastante común el hecho de hacer “actos de fe”, bien por desconocimiento de ciertos contenidos por parte del alumno, o bien por petición expresa del docente. Ello supone asumir una cierta información como una verdad absoluta aun sin comprenderla, sin indagar más en el porqué de dicha información.

Es comprensible que el alumnado realice algún acto de esta índole, pues suele darse el caso de que, partiendo de un determinado punto, a partir de una cierta información, son capaces de alcanzar la solución a un determinado problema de forma razonada. Muchos procesos de resolución de problemas en el ámbito de las ciencias suelen ser producto de una parte memorística (sin comprensión previa de la información empleada) con otra parte de razonamiento lógico, demostrando en esta última una cierta comprensión de los conocimientos.

Para evitar este tipo de lagunas en el proceso de aprendizaje del alumnado, es fundamental que el dominio de la materia por parte de los docentes sea total. El conocimiento íntegro de los contenidos por parte del profesorado es de vital importancia a la hora de facilitar la explicación de los conceptos y, por tanto, la comprensión de éstos por parte de los alumnos.

La relación entre la comprensión de conceptos y su posterior transmisión está estrechamente relacionada con lo que se denomina el CDC (Conocimiento Didáctico de los Contenidos), término que acuñó por primera vez Shulman (1987) dentro de su teoría de la enseñanza, donde definía el CDC como:

*[...] la mezcla entre el contenido y la didáctica por la que se llega a una comprensión de cómo determinados temas y problemas se organizan, se representan y se adaptan a los diversos intereses de los alumnos, y se exponen para la enseñanza. (p.8)*

Es decir, el CDC es una combinación adecuada entre el conocimiento de la materia a enseñar y el conocimiento pedagógico y didáctico relativo a cómo enseñarla (Marcelo, 2001).

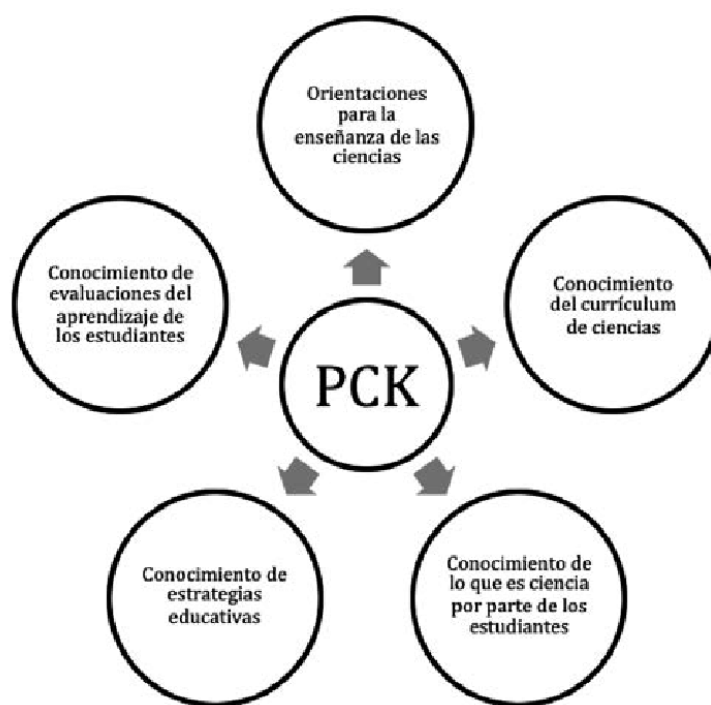


Figura 1: Componentes del PCK para la Enseñanza de las Ciencias (adaptado de Magnusson, Krajcik y Borko, 1999, p. 99)

Tal y como afirman Shulman (1986 y 1987) y Barnett y Hodson (2001), y se ha comentado previamente en el apartado de *la figura del profesor, sus funciones, competencias y las cualidades que deben caracterizar a dicha figura*, los profesores no deben limitarse únicamente a conocer los contenidos de la materia y transmitirlos, sino que deben ser capaces de saber cómo enseñar esos contenidos. Ello implica empatizar con el alumnado, es decir, conocer lo que parece ser más fácil o difícil para ellos, así como organizar, secuenciar y presentar el contenido para promover el interés y habilidades del estudiante.

Para ello, se debe tener un conocimiento pedagógico. Se trata del conocimiento de la didáctica específica que Shulman (1986) define como:

*Las formas más útiles de representación de estas ideas, las analogías, ilustraciones, ejemplos, explicaciones y demostraciones más poderosas, en una palabra, las formas de representación y formulación de la materia que hacen a ésta comprensible a otros (p. 9).*

De esta manera, el motivo principal de la elección de la propuesta didáctica es el siguiente: ésta pretende ser una herramienta útil para el docente a la hora de hacer frente a las dificultades de comprensión con que pueden encontrarse sus alumnos. Esta utilidad radica en la secuenciación de actividades para la correcta comprensión del concepto, idea o término en cuestión. El concepto tratado en la propuesta elaborada es el de *Reactivo Limitante* y la secuenciación de actividades propuestas pretende que los alumnos logren un aprendizaje significativo (Ausubel, 1983).

La idea de aprendizaje significativo con la que trabajó Ausubel es la siguiente: el conocimiento verdadero sólo puede nacer cuando los nuevos contenidos tienen un significado a la luz de los conocimientos que ya se tienen. Es decir, que aprender significa que los nuevos aprendizajes conectan con los anteriores, no porque sean lo mismo, sino porque tienen que ver con estos de un modo que se crea un nuevo significado.

Por eso el conocimiento nuevo encaja en el conocimiento viejo, pero este último, a la vez, se ve reconfigurado por el primero. Es decir, que ni el nuevo aprendizaje es asimilado del modo literal en el que consta en los planes de estudio, ni el viejo conocimiento queda inalterado. A su vez, la nueva información asimilada hace que los conocimientos previos sean más estables y completos.

*La concepción constructivista del aprendizaje escolar se sustenta en la idea de que la finalidad de la educación es promover los procesos de crecimiento personal del alumno en el marco de la cultura del grupo al que pertenece. Estos aprendizajes no se producirán de manera satisfactoria a no ser que se suministre una ayuda específica a través de la participación del alumno en actividades intencionales, planificadas y sistemáticas, que logren propiciar en éste una actitud mental constructivista (Coll, 1988).*

Así pues, y de acuerdo con Ausubel y Coll, la propuesta didáctica elaborada buscará lograr un aprendizaje significativo por parte del alumnado mediante la secuenciación de actividades. Esta secuenciación se puede dividir en tres fases distintas:

- Fase inicial: exploración de los conocimientos previos.
- Fase intermedia: organización de los conocimientos previos y establecimiento de relaciones entre éstos que permitan nuevos aprendizajes.
- Fase final: integración de los distintos aprendizajes y evaluación de éstos.

## 2.2. Justificación del trabajo 2: Proyecto de innovación docente:

### Cooperando en un *Flipped-Lab*.

La decisión de incluir esta segunda actividad se debe al carácter innovador de la misma, pues se trata del Proyecto de Innovación Docente realizado en la asignatura de **Evaluación, innovación docente e investigación educativa en Física y Química**. Dicho proyecto ha sido realizado durante el segundo semestre y se incluye en la memoria del Prácticum III, siendo el pilar fundamental de la memoria de este periodo de prácticas.

El hecho de tratarse de una actividad que apuesta por una metodología didáctica alternativa e innovadora, alejada del clásico magistrocentrismo, la convierte en una actividad con un gran potencial. Alejada de las clases magistrales y apostando por un aprendizaje práctico y de manejo (kinestésico) (Dunn, Dunn y Price, 1979), la actividad presentada pretende acarrear una mayor motivación y participación por parte de los alumnos.

La idea del *Flipped-Lab* que se plantea en el Proyecto de Innovación, no es más que una adaptación llevada al laboratorio del, ya más que conocido, método del *Flipped-Classroom* (Chica, 2016) o aula invertida.

Son numerosísimos los estudios realizados referentes al modelo del *Flipped-Classroom* durante las distintas etapas educativas, desde la educación primaria hasta los estudios universitarios.

En el caso de la educación primaria, los estudios son escasos (Galindo-Domínguez, 2018) y con resultados poco esclarecedores. Por contra, en etapas posteriores (E.S.O y Bachillerato) el número de estudios y publicaciones aumenta de forma notoria arrojando resultados satisfactorios. En el caso concreto de las asignaturas de ciencias, estos estudios (Borao y Palau, 2016. y Fornons y Palau, 2016.), mantienen la misma tónica en lo que a resultados se refiere.

En lo que se refiere a estudios universitarios en España, diversas investigaciones han contrastado la eficacia de la metodología del aula invertida (Aguilera, Manzano, Martínez, Lozano y Casiano, 2017), bien mediante una notable mejoría de los resultados, o bien por un mayor grado de compromiso por parte del alumnado. En los últimos años se han obtenido resultados muy satisfactorios, pese a la inicial reticencia del alumnado, en las universidades de Granada (Del Pino, Prieto, Prieto e Illeras, 2016),

y concretamente en la asignatura de Fundamentos de la Informática (Prieto, Prieto y Del pino, 2016), en la Universidad de las Islas Baleares (Urbina, Arrabal, Conde, Ordinas y Rodríguez 2015) y en la Universidad Europea de Madrid, en los grados de Ciencias Biomédicas (Sáez, Viñegla y Piedad, 2014) y Medicina (Sánchez-Camacho, Azpeleta, Gal y Suárez, 2014).

En todas estas experiencias se obtuvieron resultados muy satisfactorios, incrementándose el porcentaje de aprobados, así como la nota media de éstos. Además, el alumnado afirmó que se trataba de una manera distinta de trabajar que permite llevar al día la asignatura, por lo cual están más preparados para el examen final.

Han sido estas evidencias las que han motivado mi decisión de incluir el Proyecto de Innovación Docente en la presente memoria, pues se fundamenta en la metodología *Flipped*.

Además, tal y como se refleja en la metodología del Proyecto de Innovación Docente (ver **Anexo 2**) y como se apunta en el apartado 3.2. *Presentación del trabajo 2: Cooperando en un Flipped-Lab*, la metodología *Flipped* se combina con las bases del trabajo cooperativo. John Dewey, pedagogo americano y uno de los precursores de este modelo educativo, promovía la importancia de construir conocimientos dentro del aula a partir de la interacción y la ayuda entre pares de forma sistemática (Dewey, 1983).

Por último, las siguientes líneas pretenden justificar el trabajo cooperativo que se pretende lograr (que no colaborativo), así como matizar la diferencia entre éstos. Aunque es cierto que ambos comparten un enfoque constructivista del aprendizaje:

*La diferencia esencial entre estos dos procesos de aprendizaje es que en el primero (**colaborativo**) los alumnos son quienes diseñan su estructura de interacciones y mantienen el control sobre las diferentes decisiones que repercuten en su aprendizaje, mientras que, en el segundo (**cooperativo**), es el profesor quien diseña y mantiene casi por completo el control en la estructura de interacciones y de los resultados que se han de obtener (Panitz, 2001).*

T. Panitz alude al rol del profesor para evidenciar las diferencias entre ambas metodologías. Sin embargo, resulta interesante matizar estas diferencias en base al papel del alumno. La cooperación añade a la colaboración (al hecho de trabajar juntos) un plus de solidaridad, ayuda mutua y generosidad entre los miembros del grupo. De esta

forma se logra una relación con un marcado carácter afectivo, logrando la máxima realización personal y social de los distintos integrantes del grupo.

La colaboración únicamente es posible cuando los alumnos presentan capacidades similares (Martí y Solé, 1997), mientras que la cooperación es posible con grupos de capacidades dispares, siendo el motivo principal del logro de la realización personal comentada. De este modo, al trabajar de forma cooperativa, los alumnos se ayudarán unos a otros, complementando las virtudes y carencias de los distintos integrantes. En la siguiente tabla (**Tabla 1**) se plasman muestran las principales diferencias entre ambas metodologías.

Metodología de trabajo	Capacidades del alumnado	Grupos de trabajo	Papel del profesor	Objetivo principal
Colaborativo	Similares	Homogéneos	Supervisor	Finalizar la tarea encomendada
Cooperativo	Desiguales	Heterogéneos	Orientador	Finalizar la tarea encomendada logrando la máxima realización de los integrantes

Tabla 1: Trabajo Colaborativo vs Trabajo Cooperativo.

### 2.3.Relación/conexión entre los trabajos. Complementariedad de las actividades.

La justificación conjunta de los trabajos seleccionados se puede abordar bajo dos puntos de vista. En un primer lugar, desde el punto de vista formativo de futuros docentes y, en segundo lugar, desde una vertiente más relacionada con los contenidos y formas para el desempeño de la actividad docente.

En lo referente a la formación como docente, el motivo de la selección de ambos trabajos se debe a que, bajo mi punto de vista, son los más completos y los que integran mayor cantidad de saberes y contenidos del Máster. Con esta selección, se pretende dejar constancia del conocimiento adquirido cursando el presente Máster, como consecuencia del proceso formativo seguido durante el transcurso de éste.

En lo que al motivo didáctico se refiere, ambas actividades fueron diseñadas para el mismo nivel, 1º Bachillerato, resultando el motivo de su selección más que evidente. Ambos trabajos pueden ser complementarios, pues comparten un nexo común: los reactivos limitantes. Por una parte, la Propuesta Didáctica (PD en adelante) está



dirigida a lograr la correcta comprensión de dicho concepto, mientras que el Proyecto de Innovación Docente (en adelante, PID) consiste en una sesión de laboratorio para afianzar los conceptos de la unidad en cuestión, permitiendo el trabajo sobre el concepto de reactivo limitante. Esta potencial complementariedad de los trabajos seleccionados podría resultar una experiencia educativa muy completa.

Debido a la combinación de las habilidades y metodologías que se trabajan y se proponen en las dos actividades seleccionadas, el potencial de una combinación entre ellas es elevado. Ello se debe a lo expuesto en las secciones anteriores: la combinación del aprendizaje basado en experiencias o kinestésico, la cooperatividad que se pretende fomentar y afianzar en el PID, la secuenciación del aprendizaje y el aumento de la implicación de los alumnos haciéndoles partícipes de su propio proceso de aprendizaje, con el consiguiente aumento de la motivación que se pretende lograr. Todo ello, unido con la metodología *Flipped* supone, cuanto menos, una importante innovación en el proceso de aprendizaje de los alumnos, alejado del clásico magistrocentrismo.

Esta estrecha relación en la temática de las distintas actividades seleccionadas abre las puertas a su posible puesta en práctica de forma conjunta. Al combinar ambas actividades, éstas podrían dar lugar a una secuencia didáctica de gran interés, pudiendo abarcar todo un bloque contenido en el currículo, en vez de centrarse únicamente en un concepto concreto de una unidad.

### **3. Presentación de los trabajos seleccionados.**

#### **3.1. Presentación del trabajo 1. Propuesta didáctica para el aprendizaje en clase de ciencias. Los reactivos limitantes.**

La PD seleccionada se plantea para la intervención docente en el Bloque 3: *Reacciones químicas* de la asignatura de Física y Química en el nivel de primero de bachillerato, centrada en el contenido concreto de los reactivos limitantes.

El objetivo de esta propuesta didáctica es, previa contextualización de la importancia que juega la figura del profesor como herramienta en el desarrollo de la propia actividad docente, el diseño de una secuencia didáctica para el aprendizaje de la Física y la Química. Para ello se han tenido en consideración los distintos condicionantes que pueden influir en la labor del docente. Con tal fin, se han diseñado y planificado una serie de actividades para tratar de alcanzar el objetivo propuesto, que la comprensión por parte del alumnado se produzca de forma significativa.

La elaboración de esta secuencia didáctica bien puede asimilarse a una base de orientación, en la que se detallan de forma muy concreta, específica y detallada, las distintas etapas o fases a seguir. En la secuenciación de actividades se ha tenido en consideración que, para lograr el entendimiento de un nuevo concepto, se requiere del conocimiento, y dominio, de conceptos previos. A fin de evitar que esta secuenciación de actividades consista en una serie de sesiones magistrales, se han llevado a cabo una serie de metodologías innovadoras que pretenden involucrar al alumno, motivar su participación y dejar patente la aplicabilidad de los conceptos trabajados.

De este modo, en el presente trabajo se pretende evitar, en la medida de lo posible, que el alumnado realice los citados “actos de fe”, así como que conciban de forma errónea ciertas ideas y conceptos clave en las asignaturas de ciencias. Paralelamente, se busca fomentar el razonamiento lógico y crítico mediante la óptima intervención del docente.

Con el objetivo de lograr un aprendizaje significativo y completo por parte de los alumnos, se proponen una serie de actividades con el fin de descubrir nuevos conceptos, comprenderlos, afianzarlos y poder aplicarlos por medio de distintas actividades. La secuenciación de estas actividades pretende abordar las distintas fases del aprendizaje:

- Fase inicial: exploración de los conocimientos previos.

- Fase intermedia: organización de los conocimientos previos y establecimiento de relaciones entre éstos que permitan nuevos aprendizajes.
- Fase final: integración de los distintos aprendizajes y evaluación de éstos.

Con el fin de abordar de forma satisfactoria las distintas fases y que la transición de una a otra no sea brusca ni constituya un abismo insalvable, se plantean las siguientes actividades:

**1ª Actividad:** Con la finalidad de explorar los conocimientos previos de los alumnos, se les presentará un cuestionario inicial (no evaluable) para conocer las ideas y conocimientos previos del grupo. Este se realizará mediante plataformas interactivas tipo Kahoot con el fin de amenizar la prueba.

**2ª Actividad:** Presentación interactiva del tema (llevada a cabo en el centro de prácticas). Con el propósito de organizar los conocimientos previos y establecer las relaciones pertinentes entre éstos, se procederá a la exposición de una presentación sobre el tema que se va a trabajar. La idea es que sean los propios alumnos quienes marquen el ritmo de la presentación mediante sus intervenciones y el grado de acierto de éstas.

La interactividad de la presentación se debe al diseño de ésta. No se trata de una presentación al uso en que se muestran en pantalla definiciones, ejemplos, imágenes y otros recursos y se cuentan de palabra por parte del profesor. Se iniciará la presentación con una diapositiva en blanco en la que únicamente figura el título del tema, captando así la atención de la clase. A partir de este punto comienza la interactividad. Se plantearán cuestiones, se preguntarán definiciones y se pedirán ejemplificaciones, todo ello con la pantalla aún en blanco. A medida que estas intervenciones sean correctas, o sean muy aproximadas a lo que se busca, se irán plasmando en la presentación mediante animaciones previamente diseñadas.

Con esta metodología se pretende involucrar y motivar a los alumnos, hacerles partícipes del desarrollo de la clase y evitar así el posible aburrimiento originado por una clase magistral típica. Además, debido a la incorporación de pequeños problemas y actividades en la presentación, se busca fomentar la colaboración entre compañeros.

Una vez refrescados los conceptos clave tales como: el mol, los ajustes estequiométricos y los cálculos estequiométricos, se abordará el concepto de *Reactivo Limitante*.

**3ª Actividad:** Pautas para la determinación del reactivo limitante. Se trata de una actividad de carácter más teórico en la que, una vez confirmado que se dominan todos los conocimientos previos, se presentarán las pautas para la correcta determinación de los reactivos limitantes en las distintas reacciones que se planteen. En la presente actividad se hará especial hincapié en los distintos cálculos estequiométricos y el uso de factores de conversión. Esta actividad también se desarrolló durante el periodo de prácticas, en el que se aportó a los estudiantes un documento como el que se muestra en el **Anexo 3**.

Dicho documento únicamente pretende facilitar al alumno la realización de las operaciones pertinentes para su posterior uso en el proceso de razonamiento del reactivo limitante. Así pues, no es una guía inequívoca para su determinación, sino una herramienta facilitadora. Para la determinación de los reactivos limitantes tienen que hacer uso del conocimiento adquirido hasta el momento, y del que se seguirá adquiriendo en las siguientes etapas de la propuesta.

**4ª Actividad:** Analogías cotidianas. Ejemplos del día a día en los que algún factor limita un proceso determinado.

Dada la dificultad que puede albergar el hecho de intentar comprender un fenómeno o concepto químico de forma directa sin más referencias, la realización de esta actividad tiene como objetivo mostrar situaciones cotidianas en las que se requieren varios factores o elementos para realizar un proceso o llegar a un fin. De este modo, por medio de varias analogías con situaciones cotidianas, se pretende afianzar la idea de reactivo limitante. Son infinitas las analogías que se podrían mostrar en este apartado, por lo que se han seleccionado algunos ejemplos que representan de forma muy clara el concepto de reactivo limitante. Estos ejemplos son:

- Los distintos ingredientes (y sus cantidades) necesarios para llevar a cabo una receta concreta. ¿Qué ingrediente determina la cantidad de receta que se podrá elaborar?
- El desgaste de los neumáticos y el consumo de gasolina en una carrera de F1. ¿Cuál de estos factores limita el número de vueltas seguidas que puede dar un piloto sin pasar por boxes?
- Una caja de herramientas en la que hay tornillos, tuercas y arandelas desparejadas. Si para montar un mueble se necesitan 1 tornillo, 1 tuerca y 2

arandelas en cada anclaje y se tienen 100 tornillos, 100 tuercas y 180 arandelas, ¿cuál de estos elementos limitará el número de anclajes?

Con el fin de confirmar que la actividad ha cumplido su objetivo, se pedirá a los alumnos que planteen otras situaciones similares. Además, se contará con un soporte audiovisual para el visionado de unos vídeos en los que se exponen algunas de las analogías comentadas (**Anexo 4**).

**5ª Actividad:** Seguimiento del proceso de aprendizaje. Con el objetivo de comprobar si el concepto de *reactivo limitante* se ha entendido de forma correcta, y se está logrando un aprendizaje significativo, se realizará un cuestionario de similares características a las del cuestionario inicial. Con ello se pretende observar el progreso de los alumnos, comprobar si se está comprendiendo la idea que se pretende transmitir.

**6ª Actividad:** Experiencia de laboratorio. Por último, se llevará a cabo una pequeña experiencia de laboratorio en la que se trabajará con el concepto de *reactivo limitante*, aprovechando para hacer hincapié en la intencionalidad de poner un reactivo en defecto en una reacción (Vídeo1 del **Anexo 4**, min 1:01) cuando se trabaja en el laboratorio.

Esta actividad consistirá en la observación de una misma reacción en dos supuestos distintos: uno en el que los reactivos se encuentran en las relaciones estequiométricas adecuadas para su total reacción y otro en el que uno de ellos se encuentra en defecto, actuando como limitante de la reacción. Ver **Anexo 1**.

A modo de resumen, en la **Tabla 2**, se muestra la secuencia de actividades descritas junto con una breve descripción de éstas y la fase del aprendizaje con la que guardan relación.

Actividad	Fase	Descripción
1	Inicial	Activación e introducción a la materia.
2	Intermedia	Organización de los conceptos previos.
3	Intermedia	Establecimiento de relaciones entre los conceptos previos y los nuevos.
4	Intermedia/Final	Trabajo sobre los nuevos conocimientos y consolidación de éstos.
5	Final	Valoración del grado de comprensión del concepto de <i>reactivo limitante</i> .
6	Final	Puesta en práctica de los conocimientos y evaluación.

Tabla 2: Relación entre las distintas actividades propuestas y la fase del aprendizaje en que están contenidas.

De este modo, los objetivos de aprendizaje que se pretenden alcanzar en esta PD son los siguientes:

1. Cerciorarse de que se conocen todos los conceptos considerados previos, haciendo especial hincapié en el concepto de **mol**. El mol, el concepto químico por antonomasia, bien podría ser la base para la elaboración de otra propuesta didáctica de gran interés, de mayor complejidad y extensión que la presente.
2. Conseguir que se use con propiedad el lenguaje de la química, es decir, referirse a cada concepto con su terminología.
3. Transmitir a los alumnos, de la forma más clara posible y mediante todas las herramientas al alcance de docente, el concepto de *reactivo limitante*.
4. Conocer la importancia y las consecuencias de tener un reactivo limitante y otro en exceso en el laboratorio.
5. Afianzar la idea del *reactivo limitante* mediante la ejemplificación de situaciones cotidianas.

### 3.2. Presentación del trabajo 2. Proyecto de innovación docente:

#### Cooperando en un *Flipped-Lab*.

La elaboración del PID aquí presentado pretende responder a la necesidad de pulir ciertos aspectos de mejora en el aprendizaje de las ciencias experimentales, haciendo especial hincapié en las sesiones de laboratorio. La motivación de dicho proyecto surge de la siguiente observación durante el periodo de prácticas: Pese a que los alumnos muestran una gran predisposición, ilusión e iniciativa en el momento de trabajar en el laboratorio, su desempeño es bastante deficiente a la hora de proceder.

Estos antecedentes permiten afirmar que un guion de laboratorio, por muy detallado y estructurado que se haya preparado, no es suficiente para el desarrollo óptimo de la práctica. Es necesario un trabajo previo sobre la temática que se va a tratar más allá de las clases teóricas, con el fin de interiorizar y afianzar conceptos e ideas, así como para establecer una relación entre teoría y práctica. El hecho de tratar teoría y práctica por separado conduce a que los alumnos no relacionen las dos facetas de las ciencias, tomando las prácticas como sesiones aisladas, que se salen de la rutina, y en las que ya se les indicará de forma detallada la forma de proceder.

Es precisamente lo que se pretende cambiar con la presente propuesta. Se buscará que los alumnos relacionen los contenidos teóricos y les busquen aplicación práctica, que se informen y trabajen previamente los contenidos y las distintas técnicas que emplearán en las sesiones prácticas. Para ello, serán los propios alumnos quienes realizarán una propuesta de guion de laboratorio previa.

Aprovechando la más que evidente motivación e ilusión de los alumnos al realizar prácticas de laboratorio, el proyecto planteado es un *Flipped-Lab* en el que los alumnos trabajarán en el diseño del guion que emplearán posteriormente, bajo una serie de directrices y siempre bajo la supervisión y el asesoramiento de los profesores.

En relación a lo expuesto anteriormente, y a una rigurosa labor de observación durante el periodo de prácticas, me veo en la obligación de resaltar un hecho por encima de cualquier otro. Se trata del grado de activación del alumnado en las sesiones prácticas de laboratorio. Aunque la mayor parte del aprendizaje sea visual y auditivo, no debe caer en el olvido el aprendizaje por manejo, el aprendizaje kinestésico. Así pues, la combinación de los distintos modos de aprendizaje es muy prometedora. Esta combinación, unida al hecho de salir de la rutina de las clases teóricas en el aula, hace presagiar que se pueden obtener muy buenos resultados si se trabajan estas facetas de forma conjunta.

De este modo, se pretenden alcanzar los siguientes objetivos:

- Mayor fluidez en el manejo y saber hacer en el laboratorio.
- Aumento del grado de involucración y conocimiento previo de la práctica. Este objetivo se pretende alcanzar invirtiendo los roles y siendo los estudiantes quienes elaboren su propio guion de prácticas (*Flipped-Lab*).
- Aumento del dinamismo en la preparación de la misma. Se formarán pequeños grupos de trabajo dentro del grupo clase con el fin de fomentar el trabajo cooperativo y favorecer que surjan ideas innovadoras.
- Comprobar la influencia del aprendizaje kinestésico, o de manejo, en las calificaciones. Es decir, la influencia en el proceso de aprendizaje.

Dado que el objetivo de esta actividad es que los alumnos elaboren su propio guion de laboratorio, y que dicha tarea puede resultar muy tediosa, el tema a tratar se dividirá en distintos bloques (siendo la carga de trabajo menor) que se asignarán a

pequeños grupos para su desarrollo, con el fin de fomentar así el trabajo cooperativo entre ellos.

El aprendizaje cooperativo, así como el colaborativo, se sustenta en las distintas teorías cognitivas de Piaget y Vigotsky, defendiendo la necesidad de fomentar las relaciones sociales e interpersonales en el proceso de aprendizaje. “La enseñanza, y en consecuencia el aprendizaje, sólo ocurre en la zona en que la persona puede desempeñar una actividad con la ayuda de otra” (Vygotsky, 1979).

Esta cooperación solamente podrá ser efectiva si existe una interdependencia genuina entre los estudiantes que están cooperando. Esa dependencia se describe como:

- 1) La necesidad de compartir información que lleve a entender conceptos y obtener conclusiones.
- 2) La necesidad de dividir el trabajo en roles complementarios.
- 3) La necesidad de compartir el conocimiento en términos explícitos (Salomon, 1992).

En el PID diseñado se pueden diferenciar claramente dos fases de trabajo, el diseño de la actividad y su puesta en práctica en el laboratorio. De acuerdo con lo anteriormente expuesto, en ambas fases se trabajará en pequeños grupos, los cuales se reorganizarán entre fase y fase del trabajo, tal y como se muestra a continuación:

- Diseño de la actividad: los alumnos se organizarán en 5 grupos de trabajo (Tabla 3), asignándoles a cada uno de ellos trabajar sobre uno de los aspectos que se incluirán en el guion final de laboratorio. Los aspectos asignados figuran en el **Anexo 2, Imagen 2**.

<b>Grupos para el diseño de la actividad</b>				
<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>	<b>GRUPO 5</b>
Alumno 1	Alumno 6	Alumno 11	Alumno 16	Alumno 21
Alumno 2	Alumno 7	Alumno 12	Alumno 17	Alumno 22
Alumno 3	Alumno 8	Alumno 13	Alumno 18	Alumno 23
Alumno 4	Alumno 9	Alumno 14	Alumno 19	Alumno 24
Alumno 5	Alumno 10	Alumno 15	Alumno 20	Alumno 25

Tabla 3: Organización de los grupos de trabajo en el diseño del guion



- Realización de la práctica: se llevará a cabo una reorganización de los grupos (Tabla 4) de tal forma que, en cada nuevo grupo, haya un integrante de los grupos originales.

Grupos para la realización de la práctica				
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
Alumno 1	Alumno 6	Alumno 11	Alumno 16	Alumno 21
Alumno 22	Alumno 2	Alumno 7	Alumno 12	Alumno 17
Alumno 18	Alumno 23	Alumno 3	Alumno 8	Alumno 13
Alumno 14	Alumno 19	Alumno 24	Alumno 4	Alumno 9
Alumno 10	Alumno 15	Alumno 20	Alumno 25	Alumno 5

Tabla 4: Organización de los grupos de trabajo en el laboratorio.

Esta reorganización de los grupos pretende que, al tener que realizar la práctica de laboratorio, cada grupo esté integrado por, al menos, un alumno que haya trabajado cada aspecto previo. El hecho de que haya un pequeño experto en cada uno de los aspectos trabajados pretende fomentar el trabajo cooperativo dentro de un mismo grupo. La metodología del PID se expone más detalladamente en el **Anexo 2**.

## 4. Reflexiones.

En este apartado se va a realizar un análisis crítico de las distintas actividades presentadas (PD y PID), primero de forma individual, y luego de forma conjunta.

### Propuesta Didáctica (PD) para el aprendizaje en clase de ciencias.

Que la propuesta esté centrada en un aspecto tan concreto y localizado del currículo, viene propiciado por distintas experiencias vividas. En éstas, se han evidenciado carencias muy notorias en esta faceta concreta, la cual resulta de vital importancia a la hora de comprender y aplicar la química en cualquiera de sus ámbitos.

Han sido situaciones muy variopintas en las que, poco a poco, he ido tomando consciencia de la dificultad que supone comprender el concepto de *reactivo limitante*, y todos los conceptos asociados a éste, cuando se trabajan las reacciones químicas. Estos momentos en los que el problema se ha ido haciendo más y más evidente son tan variados que van desde:

1. Conversaciones con compañeros de instituto que años más tarde me han confesado que no entendieron las reacciones químicas, con todos los conceptos químicos que ello implica, y que si superaron esa etapa fue por hábitos de repetición y mecanización a la hora de afrontar los exámenes de química.
2. Conversaciones mucho más recientes con compañeros del Máster de la especialidad de Biología y Geología, que han pasado por un bachillerato científico-tecnológico, y cuyos testimonios han sido muy similares a los comentados anteriormente.
3. Pasando por mi propia experiencia impartiendo clases particulares, en las que la dificultad para comprender el concepto estrella de *reactivo limitante* resulta ser un denominador común en muchas de estas clases.
4. Hasta la situación más reciente, el periodo de intervención de las prácticas. Durante este periodo, he tenido que impartir la unidad de las reacciones químicas en un grupo de 1º Bachillerato, y como era de esperar, las mayores dificultades surgieron al introducir el concepto de *reactivo limitante*. Parte de la dificultad generada se debía a problemas de base en torno a conceptos previos.

Esta última experiencia me ha llevado a reflexionar y a concluir que no se deben dar por sentados conceptos tan fundamentales como los de reactivo y producto, siendo necesario recordar dichos conceptos y matizar las diferencias entre ellos. Los distintos conceptos previos a los que se hace mención son los siguientes: *Elemento químico, Sustancia química, Átomo, Molécula, Mol, Reacción química, Ecuación química, Coeficientes estequiométricos y Cálculos estequiométricos.*

Aunque parezca obvio que todos estos conceptos deben haberse trabajado y entendido durante la etapa de la ESO, no se debe caer en el error de dar por supuesta tal evidencia. Una de las múltiples labores de la figura del docente es la de cerciorarse de que, efectivamente, estos conceptos se han trabajado, se conocen y se dominan.

Son múltiples los factores que pueden causar el desconocimiento o la falta de dominio de estos conceptos. Algunos de estos factores son: *las ideas preconcebidas de los alumnos, la falta de interés por parte de los propios alumnos, la transposición didáctica y el conocimiento didáctico del contenido.*

Las ideas preconcebidas son creencias previas que tienen los alumnos sobre los conceptos que se van a trabajar. Que decir tiene, que estas ideas pueden ser tanto ciertas como erróneas, siendo estas últimas las que puedan generar dificultades en el proceso de aprendizaje. A modo de ejemplo, si un alumno asocia de antemano el término de elemento químico con el concepto de molécula se traducirá en el uso equívoco del lenguaje químico.

La falta de interés mencionada es un problema ciertamente común en las aulas, siendo un claro reflejo de una escasa motivación, tanto intrínseca (del propio alumno) como extrínseca (la que despierta la actividad). En este aspecto, el rango de actuación del docente es amplio. La PD presentada pretende, mediante la secuenciación de actividades que, poco a poco, el alumno vaya trabajando y afianzando los distintos conceptos, sintiéndose así competente y realizado. Si estas actividades van acompañadas de mensajes de ánimo y refuerzo por parte del profesor, es altamente probable que aumente la motivación de nuestros alumnos y, por tanto, su interés.

La transposición didáctica está relacionada con el proceso de enseñanza-aprendizaje. Se trata del proceso de modificación de un saber para adaptarlo a su enseñanza. Si esta modificación ha consistido en alguna ocasión en una excesiva simplificación de la información, eso puede haber originado malentendidos e incluso

omisiones de contenidos básicos del currículo. Si bien es cierto que esta transposición puede ser una herramienta facilitadora de comprensión en ciertos contextos, en otros puede suponer todo lo contrario. La simplificación de la información puede dar lugar a la concepción de ideas alternativas erróneas y a lagunas en el aprendizaje.

El último de los factores comentados, el conocimiento didáctico del contenido, como ya se ha comentado en la introducción, se refiere al grado de comprensión y representación del temario por parte del docente. Para el caso concreto de la PD presentada, centrada en las *Reacciones Químicas*, si la formación del profesor es de graduado en Ciencias Físicas, existe la posibilidad de que su grado de familiarización y dominio del tema no sea completo. De esta forma, esta situación puede acarrear una transmisión equívoca de ciertos contenidos, siendo los principales perjudicados los alumnos.

Una de las mayores dificultades a las que el docente debe hacer frente y tratar de remediar es la terminología, la falta de rigurosidad en el lenguaje científico. Esta escasa rigurosidad suele estar causada por los motivos anteriormente expuestos. Ello se traduce en que los alumnos tienden a hacer uso de un término químico para referirse a un concepto distinto (**P.ej.:** referirse a una molécula como elemento químico o referirse a un mol de sustancia como un átomo/molécula de dicha sustancia.). Este uso indistinto de los conceptos, mostrando un escaso dominio del léxico químico, es un problema más frecuente de lo que aparenta ser y que requiere de una mayor atención y dedicación por parte de los profesores.

Por último, hay que comentar que el hecho de haber orientado la presente PD al nivel de 1º Bachillerato acarrea un hándicap adicional. Es muy probable que el alumnado haya cursado la etapa educativa anterior (ESO) en centros distintos y que el nivel de conocimientos previos sea muy dispar dentro del mismo grupo y, por tanto, debamos adaptarnos a esta situación. Por ello, y con el fin de conocer el nivel previo del grupo es muy importante la realización de una prueba de nivel inicial.

#### Proyecto de Innovación Docente (PID): Cooperando en un *Flipped-Lab*.

A diferencia de la actividad anterior, que se trata más de una guía para el docente de cara a conseguir un mejor rendimiento académico mediante la secuenciación de actividades, en el PID se propone una metodología distinta de trabajo por parte del

alumnado con la intención de comprobar *a posteriori* si se han producido mejoras en el rendimiento académico del propio alumnado.

Para corroborar estas mejoras, es indispensable poner en práctica la metodología planteada para poder contrastar los resultados obtenidos con los resultados de otros grupos en los que se haya trabajado la misma unidad didáctica, pero con cualquier otra metodología.

Desgraciadamente, durante el periodo de prácticas en que se iba a llevar a cabo el PID se dieron una serie de circunstancias no achacables al autor de este TFM, que impidieron su puesta en práctica, pese a estar todo dispuesto para el desarrollo de la actividad. Por ello, y ante la evidente falta de resultados, resulta muy complicado establecer el éxito de la metodología propuesta. Sería muy osado por mi parte el atreverme a vaticinar el éxito o fracaso de ésta sin indicios para ello. Por ello, la presente reflexión se realizará de forma abstracta e hipotética, en base a estudios mencionados con anterioridad.

De lo anteriormente expuesto en el apartado 2.2. *Justificación del trabajo 2: Proyecto de innovación docente: cooperando en un Flipped-Lab*, se evidencia una clara mejoría en los resultados al aplicar el método *Flipped-Classroom* a medida que la formación previa del alumnado es mayor. Esto es, en grados universitarios se han obtenido muy buenos resultados y mejores que en institutos, y en institutos a su vez, mejores resultados que en colegios.

En base a la relación **éxito de la metodología-etapa educativa** observada en los distintos estudios y al contexto educativo del *Flipped-Lab* planteado, nos encontramos en una situación en la que es difícil poder presagiar el éxito o fracaso de implantar dicha metodología. Si bien es cierto que se plantea para la realización en el penúltimo curso de instituto, y que los alumnos poseen ya una cierta madurez de la que no disponían al inicio de esta etapa educativa, los estudios realizados en institutos no ofrecen resultados tan concluyentes como en el caso de los grados universitarios.

Ante la evidente falta de resultados por los motivos expuestos anteriormente, y en el supuesto que la propuesta resultase satisfactoria, deberíamos ser críticos y cuestionarnos si se trata de un éxito puntual o dicha experiencia es reproducible. Por ello, sería conveniente repetir la misma propuesta (o similar) en otras unidades para corroborar la experiencia de éxito o fracaso.

Siguiendo con la validación de la propuesta, se deberían comparar las calificaciones obtenidas en una misma unidad durante cursos académicos distintos en los que se haya implementado la innovación y en los que la unidad se ha impartido siguiendo metodologías más clásicas. En caso de haberse podido poner en práctica, y de forma satisfactoria, sería recomendable realizar un seguimiento a los alumnos a lo largo de todo el curso para ver su evolución e hipotética progresión como consecuencia de la implementación de la metodología comentada. Por ello, y siguiendo en la dinámica de corroborar el éxito de la actividad, se debería repetir en otras unidades, para saber de la fiabilidad del método, si éste es extensible a cualquier unidad o únicamente ha sido válido para la unidad trabajada.

Otro factor que se debe tener en consideración al tratar de vaticinar el éxito de la actividad es la importancia del aprendizaje cooperativo para el desarrollo de ésta. Tanto en la fase de trabajo autónomo como en la de trabajo en el laboratorio, los alumnos deben trabajar en pequeños grupos, por lo que la colaboración entre éstos será fundamental. Se requiere de un cierto hábito de trabajo previo, que en caso de no tenerse podría entorpecer el devenir de la propuesta. Si el grupo clase no estuviera excesivamente familiarizado con el trabajo cooperativo, habría que dedicar un tiempo previo para ajustarse a los objetivos propuestos, incorporando lenta y gradualmente dicho hábito de trabajo en el aula.

El hecho de involucrar al alumnado en la elaboración del guion, trabajando previamente el tema tratado durante varias sesiones, y en la propuesta de las cuestiones que se deberán contestar, pretende lograr un mayor grado de involucración por su parte. De este modo, en el momento de entrar en el laboratorio no sólo tendrán los conceptos teóricos más claros, sino también el procedimiento experimental que deben seguir, siendo su manejo en el laboratorio mucho más fluido.

Un factor que no se tuvo en consideración en el momento del diseño del PID, y que merece ser mencionado en la presente reflexión, es la formación de los grupos de trabajo y la reorganización de éstos para el posterior trabajo en el laboratorio. Estos grupos pretendían realizarse de forma totalmente aleatoria, con el único requisito de que todos los grupos tuvieran el mismo número de integrantes. Pero esta organización puede dar lugar a la formación de grupos muy dispares, pudiendo coincidir en un mismo grupo varios de los alumnos más avanzados del grupo, y en otro grupo varios alumnos menos aventajados. Así pues, se buscará la formación de grupos heterogéneos con el fin de

lograr una homogeneidad entre grupos. Se buscará la heterogeneidad intragrupo para lograr una homogeneidad intergrupo. Será el profesor quien decidirá los agrupamientos. Éste debe conocer el grupo clase, saber de sus aptitudes y capacidades con anterioridad.

Otro aspecto que no se ha tenido en consideración es la atención a la diversidad del aula. Esta heterogeneidad del alumnado es una realidad cada vez más común en las aulas y a la que hay que adaptarse. No sería correcto tratar de ofrecer soluciones a esta situación, pues no tiene por qué suponer necesariamente una dificultad. Simplemente se debe tener presente que es una realidad y habrá que trabajar para que la inclusión sea un hecho.

### Reflexión conjunta de las actividades.

Aunque el PID no se pudo llevar a cabo, es inevitable pensar que pudieran surgir dudas y dificultades durante la fase de trabajo autónomo por parte del alumnado. Por ello, y con el fin de facilitar al alumnado el trabajo en dicha fase, se trataría de secuenciar las distintas etapas del trabajo previo al laboratorio, combinando la PD con el PID. De esta forma, las distintas actividades propuestas en la PD para el conocimiento y afianzamiento de los conceptos formarían parte de la etapa de trabajo autónomo en la que se elabora el guion de laboratorio.

La combinación de los trabajos pretendería facilitar el rol de los alumnos en el proceso de Enseñanza-Aprendizaje planteado. Su implicación en la elaboración del guion les brinda la oportunidad de sentirse competentes y partícipes de la actividad, minimizando así posibles frustraciones. De esta forma se pretende conseguir una mayor motivación que, tal y como se ha comentado al inicio de la memoria, es escasa en muchas de las asignaturas de ciencias.

La combinación de las actividades, así como las reflexiones realizadas de éstas por separado, respondería al también citado compromiso ético del profesor con sus alumnos (Vélaz de Medrano y Vaillant, 2009). Este compromiso supone la inversión de tiempo y personalidad por parte del profesor en la continua búsqueda y mejora de recursos que permitan que sus alumnos logren un aprendizaje significativo.

Así pues, la planificación, ejecución, control sobre el proceso de enseñanza-aprendizaje junto con el análisis crítico de la posible problemática y la adaptación de las

actividades, responden a las funciones metodológica e investigadora que Blanco (2001) considera características indispensables de un buen docente.



## **5. Conclusiones.**

A fecha de 5 de septiembre del 2019, las conclusiones de mi paso por el Máster y de mi futuro como docente son las siguientes.

### **5.1. Conclusiones del paso por el Máster.**

La realización de este Máster ha resultado una experiencia muy gratificante y enriquecedora. Ha sido una etapa de continuo aprendizaje y descubrimiento de nuevas metodologías de trabajo con las que no estaba familiarizado, tales como dinámicas de grupo, actividades de reflexión y exposiciones orales entre otras.

Las distintas asignaturas del Máster me han aportado importantes herramientas, conocimientos y recursos de valor de cara a la gestión del aula, atender a la diversidad del alumnado, planificar, desarrollar y organizar actividades de aprendizaje, innovar e investigar. Se trata de un conjunto de saberes imprescindibles para desarrollar la labor docente. Todo ello se traduce una mejora de mis competencias en lo referente al trabajo cooperativo y la expresión oral, al trabajo en grupo, la capacidad de adaptación dentro de los propios grupos y la exposición de trabajos.

Siguiendo con las asignaturas cursadas, cabe destacar lo aprendido en la vertiente legislativa, reconociendo los distintos niveles de concreción curricular, aprendiendo a desglosar y trabajar el currículo.

Quisiera hacer mención de la calidad e importancia de las distintas charlas y jornadas a las que he asistido, donde se han dado a conocer distintos proyectos, desarrollados en centros y contextos diferentes, por profesores con gran implicación y dedicación. Todas ellas han resultado muy inspiradoras y motivadoras para mí.

Por último, dejar constancia de la importancia y lo gratificante de la experiencia de los distintos periodos de prácticas, permitiéndome conocer la realidad de la profesión docente. Personalmente, el periodo de intervención en el centro educativo me ha permitido afianzar la convicción mostrada en la introducción y reafirmarme en mi intención de dedicarme a tan exigente y reconfortante profesión.

### **5.2. Conclusiones como futuro docente.**

No es ninguna revelación que la docencia va mucho más allá de la transmisión de conocimientos. Creo firmemente en la constante actualización del profesional. Como futuro docente, considero imprescindible la continua actualización y formación de los

docentes. Ello permite estar al día tanto de los recursos didácticos, de las distintas metodologías existente y de la cambiante legislación en materia educativa.

Otra faceta que quisiera destacar de la profesión docente, y de la que he tomado consciencia a partir de mi paso por el Máster y por el aula en el periodo de prácticas es de la necesidad de estar en contacto continuamente con los compañeros de departamento además de con el resto de departamentos.

La comunicación entre los profesores resulta fundamental tanto a nivel intradepartamental como interdepartamental. Aunque resulte evidente que debe existir comunicación entre profesores de un mismo departamento, no siempre ocurre. Asimismo, la comunicación interdepartamental es especialmente importante por la complementariedad que existe entre las distintas asignaturas. De ella surgen los proyectos interdisciplinares, fomentando de este modo el aprendizaje basado en proyectos (APB). Esta relación interdepartamental resultará especialmente interesante con los compañeros de Tecnología e Informática.

También es importante que, como docente, sea capaz de manejar varios registros (roles) dependiendo del contexto del aula y de los requerimientos puntuales de cada situación. Así pues, la capacidad de adaptación, así como la flexibilidad son habilidades indispensables en todo profesional de la enseñanza, dada la infinidad de situaciones que pueden darse en el aula y que escapan de nuestro control.

Por último, quisiera dejar constancia de mi intención de poner en práctica el PID planteado en cuanto se me brinde tal oportunidad. Esta intención viene motivada por dos necesidades:

- Necesidad de confirmar si el trabajo previo por parte del alumnado trae consigo un mejor saber hacer en el laboratorio que si únicamente se les entrega un guion detallado que explique paso a paso la forma de proceder en la sesión.
- Necesidad de quitarme la espina de no haberla podido poner en práctica tras el tiempo invertido en su preparación, y más con el pleno convencimiento de que puede resultar una experiencia muy gratificante para ambas partes: alumnado y profesor.

## 6. Bibliografía.

- Aguilera-Ruiz, C., Manzano-León, A., Martínez-Moreno, I., Lozano-Segura, M.C., Casiano Yanicelli, C. (2017). El modelo Flipped Classroom. *International Journal of Developmental and Educational Psychology*, vol. 4, núm. 1, pp. 261-266
- Ardura, D. y Pérez-Bitrián A. (2018). The effect of motivation on the choice of chemistry in secondary schools: adaptation and validation of the Science Motivation Questionnaire II to Spanish students. *Chemistry Education Research and Practice*. 19, 905-918
- Ausubel, D. y Novak, J.D. y Hanesian. H. (1983). *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. 2º Ed. TRILLAS México
- Barnett, J. y D. Hodson (2001). Pedagogical context knowledge: toward a fuller understanding of what good science teachers know, *Science Teacher Education*, 85, 426-453.
- Borao Moreno, L., y Palau Martín, R. F. (2016). Análisis de la implementación de Flipped Classroom en las asignaturas instrumentales de 4º Educación Secundaria Obligatoria. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (55), a324.
- Chica, D. (2016). *Los siete modelos de Flipped Classroom: ¿con cuál te quedas?* Recuperado el 9/09/2019 de <https://www.theFlippedClassroom.es/los-siete-modelos-de-Flipped-Classroom-con-cual-te-quedas/>
- Coll, C. (1988). Significado y sentido del aprendizaje escolar. Reflexiones en torno al concepto de aprendizaje significativo. *Infancia y aprendizaje*, 11(41), 131-142.
- Dewey, J. (1963). *Democracy in Education*, New York Collier.
- Dunn R., Dunn K. y Price G. (1979): *Learning Style Inventory (LSI) for Students in Grade 3- 12*. Lawrence, Kansas, Price System, p. 41.
- Fornons Jou, V., y Palau Martín, R. F. (2016). Flipped Classroom en la asignatura de matemáticas de 3º de Educación Secundaria Obligatoria. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (55), a322.
- Freire, P. (1970). *Pedagogía del oprimido*. México: Siglo XXI Editores.

- Galindo-Domínguez, H. (2018). Un meta-análisis de la metodología Flipped Classroom en el aula de Educación Primaria. *Edutec. Revista Electrónica De Tecnología Educativa*, (63), 73-85 (383).
- Magnusson, S., Krajcik, J. & Borko, H. (1999). Nature, sources, and development of the PCK for science teaching. In J. Gess-Newsome, and N. G. Lederman (eds.). *Examining pedagogical content knowledge: the construct and its implications for science education*. 95-132
- Marcelo, C. (2001). El aprendizaje de los formadores en tiempos de cambio. La aportación de las redes y el caso de la Red Andaluza de Profesionales de la Formación. Profesorado. Revista de Currículum y Formación de Profesorado, 5(1), Recuperado el 23/01/2019 de <http://www.ugr.es/~recfpro/rev51ART2.pdf>
- Martí, E. y Solé, I. (1997): Conseguir un trabajo en grupo eficaz. *Cuadernos de Pedagogía*, (255), 59-64.
- Del Pino, B., Prieto, B., Prieto, A., e Illeras, F. (2016). Utilización de la metodología de aula invertida en una asignatura de Fundamentos de Informática. Enseñanza y Aprendizaje de Ingeniería de Computadores, 6, 67-75.
- Panitz T. (2001) Collaborative versus cooperative learning- a comparison of the two concepts which will help us understand the underlying nature of interactive learning.
- Prieto, A., Prieto, B., y Del Pino, B. (2016). Una experiencia de FlippedClassroom. En M. Torres y J. Cañadas (Presidencia), *XXII Jornadas sobre la Enseñanza Universitaria de la Informática*. Almería, España.
- Sáez, B., Viñegla, S., y Piedad, M. (2014). Una experiencia de FlippedClassroom. En C. González, R. López, y J. M. Aroca (Ed), *Educación para transformar. Actas XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria* (pp 345-352). Madrid, España: Universidad Europea de Madrid.
- Sánchez-Camacho, C., Azpeleta, C., Gal, B., y Suárez, F. (2014). FlippedClassroom como herramienta para la integración de contenidos en asignaturas básicas de la titulación de medicina. En C. González, R. López, y J. M. Aroca (Ed), *Educación para transformar. Actas XI Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria* (pp 189-196). Madrid, España: Universidad Europea de Madrid.
- Shulman, L.S. (1986), Those who understand: Knowledge growth in teaching, *Educational Research*, 15(2), 4-14.

Shulman, L.S. (1987), Knowledge and teaching: Foundations of new reform, *Harvard Educational Review*, 57(1), 1-22.

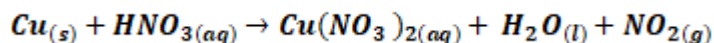
Vygotsky. L. (1979). El desarrollo de los procesos psicológicos superiores. Barcelona: Grijalbo

## 7. Anexos.

### Anexo 1: Guion de laboratorio planteado en la Propuesta Didáctica.

#### Determinación del reactivo limitante en la reacción de sustitución para la obtención de nitrato de cobre (II).

El ácido nítrico concentrado reacciona con el cobre metálico para formar nitrato de cobre (II), dióxido de carbono y agua de acuerdo con la siguiente reacción química:



Se quiere obtener 1g de sal  $\text{Cu}(\text{NO}_3)_2$  por reacción del ácido comercial con cobre metálico. Dada la siguiente información:

**Cu:** Mm=63.55 g/mol; Pureza del 100%.

**HNO<sub>3</sub>:** Mm= 63 g/mol; d= 1.4 g/mL; %m= 90%

**Cu(NO<sub>3</sub>)<sub>2</sub>:** Mm= 187.56 g/mol

**H<sub>2</sub>O:** Mm= 18 g/mol; P.eb= 100°C

**NO<sub>2</sub>:** Mm= 46 g/mol

#### 1. CUESTIONES PREVIAS:

- Comprueba que la ecuación química está ajustada.
- Calcula qué cantidad de cada reactivo será necesaria para la obtención de 1g de sal.
- Comenta, detalladamente, cómo se podría obtener el nitrato como un sólido.

#### 2. MATERIAL:

- Balanza
- Vasos de precipitados
- Frasco lavador con agua destilada
- Hidróxido sódico en lentejas
- Ácido nítrico comercial
- Matraz aforado 0.5L
- Placa calefactora
- Varilla de vidrio
- Papel de pH
- Pipetas
- Vidrio de reloj
- Probeta

### 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- Pesar la cantidad calculada de cobre en balanza analítica e introducirlo en un tubo de ensayo (tubo1).
- Con ayuda de una micropipeta, tomar el volumen de ácido calculado y añadirlo al tubo de ensayo con el metal.
- A continuación, se reparte un tubo de ensayo (tubo 2) con una cantidad desconocida de cobre al que hay que añadir el mismo volumen de ácido.
- En base a las observaciones (comparación de los tubos 1 y 2) y sabiendo que el sulfato de cobre presenta una intensa coloración azul, indica de forma razonada cuál de los reactivos ha actuado como limitante en la segunda experiencia.
- Una vez finalizada la reacción, se calienta el tubo de ensayo (PRECAUCIÓN) hasta la evaporación total del disolvente (agua), obteniéndose un sólido (o, en su defecto, una masa) azul. Esto es posible porque el subproducto restante ( $\text{NO}_2$ ) se ha liberado a la atmósfera dada su naturaleza gaseosa. No conviene acercarse al tubo mientras reacciona dado el carácter tóxico de los vapores de nitrógeno.
- Pesar la cantidad de producto obtenido.

### 4. CUESTIONES POSTERIORES.

- d) Determina qué reactivo actuaría como limitante si en el tubo 2 hubiese 0.5g de Cu.
- e) Calcula el rendimiento de la reacción.
- f) En caso de obtener un r (%) mayor del 100%, ¿a qué crees que será debido?
- g) ¿Qué hubiese pasado si nos equivocamos y cogemos un volumen mayor de ácido?  
¿Y si se nos va la mano pesando el cobre?
- h) Elabora una memoria de la práctica en la que se incluya una breve fundamentación teórica sobre el tema y se recojan las respuestas a las preguntas planteadas en el guion.




Imagen 1: Tubos con el mismo volumen de ácido, pero distinta cantidad de cobre.



## **Anexo 2: Metodología del Proyecto de Innovación Docente.**

La propuesta de Proyecto de Innovación Docente que se llevará a cabo con el grupo de 1º Bachillerato del itinerario científico-tecnológico del Colegio P.Enrique de Ossó se plantea como una clase invertida adaptada a una sesión de laboratorio, en la que durante la preparación de la unidad tratada se trabajará de forma colaborativa en pequeños grupos.

Tal y como se ha comentado anteriormente, se pretende que sean los alumnos quienes diseñen su propio guion de laboratorio para la posterior puesta en práctica. Para ello el tema a tratar, *Las reacciones químicas*, se dividirá en bloques. Cada grupo deberá trabajar el bloque pertinente tal y como se muestra en la hoja de trabajo **Elaboración de la memoria** (Imagen 2). Se entregará una copia por grupo donde, además de la relación de trabajos y grupos. También aparecerá la reacción en torno a la que se trabajará y los datos necesarios sobre reactivos y productos para la realización del trabajo previo.

 fundación escuela teresiana COLEGIO P. ENRIQUE DE OSSÓ ZARAGOZA					
Curso:	1ºBach. B	Tema:	Elaboración del guion de prácticas	Fecha:	
Nombre y apellidos:					

Dada la siguiente reacción de doble sustitución:

$$\text{NaOH} + \text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{NaNO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$$

Se quiere obtener 1g de sal ( $\text{NaNO}_3$ ) por reacción del ácido comercial con una disolución 0.2M de NaOH.

Con la siguiente información, los distintos grupos deben realizar la tarea que se les encomiende.

NaOH: Mm=40 g/mol; Pureza del 100%.  
HNO<sub>3</sub>: Mm= 63 g/mol; d= 1.21 g/mL; %m= 30%  
NaNO<sub>3</sub>: Mm= 85 g/mol  
H<sub>2</sub>O: Mm= 18 g/mol; P.eb= 100°C

GRUPO 1: Detallar la preparación de 0.5L de disolución 0.2M de NaOH. Se deberá explicar, y preparar, al grupo el día de la práctica

GRUPO 2: Calcular cuánto volumen de HNO<sub>3</sub> se requerirá para que el ácido actúe como reactivo limitante.

GRUPO 3: Calcular cuánto volumen de NaOH 2M se requerirá para que la base actúe como reactivo limitante.

GRUPO 4: Detallar el procedimiento para separar el nitrato de sodio. Consultar el libro de texto para determinar el método más adecuado de separación. (Precauciones)

GRUPO 5: Elaborar cuestiones relacionadas con los epígrafes tratados en clase relativos a la pureza de los compuestos y el rendimiento de la reacción.

Imagen 2: Copia del documento entregado para orientar la elaboración de la memoria.

De acuerdo con el documento adjunto, los bloques en que se divide la preparación de la memoria son los siguientes:

- Preparación de disoluciones.
- Cálculos estequiométricos con reactivos en disolución. Reactivos limitantes.
- Cálculos estequiométricos con reactivos en disolución. Reactivos limitantes.
- Comparativa de los distintos métodos de separación. Determinación del método óptimo. Precauciones experimentales.
- Elaboración de cuestiones teóricas relacionadas con la práctica relativas a los conceptos de pureza de una sustancia y rendimiento de una reacción.

La preparación de la memoria se realizará durante dos sesiones de teoría en las que se acudirá al aula de informática (Imagen 3) con el fin de facilitar la búsqueda de información. Además de poder consultar cualquier recurso digital a su alcance, tendrán a su disposición el libro de texto, los resúmenes aportados durante mis intervenciones en sesiones de teoría y la total predisposición por mi parte de guiarles y orientarles hacia el objetivo pretendido.



Imagen 3: Aula de informática del colegio P.Enrique de Ossó.

De este modo, habrá una labor por mi parte de supervisión, guía, orientación y ayuda para que los distintos grupos trabajen el bloque asignado y lo orienten de la forma deseada. Esta labor permitirá que, tras haber trabajado los distintos bloques por separado, estos serán compatibles para la elaboración del guion de laboratorio conjunto.

Los distintos grupos de trabajo estarán formados por 5 integrantes (Tabla 3) procurando que sean lo más homogéneos posibles. Se procurará que el número de alumnos y alumnas se distribuyan de forma similar en cada grupo, así como que los estudiantes con mejor rendimiento académico no se agrupen en un mismo grupo. Esta separación pretende que los distintos bloques se trabajen a partes iguales para así obtener un guion final equilibrado.

<b>Grupos para el diseño de la actividad</b>				
<b>GRUPO 1</b>	<b>GRUPO 2</b>	<b>GRUPO 3</b>	<b>GRUPO 4</b>	<b>GRUPO 5</b>
Alumno 1	Alumno 6	Alumno 11	Alumno 16	Alumno 21
Alumno 2	Alumno 7	Alumno 12	Alumno 17	Alumno 22
Alumno 3	Alumno 8	Alumno 13	Alumno 18	Alumno 23
Alumno 4	Alumno 9	Alumno 14	Alumno 19	Alumno 24
Alumno 5	Alumno 10	Alumno 15	Alumno 20	Alumno 25

Tabla 3: Organización de los grupos de trabajo en el diseño del guion.

El diseño de la actividad está preparado para un grupo de 25 alumnos divididos en 5 grupos iguales. En el apartado de resultados aparecerán las calificaciones de 30 alumnos. Esta diferencia en número de alumnos se debe a que la puesta en práctica de la propuesta se realizará durante la semana del 25/04/2019 en la que 5 alumnos estarán de viaje de estudios. En caso de prepararse la propuesta para 30 alumnos, se formaría un sexto grupo con 5 integrantes de igual forma que los otros grupos.

La preparación de la propuesta de innovación únicamente se vería afectada en la necesidad de introducir un bloque más en el apartado de la preparación del guion (detallado anteriormente), asegurando una repartición homogénea de los contenidos entre los distintos grupos.

Con el fin de optimizar el espacio, el material y los reactivos disponibles, la sesión práctica de laboratorio se realizará también en grupos. Se va a mantener el mismo número de grupos y el número de integrantes, pero se va a realizar una

redistribución de estos últimos con el objetivo de que en cada nuevo grupo haya un “pequeño experto” en cada uno de los bloques.

De este modo, se fomentará que se continúe con el trabajo cooperativo, donde cada uno de los integrantes podrá aportar conocimientos al grupo complementarios al de sus compañeros.

Esta reorganización (Figura 2) se realizará del siguiente modo: de los 5 integrantes iniciales, uno permanecerá en el mismo grupo mientras que los 4 restantes se permutarán con integrantes de los otros 4 grupos.

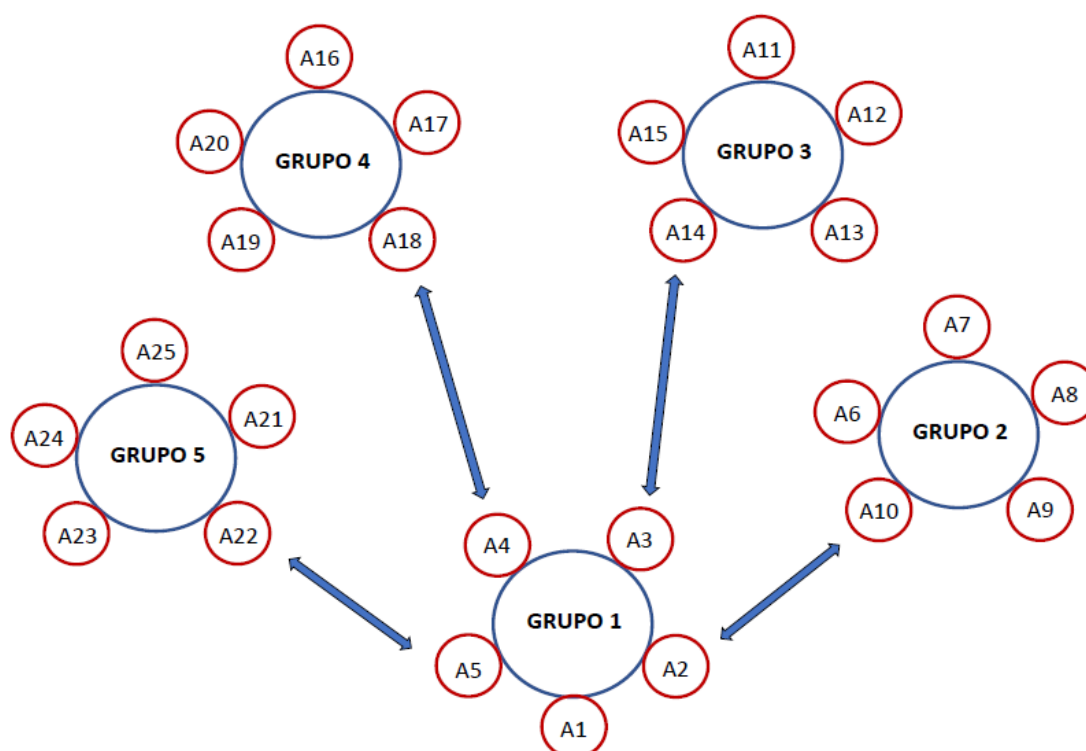


Figura 2: Diagrama de la redistribución de un grupo (GRUPO 1)

La organización de los grupos de prácticas (Tabla 4) será la siguiente:

Grupos para la realización de la práctica				
GRUPO 1	GRUPO 2	GRUPO 3	GRUPO 4	GRUPO 5
Alumno 1	Alumno 6	Alumno 11	Alumno 16	Alumno 21
Alumno 22	Alumno 2	Alumno 7	Alumno 12	Alumno 17
Alumno 18	Alumno 23	Alumno 3	Alumno 8	Alumno 13
Alumno 14	Alumno 19	Alumno 24	Alumno 4	Alumno 9
Alumno 10	Alumno 15	Alumno 20	Alumno 25	Alumno 5

Tabla 4: Organización de los grupos de trabajo en el laboratorio.

Tal y como se aprecia en la tabla 4, los alumnos se han redistribuido de forma ordenada en los grupos nuevos. Como ya se ha comentado con anterioridad, la idea de la reorganización de los grupos es que en cada uno de éstos haya un integrante con mayor dominio sobre cada uno de los aspectos que se trabajarán en el laboratorio (Imagen 4). De esta forma, además de contar con la ayuda y supervisión de los docentes, cuentan con el apoyo adicional de sus compañeros a la hora de afrontar las dificultades que puedan surgir en el transcurso de la práctica.


La idea de haber formado “pequeños expertos” en los distintos apartados es también la de fomentar su capacidad de liderazgo. Ante cualquier duda o imprevisto que pueda surgir en el grupo, deberá ser el alumno “experto” el que trate de solucionar y/o aclarar la situación o duda surgida en primera instancia. El profesor deberá estar atento en todo momento por si se da una situación de duda general en un grupo y el alumno en cuestión no es capaz de reconducir la situación.



Imagen 4: Laboratorio de ciencias del colegio P.Enrique de Ossó.



Del trabajo previo en las sesiones teóricas, se pretende que todos los grupos sean capaces de proceder sin mayores dificultades en la realización de la siguiente práctica (Imagen 5).

 fundación escuela teresiana COLEGIO P. ENRIQUE DE OSSÓ ZARAIGOZA					
Curso:	1º Bach. B	Tema:	Guion de laboratorio.	Fecha:	
Nombre y apellidos:					

**Obtención de nitrato de sodio,  $\text{NaNO}_3$ , por reacción ácido-base.**

En un laboratorio se quiere sintetizar nitrato de sodio de acuerdo con la siguiente reacción.

$$\text{NaOH}_{(aq)} + \text{HNO}_{3(aq)} \rightarrow \text{NaNO}_{3(aq)} + \text{H}_2\text{O}_{(l)}$$

Se quiere obtener 1g de sal ( $\text{NaNO}_3$ ) por reacción del ácido comercial con una disolución 0.2M de NaOH.

Dada la siguiente información:

NaOH: Mm=40 g/mol; Pureza del 100%.

$\text{HNO}_3$ : Mm= 63 g/mol; d= 1.21 g/mL; %m= 30%

$\text{NaNO}_3$ : Mm= 85 g/mol

$\text{H}_2\text{O}$ : Mm= 18 g/mol; P.eb= 100°C

**1. CUESTIONES:**

- Antes de empezar:
  - a) Comprueba que la ecuación química está ajustada.
  - b) Calcula que cantidad de cada reactivo será necesaria para la obtención de 1g de sal.
  - c) Comenta, detalladamente, como se podría obtener el nitrato como un sólido.
- Una vez finalizada la práctica:
  - d) Determina que reactivo ha actuado como limitante de la reacción.
  - e) Calcula el rendimiento de la reacción.
  - f) En caso de obtener un r(%) mayor del 100%, ¿a qué crees que será debido?
  - g) ¿Qué hubiese pasado si nos equivocamos y cogemos un volumen mayor de cualquiera de los reactivos?

**2. MATERIAL:**

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Balanza</li> <li>• Vasos de precipitados</li> <li>• Frasco lavador con agua destilada</li> <li>• Hidróxido sódico en lentejas</li> <li>• Ácido nítrico comercial</li> <li>• Matraz aforado 0.5L</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Placa calefactora</li> <li>• Varilla de vidrio</li> <li>• Papel de pH</li> <li>• Pipetas</li> <li>• Vidrio de reloj</li> <li>• Probeta</li> </ul>
---	--

Imagen 5: Copia del guion de laboratorio para la realización de la práctica.

### 3. PROCEDIMIENTO EXPERIMENTAL

- a) Preparar medio litro (0.5L) de disolución 0.2M de NaOH. GRUPO 1
- b) De la disolución anteriormente preparada, se toman 65 mL y se depositan en un vaso de precipitados de 100mL.
- c) A continuación, se añaden 2.0 mL de ácido al vaso de precipitados. Añadir con cuidado y agitando con la varilla para homogeneizar el medio.
- d) Comprobar periódicamente el pH de la disolución con el papel indicador. Cuando el pH sea neutro indicará el final de la reacción
- e) Una vez finalizada la reacción, se calienta el vaso de precipitados hasta la evaporación total del disolvente (agua), obteniéndose un sólido blanco. Ayudar con agitación.
- f) Tarar el vidrio de reloj y pesar el sólido obtenido para calcular el rendimiento de la reacción.
- g) Responde a las cuestiones planteadas d-g.

Imagen 5: Copia del guion de laboratorio para la realización de la práctica.

De acuerdo con los bloques trabajados durante la elaboración del guion, los distintos integrantes del grupo deberían ser capaces de responder a las distintas cuestiones planteadas y de orientar a sus compañeros. De este modo:

- Los alumnos que inicialmente estaban en el grupo 1 deberán preparar la disolución de NaOH 0.5M para toda la clase (Procedimiento experimental a). Mientras proceden en la preparación de la disolución, deberán exponer la justificación de las cantidades tomadas.
- Los alumnos de los grupos 2 y 3 serán los que dominen la cuestión b y puedan ayudar a sus compañeros en caso de dificultad con los distintos cálculos estequiométricos.
- Los alumnos que formaban parte del grupo 4 deberán explicar a sus compañeros el método por el cual obtendrán la sal deseada y por qué se ha elegido ese de entre las posibles técnicas existentes para aislar un producto final.
- Los alumnos enmarcados en el grupo 5 habrán elaborado las cuestiones que se deben contestar una vez finalizada la parte experimental. En este punto, pueden ejercer de “profesor” y evaluar a sus compañeros asignando a cada uno una de las cuestiones. En caso de que algún compañero no responda a la cuestión asignada será el alumno “profesor” el encargado de dar respuesta a dicha cuestión y de justificar dicha respuesta.

En cierto modo, durante el transcurso de la práctica cada alumno alternará dos roles: uno de *líder o docente*, cuando se trabaje el bloque que se le asignó en su grupo inicial, y el de *alumno* propiamente dicho, cuando tenga que afrontar aspectos que no ha trabajado previamente con tanta profundidad y sean sus compañeros quienes estén al mando de la situación.

Mediante la redistribución de los grupos y la alternancia de roles por parte de los alumnos se pretende que los 5 grupos de prácticas puedan trabajar simultáneamente y de forma independiente.



### **Anexo 3: Documento aportado para la realización de la Actividad 3 de la Propuesta Didáctica.**

#### **Resumen factores de conversión**

Para poder pasar de una unidad a otra (convertir una en otra) se requiere siempre de una relación fija entre éstas. En todos los casos tendremos información sobre una de las unidades y la relación entre ambas.

**Ej:** Un atleta termina una carrera en 180 min. Por comodidad, ese tiempo se debe expresar en horas. En este caso la relación fija es la siguiente:  $1h=60min$ . y el factor de conversión que nos permite el cambio de unidades es el siguiente:

$$180min \cdot \frac{1h}{60min} = 3 h$$

En química, las conversiones que manejaremos son las siguientes:

- De masa a moles y viceversa.
- De volumen\* a moles y viceversa.
- De moles de una sustancia a moles de otra.
- De disolución a moles.

\*: Volumen de sustancias gaseosas

#### **1. Conversión de masa (g) a moles y viceversa.**

En estos casos, la relación inequívoca entre las magnitudes viene dada por la masa molar,  $M_m$  (g/mol), de la sustancia de interés.

**Ej 1:** Pasar 5g de  $NH_3$  a moles.

$$5g NH_3 \frac{1 mol NH_3}{17 g NH_3} = 0.29 mol NH_3$$

**Ej 2:** Pasar a gramos 0.5 moles de  $NH_3$ .

$$0.5mol NH_3 \frac{17 g NH_3}{1mol NH_3} = 8.5g NH_3$$

## 2. Conversión de volumen\* (L) a moles y viceversa.

En estos casos, la relación inequívoca entre las magnitudes viene dada por la ecuación de los gases ideales,  $pV=nRT$ . En estos casos siempre tendremos información sobre las condiciones de la reacción (p en y T).

Dadas las siguientes condiciones:  $p=1.3 \text{ atm}$  y  $T=20^\circ\text{C}$

**Ej 1:** ¿Cuántos moles son 2L de  $N_2$ ?

$$n = \frac{p \cdot V}{RT} = \frac{1,3 \cdot 2}{0.082 \cdot 293} = 0.11 \text{ mol } N_2$$

**Ej 2:** ¿Qué volumen ocuparán 0,3 moles de  $H_2$ ?

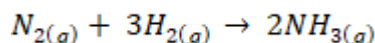
$$V = \frac{n \cdot R \cdot T}{p} = \frac{0.3 \cdot 0.082 \cdot 293}{1.3} = 5.54 \text{ L } H_2$$

**¡¡Recuerda!!** Presión en atm; temperatura en K; volumen en L y R con unidades de  $\frac{\text{atm} \cdot \text{L}}{\text{mol} \cdot \text{K}}$ .

## 3. Conversión de moles de una sustancia a moles de otra.

En estos casos, la relación inequívoca entre los moles de una sustancia con los de otra viene dada por los **coeficientes estequiométricos** de la ecuación química ajustada.

Dada la siguiente reacción, y con los moles iniciales del caso 2, calcular la cantidad de amoníaco que se obtendrá.



$$\left. \begin{array}{l} \text{Ej 1: } 0.11 \text{ mol } N_2 \frac{2 \text{ mol } NH_3}{1 \text{ mol } N_2} = 0.22 \text{ mol } NH_3 \\ \text{Ej 2: } 0.30 \text{ mol } H_2 \frac{2 \text{ mol } NH_3}{3 \text{ mol } H_2} = 0.20 \text{ mol } NH_3 \end{array} \right\} \text{El } H_2 \text{ es el reactivo limitante de la reacción.}$$

**¡¡Recuerda!!** En esta reacción los coeficientes también indican la proporción en que reacciona y se producen los VOLUMENES de las sustancias.

#### 4. Conversión de datos de disoluciones a moles.

En estos casos, la relación inequívoca entre las magnitudes viene dada por la **concentración de la disolución**. En este epígrafe se trata de determinar los moles presentes en un volumen determinado de disolución, para lo que tendremos información sobre la concentración de ésta.

En función de cómo venga expresada la concentración de la disolución puede que no sea suficiente con una única conversión.

**Ej 1:** Determinar los moles que hay en 3L de una disolución 0.75 M (mol/L).

$$3L \text{ disolución} \cdot \frac{0.75 \text{ mol soluto}}{1 L \text{ disolución}} = 2.25 \text{ moles de soluto}$$

**Ej 2:** Determinar la cantidad de soluto (g o moles) que hay en 3L de una disolución al 40% en masa y densidad 1.02 g/mL.

$$3000 \text{ mL disolución} \cdot \frac{1.02 \text{ g disolución}}{1 \text{ mL disolución}} \cdot \frac{40 \text{ g soluto}}{100 \text{ g disol.}} = 1224 \text{ g de soluto}$$

**¡¡Recuerda!!** En la densidad, tanto la masa como el volumen se refieren a la disolución, no a la sustancia de interés. Por ello, se requiere de un dato adicional que nos relacione la masa de disolución con la del soluto, el % en masa.

**Ej 3:** Determinar la cantidad de soluto (g o moles) que hay en 3L de una disolución al 40% en m/v. El % m/v es la concentración en masa, γ, en tanto por ciento.

$$3000 \text{ mL disolución} \cdot \frac{40 \text{ g soluto}}{100 \text{ mL disolución}} \cdot \frac{1 \text{ mol soluto}}{X \text{ g soluto}} = \dots \text{ mol de soluto}$$

**¡¡Recuerda!!** En la concentración en masa, γ, la masa se refiere al soluto y el volumen a la disolución. Al tener información sobre el soluto directamente, no hace falta información adicional como en el ejemplo superior.

#### **Anexo 4:**

Vídeo 1: Reactivo Limitante y excedente - Educatina.

<https://www.youtube.com/watch?v=HGPaohhdE48>

Vídeo 2: Analogías de Reactivo Limitante y en Exceso.

<https://www.youtube.com/watch?v=nbbh7qNMKYs>