

Trabajo Fin de Máster

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

Aprendiendo cómo enseñar ciencia para todos

Learning how to teach science for everybody

Autor

Enrique Guerreiro Gómez

Directores

M^a Esther Cascarosa Salillas

Francisco José Fernández Álvarez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Curso 2018-2019

Índice

1. Introducción	1
1.1. Antecedentes, motivaciones y el deseo de ser profesor.....	1
1.2. El Máster de Profesorado como el comienzo de una carrera de fondo.....	3
2. Justificación de los trabajos escogidos	6
3. Presentación de los trabajos seleccionados	9
3.1. Trabajo «La comprensión de los conceptos de orbital, hibridación y geometría molecular en Química de 2º de Bachillerato».....	9
3.2. Proyecto de Innovación Docente: «Contextualización de la Dinámica a través de la Educación Vial en 1º de Bachillerato».....	12
4. Reflexiones	17
4.1. Análisis de los proyectos presentados.....	17
4.2. Reflexión sobre la labor docente	19
5. Conclusiones	21
6. Bibliografía	23

1. Introducción

La educación es uno de los aspectos esenciales de cualquier sociedad, pues facilita que el individuo desarrolle su intelecto, su moral y su afectividad de acuerdo con las normas de convivencia social, y simultáneamente actúa como agente de transformación social. Es, por ello, una de las áreas del saber que más debate provoca y que, generalmente, recibe críticas desde distintos sectores de la sociedad. Aunque, en las encuestas de opinión realizadas por el Centro de Investigaciones Sociológicas (CIS), la educación, parece tener cierta relevancia entre las preocupaciones de la ciudadanía, la valoración directa dada al ítem Educación muestra que el ciudadano medio no es consciente de la importancia que una buena educación tiene para la sociedad. Por ejemplo, la educación influye directamente en otras inquietudes de los ciudadanos, tales como son el paro o la corrupción. Sobre el primero, la educación permite al individuo no sólo ser más competitivo en el mercado laboral, sino que puede darle autonomía para crear empleo por sí mismo. En cuanto a la corrupción, la formación en valores que recibe el individuo depende de varios agentes como son, la familia, entorno socioeconómico y de la educación reglada, siendo en esta última una tarea de los docentes. Si bien es cierto que como docentes, no podemos influir directamente sobre dichos aspectos, ambos condicionan nuestra labor, a la vez que ésta permite transformar dichos agentes. Tras ese estudio de los factores externos podremos dar una formación adecuada a nuestros alumnos en esa doble vertiente: conocimientos académicos y formación como ciudadanos que logran su independencia y autonomía al mismo tiempo que se forman.

Por tanto, la acción del docente no puede ser casual ni improvisada y, desde luego, requiere de una reflexión acerca de todas aquellas competencias que un profesor debe tener. Un docente, de acuerdo al modelo español, adquiere primero competencias sobre su materia o área del conocimiento, para luego obtener una serie de competencias transversales tales como son la psicología, la sociología, la pedagogía y, en mi caso, la didáctica de las ciencias. A continuación, se analizarán las áreas que personalmente considero más relevantes con respecto a la función docente y cómo modulan o contribuyen a esta. El enfoque es intencionalmente cronológico, comentando primero de la visión previa al máster para posteriormente analizar la formación obtenida en el mismo.

1.1. Antecedentes, motivaciones y el deseo de ser profesor

La primera experiencia en educación la tuve cerca de la mayoría de edad, cuando hice un voluntariado en Cruz Roja Juventud en la delegación de mi ciudad, Soria. Allí existía un programa de apoyo escolar para alumnos de primaria, generalmente procedentes de colectivos en riesgo de exclusión o problemas específicos como violencia en el hogar. Si bien estaba dirigido por maestros y estudiantes de magisterio, existía la posibilidad de que alumnos de bachillerato pudiéramos participar. Posiblemente este fue el primer momento en el que tomé consciencia de que no todo es el conocimiento académico sino que existía algo más. La situación era bastante sencilla: un alumno preguntó cómo hacer divisiones «con caja». La realidad es que no todos los allí presentes

recordábamos el método o no lo sabíamos explicar. De aquí extraje una conclusión que, si bien entonces no la sabía formular con el lenguaje adecuado, da valor a lo que luego se estudia para ser profesor: no es sólo cuestión de conocer algo, sino de conocer las herramientas y metodologías para conseguir que el alumno lo comprenda.

Una vez acabado el bachillerato tenía una motivación que, si bien no era directa hacia la docencia, esta de algún modo relacionada con ella. Decidí estudiar una carrera de ciencias como es la química por adquirir unos conocimientos que luego pudiera devolver a la sociedad, bien sea investigando o bien educando a las futuras generaciones. Por ello, cursé el Grado en Química en Zaragoza. Además, cursé el Máster de Química Molecular y Catálisis Homogénea, con el propósito de ampliar mis conocimientos. Una vez finalizada mi formación me encontraba en un momento en el que mi realidad personal cambiaba, dejaba de ser estudiante de una carrera científica y debía volver a pensar en mi vocación profesional. Por ello, me propuse tener de nuevo contacto con la educación cursando el Máster de Profesorado, e intentar adquirir toda la experiencia posible en el área. De esta manera comencé a cursar estos estudios, simultaneándolos con mi trabajo en una academia y como profesor particular, lo que me mantiene en contacto diario con la docencia. De esta labor, conjugada con las horas de docencia en los Prácticum y la experiencia previa en Cruz Roja, he ido extrayendo algunas conclusiones que considero que orientan mi labor actual y orientarán la labor de docente en un centro de secundaria en el momento en el que pueda acceder a dicho trabajo:

- Hoy puedo decir que durante mis estudios no era consciente de aquellos conceptos que no aprendía correctamente, ni de muchos de los errores de concepto que acumulaba curso tras curso y que se han revelado en el momento de tenerlos que enseñar. Además, me he dado cuenta de que muchos conceptos que consideraba entender no eran sencillos de explicar, lo cual me ha llevado a pensar en que realmente no conocía completamente el proceso cognitivo que había seguido para aprenderlos. La primera lección que recibo después de esta reflexión es, por tanto, tomar consciencia de que nunca dejamos de aprender y que nuestro enfoque o modo de aprender no es único ni extrapolable a todos los alumnos. En especial esto lo he notado en la docencia de la Física, materia que consideraba comprender con soltura debido a las calificaciones en las distintas asignaturas relacionadas, pero que o bien no tenía claro el cómo había construido esos conocimientos, sino que tenía en mi mano un gran número de conceptos y conclusiones que no sabía transmitir. Afortunadamente, esta es una dificultad que se puede solucionar con tiempo y trabajo, y para la que es esencial haber conocido cómo buscar información en revistas especializadas sobre educación.
- Como he comentado al principio, la educación no se reduce a enseñar conceptos teóricos y resolver problemas prácticos relacionados con la materia que impartimos. La otra vertiente de la educación es educar en valores a los alumnos, e intentar poner en valor la importancia de lo que enseñamos a los alumnos para su vida. Es por ello, por lo que una de mis metas es siempre buscar dónde pueden los alumnos

aplicar, o al menos observar, los diferentes conceptos que se imparten en clase. Si bien la contextualización no es la única estrategia a la hora de impartir ciencias –es necesario mencionar la indagación y la modelización–, es cierto que parece tener cierta difusión en varios países con resultados positivos (Caamaño, 2011).

- Si se ha enunciado la tesis de una enseñanza contextualizada de las ciencias, el siguiente paso es plantear por qué es necesaria dicha contextualización, más allá de el objetivo de formar ciudadanos alfabetizados en ciencias. Mellado et al. (2014) ponen de relieve un hecho crucial: aunque se ha investigado en didáctica de las ciencias desde hace décadas, buscando modelos de aprendizaje, se ha descuidado el plano emocional, el cual considero un factor igual de importante que el proceso cognitivo de aprendizaje. Los alumnos de secundaria muestran emociones negativas tales como el aburrimiento y el asco hacia diversos contenidos de la ciencia (Dávila-Acedo, 2017), existiendo además en el mismo trabajo otro factor preocupante: los alumnos atribuyen el nerviosismo o preocupación que les provocan las ciencias al docente responsable, especialmente en el momento de la evaluación. La solución va más allá de la contextualización. Por un lado, la parte relacionada con las actitudes generales tendría como solución una mejor interacción con los alumnos, mejorando la comunicación e intentando entender sus emociones. Las dificultades concretas con la evaluación se pueden subsanar con sistemas más transparentes hacia los alumnos, más justos y que de verdad se vean como un método de medida de las competencias que aprenden los alumnos.

Estas apreciaciones han ido surgiendo a lo largo de todo este año, aunque algunas de las ideas ya estaban en fase de incubación desde mis primeros contactos con la docencia.

1.2. El Máster de Profesorado como el comienzo de una carrera de fondo

Posiblemente hubiera sido incapaz de enunciar las consideraciones del apartado anterior sin haberme dedicado este año a superar los estudios de este Máster. Si bien es cierto que la percepción previa –basada en comentarios de exalumnos y familiares docentes– era que se trataba de un trámite de un año que había que completar para acceder a la profesión, la realidad es que durante este año considero que he aprendido a expresar mis observaciones previas acerca de la educación y he estudiado cómo es posible dar una solución a las mismas. Para valorar el aporte de las distintas materias cursadas se van a agrupar de acuerdo a cómo afectan a las ideas expuestas previamente.

1.2.1. Las dificultades del profesor con la ciencia

La primera apreciación que he hecho se podría resumir en que cuando acabé mi formación universitaria tenía la sensación de conocer con relativa profundidad un conjunto de leyes y teorías que gobiernan el funcionamiento material de todo lo que nos rodea. Sin embargo, como he mencionado, encontraba dificultades en el modo de transmitir dichos conocimientos.

En el primer cuatrimestre del Máster se cursa la asignatura de *Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje en las especialidades de Física y Química y Biología y Geología*, en adelante nos referiremos a ella como *Fundamentos* por brevedad. Esta asignatura te incita a ver la educación en ciencias de otra manera, alejada de la visión que hemos tenido como alumnos. A lo largo de mi paso por la Educación Secundaria y el Bachillerato construía mi idea de la ciencia. No era necesario tener en cuenta que hay distintos puntos de vista y que lo que enseña el profesor no se tiene por qué corresponder con lo que aprende el alumno. A través de mi paso por Fundamentos comprendí la existencia de qué es una idea alternativa, comprobar su importancia y concluir que son un uno de los puntos más a tener en cuenta a la hora de realizar una propuesta. También se puso de relieve la necesidad de realizar preguntas adecuadas, la problemática del uso de distintos modelos a lo largo de los cursos para explicar los mismos conceptos y cómo todo esto se encuentra mejor o peor plasmado en los libros de texto. Fundamentos es, por tanto, el despertador que me hizo tomar consciencia de la complejidad de la tarea que implica ser un profesor de ciencias.

La primera observación también hacía hincapié en las propias dificultades del profesor a la hora de comprender de forma adecuada los contenidos que debe impartir. Merece una mención positiva la asignatura *Contenidos Disciplinarios de Física* en el camino para mejorar en este aspecto. Si bien la asignatura es esencialmente un repaso acelerado de los contenidos de la mitad de la especialidad en la cual no tengo estudios superiores, durante las sesiones de la misma tuvimos la suerte de contar con un docente que si bien no tenía experiencia directa en docencia de secundaria, su bagaje como armonizador de la EvAU y docente de primeros cursos de Universidad permitió identificar muchas dificultades comunes en los currículos de ESO y Bachillerato, además del asentamiento de los conocimientos teóricos básicos.

1.2.2. *Cómo enseñar ciencias*

Como continuación a Fundamentos están las asignaturas de Didáctica de las Ciencias del segundo cuatrimestre, *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química y Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química*, en adelante *Diseño y Evaluación*. La primera asignatura, *Diseño*, se centra en las características propias de la docencia de las ciencias y entre los distintos temas tratados destaco una de las características propias de la enseñanza de las ciencias: los trabajos prácticos. Hemos tenido la suerte de contar con diversas experiencias, que merecerían un trabajo aparte, pero sí he podido extraer algunas conclusiones elementales acerca de esta herramienta que tenemos disponibles los docentes para una mejor enseñanza de las ciencias y una manera de poner en contexto la ciencia que ya conocemos. También fueron relevantes las reflexiones acerca de los distintos enfoques para la enseñanza de la ciencia, tales como son el CTS o el STEM.

En *Evaluación* hemos estudiado mucho más allá de lo que es evaluar, y prefiero centrarme ahora en la sección de Innovación ya que me ha parecido relevante para cambiar mi concepción de lo que puede ser un buen docente. Siempre recuerdo con cariño

mis clases de ciencias y matemáticas del instituto, pero es cierto que solían centrarse en demostraciones magistrales realizadas por profesores en los que la experiencia les había conferido una suerte de poder de asombrar y atrapar a sus alumnos con el mero uso de la tiza y la palabra, y consideraba que era un método suficiente antes de comenzar el Máster. Sin embargo, ya he comentado la necesidad de hacer una ciencia más accesible y que responda las preguntas de la sociedad, o a las inquietudes presentes y futuras que puedan tener nuestros futuros alumnos. Gracias al uso de algunos ejemplos y las valiosas intervenciones de ponentes invitados queda claro que es posible y es positivo encontrar nuevas maneras de enseñar para lograr un mejor aprendizaje en nuestros alumnos. Este espíritu se puede resumir en una de las intervenciones de uno de los invitados a la asignatura: aprovechemos cada contenido nuevo a enseñar para innovar.

1.2.3. *El alumnado es el protagonista de nuestra labor*

La última observación se centraba en los aspectos emocionales de nuestros alumnos, y el hecho de que haya sido la última no quiere decir que no sea tan importante como los demás, sino que realmente es la base de una educación centrada en el alumno.

A través de la asignatura obligatoria *Interacción y convivencia en el aula* y la optativa *Educación emocional para el profesorado* he tenido un acercamiento formal y práctico a una de las áreas en las que jamás había recibido formación, la psicología. Los alumnos de secundaria están pasando por un proceso, la adolescencia, lleno de cambios físicos y psicológicos, los cuales condicionan su desempeño académico. Pese a que podía parecer una serie de conocimientos que ya tenía asumidos, ha sido muy enriquecedor definir términos como autoestima y motivación, sus tipos y sus implicaciones en la educación. El cómo tratemos a los alumnos, junto a comentarios de nuestros padres y compañeros pueden disminuir su autoestima y mermar su capacidad para aprender (Alcántara, 2001). Teniendo esto en cuenta, es nuestro deber conseguir una clase donde interactuemos con los alumnos de manera asertiva y respetuosa.

En el apartado emocional se había comentado una de las partes que más emociones negativas suscita en los alumnos, el proceso de evaluación de sus aprendizajes. Gracias a la introducción sobre este tema realizada en la asignatura de *Procesos de Enseñanza y Aprendizaje* y la ya mencionada asignatura de Evaluación he tenido la oportunidad de conocer instrumentos de evaluación que no conocía y, sobre todo, llegar a la conclusión de que evaluar no es sólo calificar. Ahora conozco las ventajas de la evaluación formativa y de instrumentos como la rúbrica o el portfolio.

1.2.4. *Valoración global*

El paso por el Máster me ha permitido conocer las distintas áreas de conocimiento que tiene que conocer un docente, muchas de las cuales desconocía antes de empezar. Además, me ha dado herramientas para seguir formándome porque, como profesores, nosotros tampoco dejamos nunca de aprender. A continuación, se profundizará en algunos de los trabajos desarrollados a lo largo de este curso académico.

2. Justificación de los trabajos escogidos

Nuestra especialidad, Física y Química, se compone fundamentalmente de docentes con formación superior en las dos disciplinas, que suelen ser consideradas dos áreas de conocimiento diferenciadas dentro de las ciencias, una con mayor trasfondo matemático y la otra con mayor componente experimental. No obstante, existen áreas de contacto, tales como son la electricidad y la electroquímica, la termodinámica y su aplicación en las reacciones químicas o la estructura de la materia, entre otras. Posiblemente estas relaciones sean el motivo por el cual no siempre queda clara la diferencia entre ambas, y por tanto el enfoque en la docencia de las mismas tiene que estar interrelacionado.

Como profesores de Física y Química y científicos que somos, debemos ser competentes en ambas materias y profundizar por igual en ambas. Sin embargo, no existe una titulación universitaria que permita profundizar en ambas por igual, una suerte de Graduado en Física y Química. Por ello, dado que mi titulación es Graduado y Máster en Química decidí complementar mi formación en el campo de Física como primer paso para ser buen profesor de la misma. Para ello, en este Máster he orientado mis propuestas de trabajos hacia el campo de la Física a modo de reto personal. De este modo, así fueron las principales actividades realizadas en el Máster, por orden cronológico:

1. Diseño de una prueba de evaluación (Diseño Curricular): Física de 1º de Bachillerato. Fue una de las primeras tareas del Máster centrada en didáctica de las ciencias. La encontré algo compleja ya que no tenía experiencia real en un instituto, pero sí me sirvió para comenzar a identificar objetivos en base a un currículo y cómo plantear preguntas.
2. Programación Didáctica para Física y Química de 3º de la ESO (Diseño Curricular). De nuevo, una propuesta que realizaba sin tener demasiada experiencia en docencia, y que si bien se centra en un curso donde esencialmente se enseña Química, me resultaba complejo en ciertas ocasiones al trabajar con modelos y conceptos que para mí ya estaban superados.
3. Trabajo de Fundamentos sobre Química de 2º de Bachillerato. Fue un trabajo teórico acerca de ideas alternativas y otros factores que pudieran afectar a la comprensión de los conceptos de orbital y, en esencia, a lo que aprenden los alumnos sobre la estructura de la materia en distintos cursos.
4. Docencia impartida en el Prácticum: Física y Química en 2º de la ESO y 1º de Bachillerato, Física de 2º de Bachillerato. Tuve la oportunidad de hacer sesiones de distintos contenidos de Física a varios niveles y conceptos: Luz y Sonido en 2º de la ESO, Dinámica en 1º de Bachillerato y Óptica en 2º de bachillerato. Fue interesante al poder relacionar un mismo concepto –la luz y su comportamiento– en dos niveles tan distanciados entre sí.

5. Proyecto de Innovación Docente (Evaluación e Innovación): Física de 1º de Bachillerato. Era un proyecto para emplear la Educación Vial como contexto para la docencia de la Dinámica, basado en situaciones de las que se extraía el significado físico.
6. Propuesta Didáctica (Diseño): Física de 2º de Bachillerato, centrada en una parte del bloque de contenidos de Óptica. Fue una propuesta basada y posiblemente condicionada por mis observaciones del Prácticum y centrada en conseguir un aprendizaje significativo a la par que útil para los alumnos que están en este complicado curso académico.

Las actividades se pueden clasificar en trabajos con clara orientación a la aplicación en el aula (actividades 1, 2, 4, 5 y 6), mientras que la tercera actividad es una reflexión acerca de la propia naturaleza de lo que enseñamos, que tiene como utilidad profundizar en las concepciones que tienen los alumnos sobre la ciencia que enseñamos.

Llegados a este punto, los objetivos que me planteé a la hora de realizar este Trabajo Fin de Máster fueron reflexionar sobre dos aspectos de la docencia de las ciencias ya mencionados en la Introducción, estos son:

1. Profundizar en los contenidos científicos desde el punto de vista didáctico. Como se comentaba en la introducción existe una diferencia entre la ciencia que conoce el profesor, la que enseñamos, y la que aprenden los alumnos. Además, en ciencias es especialmente importante las ideas previas de los alumnos acerca de la ciencia. Algunas de estas concepciones pueden estar equivocadas y ser persistentes por basarse en la propia observación del mundo por parte del alumno (Hierrezuelo y Montero, 1989).
2. Encontrar y poner en valor estrategias para facilitar la comprensión de la ciencia, para lo cual pretendo mostrar su utilidad en nuestra vida cotidiana.

Estos objetivos surgen de las competencias del Máster, concretamente la competencia específica 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” (Universidad de Zaragoza, 2018).

Por lo tanto, en línea con los objetivos anteriores este Trabajo Fin de Máster se centra en los siguientes trabajos, que se encuentran disponibles en los Anexos:

- *La comprensión de los conceptos de orbital, hibridación y geometría molecular en Química de 2º de Bachillerato* (Fundamentos)
- *Contextualización de la Dinámica a través de la Educación Vial en 1º de Bachillerato* (Proyecto de Innovación Docente)

El primer trabajo atiende esencialmente al primer objetivo, y se centra en un análisis bibliográfico y de textos docentes basado en un estímulo de mi propia experiencia como alumno. Además, a nivel personal me ha permitido hacer una reflexión muy

profunda acerca de cómo había aprendido esos conceptos a lo largo de mi formación académica.

La segunda propuesta atiende esencialmente al segundo objetivo, el cómo diseñar una ciencia más cercana a los alumnos. Sin embargo, fue necesaria una labor de revisión bibliográfica acerca de las ideas alternativas y principales dificultades de los alumnos acerca del bloque de contenidos sobre el que trata la propuesta. La considero una propuesta que integra revisión, diseño de actividades y se complementa con el análisis de los resultados, ya que fue llevada a la práctica durante mi periodo de Prácticum en el IES Goya de Zaragoza. Esto es, posiblemente el trabajo más completo del Máster en cuanto a las competencias que permite desarrollar.

Además de justificar cómo atienden los trabajos escogidos a los distintos objetivos, existen otros dos motivos adicionales para su elección. Por un lado, la elección de un trabajo realizado al comienzo del Máster y otro realizado prácticamente al final da pie a reflexionar acerca de cómo ha podido cambiar mi visión a lo largo de todo el proceso. Es por ello que especialmente en el primer trabajo se amplía con nuevas referencias a fin de dar mi visión actual sobre el mismo. Para finalizar, esta elección permite además mostrar un equilibrio entre las dos partes de nuestra especialidad, tal y como comentaba al principio.

3. Presentación de los trabajos seleccionados

3.1. Trabajo «La comprensión de los conceptos de orbital, hibridación y geometría molecular en Química de 2º de Bachillerato»

Este trabajo, el cual se presenta en el Anexo A, fue presentado al final del primer cuatrimestre del Máster, y consistía en una memoria donde se debía analizar algún contenido concreto del currículo y analizar su lenguaje, las posibles ideas alternativas, la trasposición didáctica, el uso de modelos o el conocimiento didáctico del contenido. No era necesario analizar un único aspecto, y de hecho en este caso se hizo un análisis de ideas alternativas, conocimiento didáctico del contenido y se estudió el cómo se mostraban los modelos de enlace en dos libros de bachillerato. La extensión propuesta era demasiado corta para haber realizado análisis más exhaustivos, por lo que en ciertos puntos se propone cómo podría crecer este trabajo.

3.1.1. Motivación

Según se lee en la Introducción, una de mis observaciones es que ni la ciencia que conozco por mi formación es suficiente para enseñar ciencia en secundaria, y que la manera en la que he entendido los conceptos a lo largo de tantos años no es única. Por ello, la búsqueda del aspecto del currículo a estudiar se realizó comentándolo en el grupo de amigos y excompañeros de clase del instituto. Les pregunté que cuál era el aspecto de la Física y Química que habían estudiado que les había resultado más dificultoso. Si bien varios no recordaban qué habían estudiado hace seis o más años –primera observación preocupante–, empezaron a surgir algunas de las dificultades más habituales dentro de la disciplina, como es el concepto de mol. Poco a poco las conversaciones recordaban con cierta aversión los ejercicios de geometría molecular que se hacían en Química de 2º de Bachillerato, a los que más de una persona llamó «pulpitos», y que todas decían haber hecho de manera mecánica, sin entenderlos. Más allá de lo desconcertante o incluso gracioso que nos pueda resultar ese término, me hizo reflexionar: ¿realmente el sistema educativo había conseguido que los alumnos entendieran ese aspecto o sólo sabían hacer el ejercicio del examen de la Prueba de Acceso a la Universidad? Al principio consideraba que las dificultades serían a nivel de comprensión de los conceptos abstractos de la teoría cuántica, aunque acabó abriéndose un abanico de distintas causas que podían influenciar a la comprensión de este concepto.

3.1.2. Análisis de las causas que afectan a la comprensión del concepto de orbital y la estructura de la materia

El primer hecho que se analizó en el trabajo fue la formación que tenemos los futuros profesores acerca del concepto. Tras analizar los planes de estudios y debatir entre compañeros de estudios se llegó a una conclusión: en la propia carrera se emplean modelos que explican la estructura de la materia, pero se profundiza bastante poco en cuál es el conocimiento científico que hay detrás de los modelos, o bien no es estrictamente necesario conocerlo para superar las distintas asignaturas. Este comentario es válido para los estudiantes de química, mientras que los físicos sí tienen un conocimiento más íntimo

—o matemático— de la disciplina, aunque tampoco trabajan tanto con las aplicaciones en química de la teoría cuántica. Visto con cierta perspectiva y habiendo trabajado más sobre el uso de modelos en el Máster, se puede decir algo más: los alumnos de ciencias en ciertas ocasiones nos basamos en ir aceptando modelos sucesivamente, sin detenernos en si realmente los entendemos. Más allá, en muchos momentos empleamos modelos más sencillos que los que hemos llegado a conocer, bien por sentirnos más cómodos o bien porque ese modelo tiene la suficiente capacidad de explicación. Generalmente en la universidad llegamos al «modelo final» y consideramos que ya entendemos todo. Este uso instrumental de los modelos es la primera dificultad identificada, que afecta en este caso y posiblemente afecte a otras áreas de la disciplina. El conocimiento del contenido científico es una de las bases del conocimiento que tiene que tener el profesor (Gess-Newsome y Lederman, 2006), por lo que la falta de una base sólida puede ser una de las causas del problema que estamos tratando. La base subyacente, la mecánica cuántica, parece ser uno de esos conceptos sobre el que los propios físicos han reflexionado, llegando a conclusiones tan atrevidas como la de Feynman (1980), en la que apuntó «puedo decir con seguridad que nadie entiende la mecánica cuántica». Esta afirmación se puede matizar en el sentido de que, si bien el concepto es complejo, lo realmente importante aquí es plantearnos si los profesores conocemos lo suficiente la teoría como para poder trasponerla y enseñársela a nuestros alumnos.

Esta primera dificultad se llevó luego al proceso que siguen los alumnos en las clases de ciencias donde se explica la estructura de la materia. A partir de una de las tablas del trabajo se ha elaborado el siguiente gráfico, presente en la Figura 1. En él se resumen los modelos que se enseñan y se categorizan en dos dimensiones: según su enfoque (de macroscópico a microscópico) y según su capacidad de explicación, variable que describe Taber (2016).

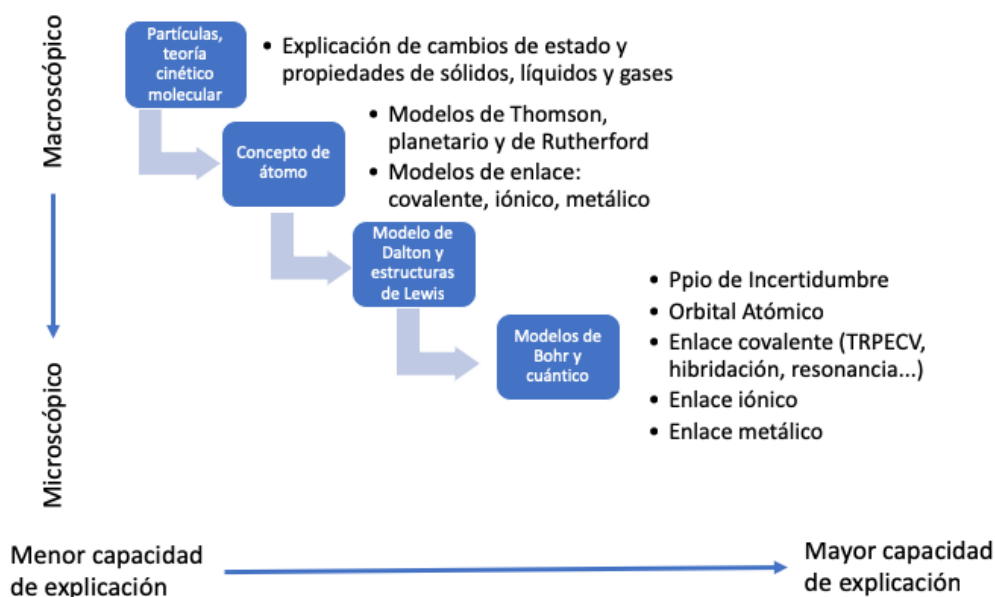


Figura 1. Sucesión de modelos empleados de 2º de la ESO a 2º de Bachillerato. Cada bloque azul representa el modelo fundamental en cada curso.

El estudio de la temporalización de contenidos permite extraer varias conclusiones directas: cada curso se aporta un modelo más cercano a la realidad, los modelos se explican en orden cronológico de acuerdo a su aparición y cada vez tienen un enfoque más microscópico. Sin embargo, se apreciaron algunas dificultades. El primer modelo que se trabaja asume que la materia está hecha de partículas –sin definir siempre el concepto de átomo–, las cuales se suelen representar por medio de esferas macizas. A continuación, los modelos de enlace que se introducen en tercero de la ESO suelen emplear también este enfoque de átomos no huecos. Hasta que no se empieza a plantear el modelo planetario no se rompe esta concepción de que el átomo está esencialmente vacío, concepción de la que no era consciente hasta que no estaba buscando información para realizar el trabajo. En efecto, se ha documentado en varios estudios la tendencia de los alumnos a emplear modelos macroscópicos más sencillos (González Felipe, Aguirre Pérez, Fernández César, y Vázquez Molini, 2018) y las dificultades con el concepto de vacío (Gómez Crespo y Pozo Muncio, 2003).

Por último, una vez vistas las dificultades presentes en el estudio de la estructura de la materia previas a segundo de bachillerato, se estudió cómo se trataban los conceptos en algunos libros de texto. En la Figura 2 se muestra una imagen del trabajo donde se aprecia cómo se representan los orbitales moleculares del eteno.

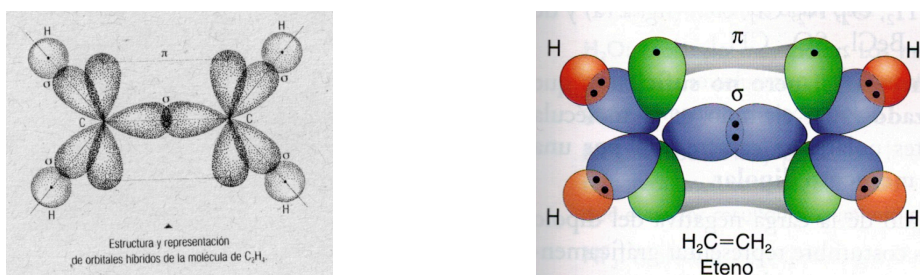


Figura 2. Representaciones de los orbitales híbridos y esquema de enlace en la molécula de eteno. Izquierda, editorial Edelvives; derecha, editorial Anaya.

En la imagen de la derecha se aprecia la consecuencia de ese enfoque de átomos macizos aplicado al dibujo de orbitales: los orbitales se representan como superficies cuando en realidad dichas superficies son la región de mayor probabilidad de encontrar al electrón. Además, los electrones se dibujan perfectamente localizados. Si bien este tipo de representación es útil y permite su trabajo de forma sistemática o incluso mecánica, no apoya los conceptos de principio de incertidumbre y concepto de orbital como función de onda que son también parte del currículo. El tratamiento realizado en la parte izquierda posiblemente sea una mejor representación: los orbitales se representan como nubes de puntos y se evita colocar los electrones en un lugar definido. Por lo tanto, es una representación que, si bien sigue siendo un modelo, es más consecuente con el conocimiento científico y no contradice los conceptos teóricos que se transmiten a los alumnos.

3.1.3. Conclusiones y perspectivas de futuro

En el planteamiento inicial de este trabajo consideraba que las dificultades que podía plantear el concepto de orbital eran únicamente aquellas relacionadas con el carácter probabilístico de la mecánica cuántica, lo cual es nuevo para los alumnos, acostumbrados a la ciencia determinista que han estudiado los alumnos durante toda su escolaridad. Sin embargo, encontré que había más dificultades de fondo, tales como la formación del profesorado, la influencia de los modelos empleados en cursos inferiores e incluso las representaciones de los libros de texto. Es por ello que la conclusión que obtengo como profesor es que hay que tener en cuenta todas esas concepciones alternativas de los alumnos e intentar trasponer la ciencia académica de forma más coherente. A partir de este trabajo comencé a valorar los distintos modelos que se emplean a lo largo de los currículos de ESO y Bachillerato, observándolos de una manera más crítica y extrayendo una conclusión fundamental: si bien el uso de modelos sencillos es necesario para explicar ciertos fenómenos en los primeros cursos, sería conveniente transmitir a los alumnos que empleamos modelos para simplificar y que un modelo como tal no es necesariamente una representación de la realidad.

Como cierre, me parece necesario plantear la siguiente pregunta: ¿es necesario presentar a los alumnos una cantidad tan elevada de modelos? Se suele argumentar que es positivo usar la perspectiva histórica como método de mostrar a los alumnos la propia naturaleza de la ciencia y con la idea de que exponer la construcción del conocimiento humano tal y como se hizo en su momento (Tsaparlis, 1997). No obstante, otros autores como (Taber, 2016) sí consideran que en el momento de emplear modelos se tendría que hacer ver a los alumnos «su importancia, pero también el hecho de que han de ser vistos como etapas hacia una comprensión del mundo natural más que como una verdad final». La situación actual, en la que cargamos a los alumnos de modelos –algunos tan variopintos como el del «pudín de pasas» o modelo de Thomson– que pueden presentar contradicciones entre sí, no parece haber dado los mejores resultados en la comprensión de la naturaleza de la materia cuando se pasa al nivel microscópico.

3.2. Proyecto de Innovación Docente: «Contextualización de la Dinámica a través de la Educación Vial en 1º de Bachillerato»

El Proyecto de Innovación Docente fue realizado para la asignatura de Evaluación, Innovación e Investigación Educativa, y llevado a la práctica en un grupo de 1º de Bachillerato en el IES Goya de Zaragoza. Está enmarcado en la parte de contenidos de Física y concretamente en el bloque de contenidos de Dinámica. Se encuentra recogido en el Anexo B de este trabajo.

3.2.1. Motivación

Uno de los objetivos que me planteaba a la hora de ser profesor era poder enseñar ciencia, mi pasión, intentando que los alumnos la perciban como algo cercano y que tiene utilidad en sus vidas. Por ello, en el momento que escogí explicar el bloque de contenidos de Dinámica en el Prácticum, intenté ver cómo se pueden poner en contexto los distintos contenidos del bloque, tales como son las leyes de Newton, las relaciones con la

cinemática, la fuerza centrípeta, el rozamiento o los planos inclinados. Varias ideas vinieron a mi mente, y al principio planteaba estructurar el bloque de contenidos a partir de una serie de experiencias prácticas –en las que bien intervenían los alumnos, o bien eran demostraciones del docente– que mostrasen los contenidos. Sin embargo, una reflexión más calmada evidenciaba que había limitaciones a la hora de plantear este tipo de proyecto:

- Un gran número de alumnos en el grupo. Era complicado plantear experiencias que permitieran que todos los estudiantes estuvieran involucrados, bien por los medios disponibles o bien por el espacio disponible para la realización de las mismas.
- No tenía evidencia del nivel de competencia que podían tener los alumnos en la toma y tratamiento de datos, por lo que podría haber sido contraproducente introducir algunas experiencias por la necesidad de tener que explicar una serie de destrezas que no están relacionadas directamente con los objetivos del bloque de contenidos.
- El tiempo disponible para impartir el bloque de contenidos planteaba la dificultad de que no fuera posible tratar todos los aspectos.

Por las razones descritas se planteó llevar a cabo la docencia en el aula. En el proceso de preparación se observaron algunas variables más, como era la presencia de varios chicos interesados en el mundo del motor. Además, era un grupo de la modalidad del Bachillerato de Ciencias que escoge las asignaturas de Dibujo Técnico y Tecnología Industrial, por lo que tenía sentido plantear al menos un contexto acorde con las características del grupo.

Continuando con el objetivo de hacer una ciencia más cercana, al final se llegó a la propuesta de contextualizar en la medida de lo posible el bloque de contenidos a través de la Educación Vial, al ser alumnos que en un año estarían en disposición de obtener el permiso de conducir y porque es un objetivo transversal para el Bachillerato (Ministerio de Educación, Cultura y Deporte, 2018). No se han contextualizado todos los criterios del bloque, ya que algunos como la atracción gravitatoria eran de complicada adaptación al contexto. Sin embargo, la gran mayoría sí fueron contextualizados, empleando la Educación Vial como hilo conductor.

3.2.2. *Fundamentación teórica*

La fundamentación del trabajo se basó en dos puntos clave fundamentales: justificar el uso de la contextualización y un estudio de las principales dificultades ya reconocidas en la literatura acerca de la dinámica.

Los propios profesores de la disciplina han reconocido que «a menudo que los contenidos de nuestra materia se hallan muy distantes de los intereses de nuestro alumnado.» (Caamaño, Enrech, Plana, Pont, y Pueyo, 2005). En un bloque como es la dinámica es muy frecuente que los problemas sean del estilo «un bloque descansa sobre un plano inclinado...», cuando en realidad dichos bloques son abstracciones que los

alumnos pueden no entender, o no dedicar tiempo a buscar las posibles aplicaciones en su vida cotidiana. Por ello hay que buscar contextos más cercanos a los alumnos. Además, autores como Pastor (2014) apoyan la contextualización en el sentido de que permite que los alumnos, al percibir como útiles los contenidos, los recordarán mejor.

Por otro lado, el diseño de cualquier propuesta didáctica –y más aún si nos planteamos realizar una innovación– requiere un estudio previo de las dificultades más comunes entre los alumnos. En el trabajo anterior ya se pone de relieve la importancia de este hecho, al haber encontrado dificultades que como profesor en formación no me había planteado. Durante la búsqueda bibliográfica se encontraron algunas dificultades clave que se resumen en la Figura 3. En ella, se resumen todas las dificultades citadas y se hace una clasificación que no se había planteado en el trabajo: dificultades relacionadas con concepciones previas acerca del movimiento y las fuerzas y aquellas que aparecen en el propio desarrollo de los contenidos de dinámica.

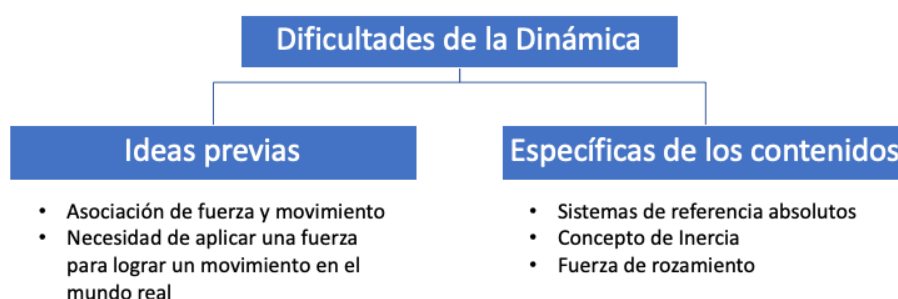


Figura 3. Dificultades que podemos encontrar en los alumnos relativas al bloque de contenidos. Adaptado de Espinoza (2005) y López Ríos y Covaleda (2005).

Las ideas previas de los alumnos suelen coincidir con las que se tenían por correctas antes de Galileo y Newton (Espinoza, 2005). Estas ideas previas afectan directamente a las dificultades específicas que se plantean en los contenidos a explicar. Por un lado, la asociación de que para que haya movimiento es necesaria una fuerza dificulta la comprensión del concepto de inercia, y el rozamiento es un suceso presente en el mundo real que suele ser complicado por dos razones: dificulta la comprensión de la primera ley de Newton y además es responsable de ciertos fenómenos tales como que un coche pueda tomar una curva o se frene en ausencia de más fuerzas.

3.2.3. Descripción de las actividades planteadas

El proyecto se llevó a cabo en cinco actividades, las cuales eran planteadas a lo largo del bloque de contenidos. A continuación, se describen los aspectos clave de cada actividad y las dificultades encontradas:

1. *Primera ley de Newton y el concepto de inercia.* Se realizó una pequeña introducción a la dinámica, enunciando la primera ley de Newton. Se hizo mención a las ideas que se tenían antes de Newton y se estudió por qué eran ideas que no eran consistentes, a fin de que aquellos alumnos que tuvieran ideas similares pudieran tomar consciencia de ello. A

continuación, se visionó un anuncio de la Dirección General de Tráfico (el enlace se encuentra en la memoria) en el que se enunciaba directamente la primera ley y se mostraba los efectos de la inercia en un accidente de tráfico. Se planteaban preguntas sobre el vídeo en el contexto de la dinámica, a fin de que los alumnos explicaran con sus palabras los fenómenos. En este punto aún se encontró alguna mención a «fuerzas que te llevan hacia delante», por lo que se mantuvo el énfasis en el concepto de inercia durante el resto de sesiones. Al final se logró que una mayoría de los alumnos reemplazaran la presencia de esas fuerzas inexistentes, y se consiguió que supieran aplicar lo aprendido tanto en preguntas orales como en el examen.

2. *Fuerza de rozamiento.* La siguiente actividad que se contextualizó en el marco de la Educación Vial tenía como objetivo explicar el origen del rozamiento. Para ello se expuso unos vídeos donde se veían distintas frenadas de un automóvil a distintas velocidades. Cada situación se convertía en un problema para trabajar, donde se les daba la distancia de frenado y la velocidad inicial (un ejemplo se aprecia en la Figura 4). Los alumnos obtenían el coeficiente de rozamiento y así podían calcular la distancia de frenado a otra velocidad. También permitía dar significado al valor del coeficiente de rozamiento, ya que lo calculaban en suelo seco y en suelo mojado. Si bien fue una actividad que se tuvo que practicar en menos tiempo del esperado, los alumnos consiguieron interiorizar el concepto, tanto por sus intervenciones como por distintas preguntas que hubo en el examen.



Figura 2: fotograma del vídeo proyectado en clase, donde se ven los datos que tienen que tomar para realizar la tarea pedida. (En el Anexo 1 del PID se encuentra el enlace al vídeo completo)

3. *Planos inclinados: razonando una pregunta del examen teórico de conducir.* Los planos inclinados es una de las situaciones que se plantea a los alumnos dentro del bloque de contenidos. La actividad consistió en un problema que se planteó para su elaboración durante las vacaciones de Semana Santa (el problema se incluye en los anexos del PID). En esta actividad se buscaba por un lado que los alumnos practicaran un buen

método para resolver problemas –que se había explicado en clase con otras situaciones– y que asentaran el concepto de fuerza de rozamiento, especialmente su sentido de oposición al movimiento. El trabajo tuvo una acogida desigual, ya que no todos los alumnos lo entregaron. No obstante, se encontró que aquellos alumnos que sí lo presentaron mostraron una mejoría clara en el trabajo con problemas en el examen final que hicieron.

4. *Velocidad máxima en curvas con y sin peralte.* En esta actividad se estuvo trabajando el concepto de fuerza centrífuga y se hizo desde el primer momento alrededor de la pregunta «¿por qué no se salen los coches de las curvas?». Aquí se planteó cómo es la inercia la que haría al coche salirse de la curva, y no ninguna fuerza ficticia como es la «fuerza centrífuga», y de cómo el rozamiento se opone a ese movimiento y es la causa de que el coche se mantenga. Como complemento, se planteó el caso sencillo de curva con peralte sin rozamiento y se plantearon preguntas a fin de que relacionasen lo aprendido con la conducción, la presencia de lluvia y con los deportes de motor.
5. *Charla de Educación Vial.* Esta última actividad se pudo realizar el último día del Prácticum, y si bien no estaba planteada dentro de las cuatro primeras, se aprovechó para que fuera la actividad de cierre del bloque de contenidos. Los alumnos tenían una visita al Auditorio, donde asistieron a la actividad *The Road Show*, organizada por Policías por la Seguridad Vial. Al final de la misma muchos alumnos plantearon preguntas y comentarios donde relacionaban lo aprendido con lo que acababan de ver. Además, como actividad de despedida, algunos alumnos mostraban claro interés y se les plantearon preguntas adicionales.

3.2.4. Resultados y valoración del proyecto

En general el proyecto tuvo buena acogida, aunque es cierto que en el aula existía un pequeño grupo de alumnos que o bien abandonaban el Bachillerato de Ciencias, o bien acarreaban suspensos previos y no tenían demasiada motivación. No obstante, en el examen existían una serie de preguntas que relacionaban los conceptos con la Educación Vial, preguntas que varios de ellos sí contestaron con un nivel de competencia aceptable.

En las consideraciones finales del proyecto se han comentado algunos de los aspectos a mejorar del proyecto, como era que el tiempo de realización de algunas actividades no estuvo tan medido, lo cual llevó a un cierto descontrol en el aula. Además, una vez visto cómo otros compañeros trabajaron y expusieron sus respectivos PID, se aprecia que en cada actividad hubiera sido necesario tomar más datos de las intervenciones de los alumnos, a fin de describir mejor la interacción alumno-profesor y poder evaluar mejor el aprendizaje. Por finalizar, una mejora clara de este proyecto pasaría por incorporar alguna experiencia de laboratorio y técnicas de aprendizaje cooperativo en la resolución de problemas, que si bien se practicaba es posible que no se hiciera suficiente hincapié en ello.

4. Reflexiones

En este apartado se discutirá primero acerca de los dos trabajos planteados, para continuar luego con una reflexión final basada en aquellos aspectos relevantes acerca de aquello que considero importante en la formación de un profesor de ciencias.

4.1. Análisis de los proyectos presentados

En este Trabajo Fin de Máster se han expuesto dos trabajos con finalidades académicas aparentemente diferentes. Por un lado tenemos un trabajo teórico y por el otro, una aplicación en el aula. No obstante, ya se ha indicado que trabajos como el primero son el reflejo de la labor de revisión bibliográfica que tendría que hacer el docente pero que pasa más desapercibida o a veces es ignorada o poco apreciada por algunos profesores (Murillo, Perines, y Lomba, 2017). Desde la introducción planteaba una de las necesidades que me han surgido era el encontrar métodos para enseñar, o comprender mejor cómo entienden los alumnos los conceptos. Es por ello que trabajos como el primero que se han propuesto me parecen interesantes por dos motivos: por un lado, mejoran la perspectiva del docente de cara a diseñar actividades, por el otro, me ha permitido ir más allá y cuestionar mi propio aprendizaje. Con la perspectiva actual, tras pasar por otro cuatrimestre de Máster, es posible realizar un análisis crítico del mismo.

En primer lugar, si bien el uso de una experiencia como motivación puede servir para el alcance un trabajo universitario –y más si tiene límite de extensión–, una mejor investigación hubiera supuesto ampliar el enfoque y haber constatado, posiblemente a pie de aula, las auténticas dificultades que presentan los alumnos. Posiblemente, muchas de las dificultades en el aprendizaje encontradas en la bibliografía habrían aflorado en ese momento. Indudablemente, esta aspiración es con visión de futuro: me planteo seriamente trabajar de este modo durante mi práctica docente. La conjunción de revisión de lo que ya se haya escrito y lo que el propio docente pueda aportar considero que es un elemento esencial en el trabajo de cualquier docente. Es más, las conclusiones que puedan aparecer al trabajar de este modo serán de mejor aplicación en la práctica docente, al nacer y ser aplicadas en el mismo contexto educativo.

Continuando con este primer trabajo, es necesario estudiar si el trabajo llegó a algún resultado más allá de incentivar a seguir trabajando en ello. En ese aspecto, apenas hubo espacio para profundizar en la pregunta inicial –las dificultades en la comprensión de los conceptos de orbital en el curso indicado– por lo que sería uno de los aspectos en los que se tiene que seguir trabajando. Por otro lado, quedaba claro que antes de trabajar las dificultades específicas en segundo de bachillerato existían problemas de fondo, tales como el concepto de vacío o el salto de modelos macroscópicos a enfoques microscópicos de la materia.

Es por ello que antes de tratar las aspiraciones tan elevadas que me había planteado al principio, habría que analizar si los modelos que planteamos desde los primeros cursos son adecuados o si bien lo que falla es que no se tratan como lo que son, modelos, sino

como si fueran la verdad científica. En este sentido me ha parecido interesante la lectura de un artículo de Oliva (2011), en el cual se aporta una vía intermedia entre transmitir el conocimiento científico directamente o realizar un modelo: el empleo de símiles y analogías. Partiendo de un símil sencillo, es interesante ver cómo los alumnos pueden construir relaciones entre el símil y lo que se está tratando. De este modo, se permite a los alumnos modelizar en lugar de aportarles el modelo ya construido.

En suma, el primer trabajo parecía a priori un aspecto sencillo –desde mi óptica de químico y no docente–, pero ha abierto un abanico de aspectos adicionales y abre paso a poder trabajar mucho más en el tema a fin de obtener algo que de verdad sirva para mi futura práctica docente.

A continuación es necesario reflexionar sobre el segundo trabajo presentado, pero no sin antes buscar una relación entre ambos. Aunque es complicado realizarla a nivel de contenidos al ser contenidos diferentes, la realización del primer trabajo sí tuvo importancia en la realización de los trabajos del segundo cuatrimestre, entre los cuales está el Proyecto de Innovación. Gracias al acercamiento a las fuentes bibliográficas que se realizó en el trabajo del primer cuatrimestre, me familiaricé con las revistas de didáctica, disciplina que era nueva para mí. Además, fue el primer acercamiento al análisis de libros de texto y la comprobación de que no siempre se ajustan a nuestras necesidades como docentes. Es por ello que en trabajos como el Proyecto de Innovación o la Propuesta Didáctica de Diseño de Actividades ya tenía un cierto conocimiento de aquellos aspectos a tener en cuenta en el momento de diseñarlos, tales como es buscar ideas alternativas en la bibliografía o encontrar dificultades de aprendizaje. En especial, mientras trabajaba en el primer trabajo descubrí como ciertas revistas de didáctica de las ciencias hacen monográficos, que son muy buen punto de partida para, a partir de ellos, tener una visión general y encontrar más información sobre un tema.

Posiblemente esta capacidad de búsqueda fue tomada en demasiada consideración en el desarrollo del trabajo. Por ejemplo, la gran mayoría de dificultades que he expuesto sobre la dinámica se fundamentan en la bibliografía, y apenas se hizo una búsqueda de ideas previas real en el grupo de alumnos donde se realizó el proyecto. Este es el primer aspecto a revisar en una posible reimplantación del mismo, aspecto que espero poder hacer en algún momento tras haber comprobado que a los alumnos sí les atrajo el tema. Una búsqueda de ideas previas más exhaustiva hubiera permitido comprobar el nivel real de los alumnos. Esto es bastante importante en este bloque de contenidos, ya que la dinámica ya se trabaja en el curso anterior, 4º de la ESO. En el grupo del IES Goya donde se implementó los alumnos procedían en su mayoría de centros concertados, existiendo una cierta diversidad en cuanto a el nivel de los alumnos y, sobre todo, al modo que tenían de trabajar los ejercicios. Sin embargo, es cierto que opté deliberadamente por un enfoque equilibrado, volviendo a repasar todas las leyes de Newton, al comprobar que apenas ningún alumno las recordaba del año anterior, aunque varios reconocieron haber trabajado la dinámica previamente.

Continuando con los aspectos metodológicos, el trabajo presenta otras carencias que, bien reconocidas previamente, bien apreciadas durante su implementación, es necesario destacar. Por un lado ya se había comentado que se encontraron algunas dificultades para plantear actividades prácticas, si bien esto puede estar debido a que se quisieran plantear necesariamente en el laboratorio del centro. Al estar trabajando la dinámica, el estudio de las causas del movimiento, sería posible haber realizado experiencias en el aula o en otros espacios. En este último mes, de redacción de trabajos de las asignaturas y de este propio Trabajo Fin de Máster, he recordado una de las charlas invitadas que tuvimos la oportunidad de escuchar en el Máster, en este caso fue por parte del exalumno Alejandro Villanueva. En ella nos expuso un completo trabajo en el que implementó la cinemática en su centro de prácticas, con actividades en el patio del colegio (Villanueva Guerrero, 2018). Con este tipo de actividades se elimina la necesidad de un laboratorio de tamaño suficiente al mismo tiempo que se ofrece a los alumnos un espacio diferente –y posiblemente más motivador– donde aprender. Posiblemente, de cara a mi futura labor docente, sería interesante integrar todos los contenidos de la mecánica –cinemática, dinámica y aspectos energéticos– con el mismo contexto en el que se hizo este proyecto de innovación y, además, realizar actividades en la línea de la propuesta de Alejandro. La finalidad es doble: se obtiene un contexto para toda la mecánica y, por otro lado, se buscaría evitar que los alumnos vean esas tres partes de la mecánica como bloques separados, algo que sucede y de hecho aprecié en el Prácticum.

Para finalizar, me hubiera gustado no tener que recurrir a un instrumento de evaluación único como es un examen, aunque es complicado introducir estos aspectos dentro de la programación de un profesor que te está cediendo su espacio y asumiendo una gran responsabilidad al dejarnos entrar a sus clases. No obstante, sí pude implementar una de las técnicas que querría llevar siempre a cabo como profesor. Aproximadamente a la mitad de las sesiones que tuve con el grupo les planteé resolver un ejercicio para la Semana Santa, en parte por tener algún instrumento de evaluación más y en parte con la finalidad de que los alumnos tuvieran constancia de qué se les iba a pedir en el examen. Uno de los grandes problemas de la docencia, tanto preuniversitaria como universitaria, es la propensión evaluar al final del proceso de enseñanza-aprendizaje, sin que el alumno tenga claro cómo es el instrumento de evaluación que se va a aplicar hasta que está delante de él. Además de todos los aspectos negativos de cara a que el alumno pueda demostrar sus conocimientos en una prueba, existe otro aspecto más, en este caso más personal. No considero que este modelo sea justo. Esta falta de justicia, además de ser de dudosa moralidad, puede ser la causa de que la evaluación sea uno de los aspectos que más emociones negativas provoca en los alumnos era la parte de evaluación del aprendizaje, como ya se había comentado (Dávila-Acedo, 2017).

4.2. Reflexión sobre la labor docente

Del análisis de los dos trabajos he extraído los principios generales que considero esenciales para mi labor docente, además de otros que no han sido directamente

mencionados pero que creo que es conveniente resaltar. Un resumen gráfico se aporta en la Figura 3.

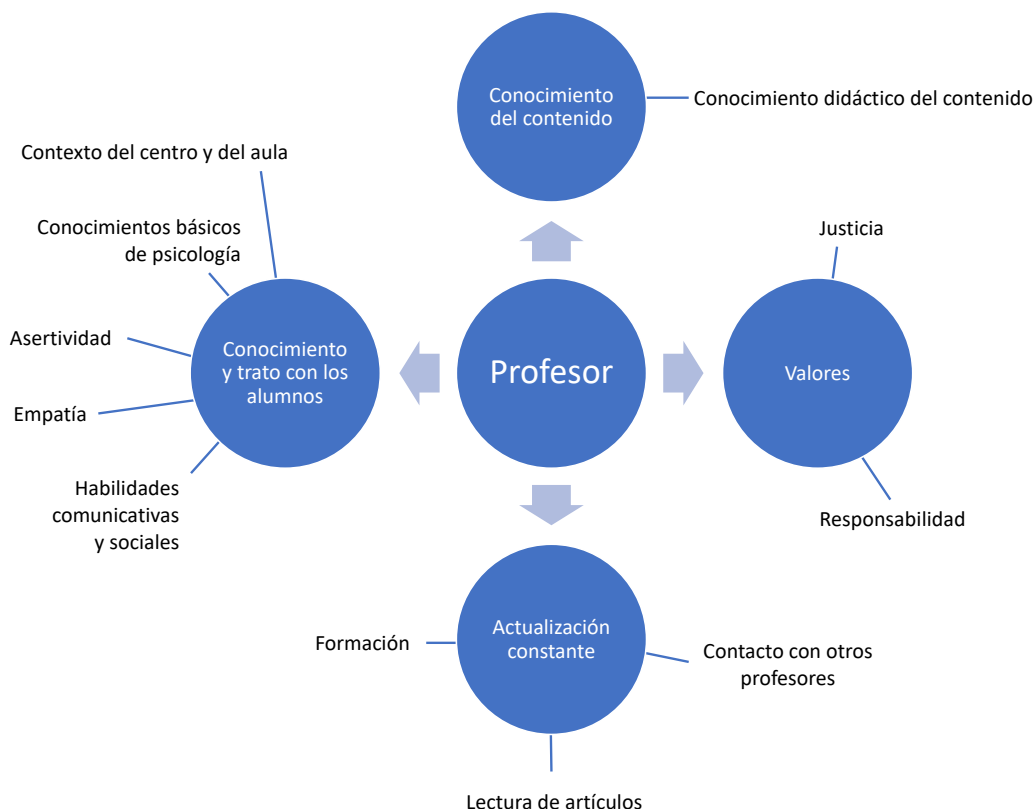


Figura 3. Diagrama de las distintas bases de mi función docente.

En primer lugar, está el plano de formación del profesor. Además de la importancia de conocer y entender los contenidos a enseñar, ha sido esencial durante este año de Máster tomar consciencia de que es necesario conocer cómo enseñarlos. Por ello, el área de conocimiento didáctico del contenido y todos los trabajos realizados en las asignaturas de Didáctica de las Ciencias (Diseño Curricular, Fundamentos, Evaluación y Diseño de Actividades) han contribuido a sentar unas bases para seguir trabajando. Es un aprendizaje sobre una disciplina en constante actualización, por lo que el profesor debe seguir formándose a lo largo de su carrera profesional.

Por el otro lado, está el plano de la relación con los alumnos. No es algo que me haya resultado difícil en el sentido de que ya tengo una cierta experiencia que reduce el posible miedo escénico, pero sí hay aspectos a mejorar o seguir trabajando. Para ello ha sido muy beneficioso adquirir una cierta base teórica sobre la psicología del adolescente, en especial aquello relativo a los posibles problemas que pueden afrontar en una etapa de tantos cambios. Conocer previamente aspectos como la falta de autoestima, o conductas negativas como la anorexia sirven para, en el momento de estar en el aula, poder observarlos de mejor modo. Aunque no somos psicólogos, esta pequeña base sirve para tener un mejor trato, más personal a la par que profesional. Para ello, es esencial ser empáticos y asertivos. Por último, cabe destacar uno de los aspectos que consiguen que

nuestra docencia sea efectiva y lo más llevadera para los alumnos: tenemos que practicar las habilidades comunicativas y sociales para que nuestro paso por el aula sea el mejor para los alumnos y, por tanto, para nosotros.

En la introducción también mencionaba otro de los aspectos esenciales que debe tener el proceso educativo, y es el de transmitir unos valores a nuestros alumnos. Para ello, el docente tiene que ser el mejor ejemplo de los mismos. Ser justo tanto en el trato como en el momento de la evaluación y responsable en nuestra labor debe ser nuestro día a día, tanto para un desarrollo responsable de la labor docente como para ser un ejemplo para el alumnado.

En todos los campos descritos debe tenerse en cuenta el espíritu de renovación continua. Tenemos que estar actualizados en todos los aspectos. La ciencia progresa y también lo hace el entorno de nuestros alumnos –nuevas tecnologías, nuevas estructuras familiares, una multiculturalidad variante–, por lo que debemos atender a estos aspectos.

5. Conclusiones

A lo largo de este curso he manifestado mis discrepancias con los estudios que estábamos cursando a muchos compañeros y profesores. Por ejemplo, en muchas clases he planteado preguntas que apuntaban directamente en sentido contrario a lo que se estaba exponiendo, ya que no entendía el fundamento de lo que se me estaba explicando. Es cierto que, pasado el tiempo, he ido tomando consciencia de lo que había detrás de mi inicial resistencia al aprendizaje. Sobre todo como resultado de mi reflexión sobre la labor docente, necesaria para la elaboración de este TFM. Posiblemente se pueda pensar que esta reflexión haya llegado tarde –en el momento de escritura de este Trabajo Fin de Máster– y hubiera agradecido haberme sentido motivado en muchas de las clases que ahora han pasado y no van a volver. Pero así es como ha sido, y hoy me considero afortunado de haber podido experimentar esta transformación en mi modo de ver y entender la labor docente.

Este trabajo, me ha servido para plantearme sinceramente cuáles serían mis objetivos, que si bien se han ido explicando, se resumen en uno: enseñar ciencia como servicio a la sociedad y hacerlo de forma accesible para todos, transmitiendo mi pasión por la misma y por el modo de ver el mundo que aporta. Ha quedado claro que no todo es intención o vocación. En la Introducción se ha puesto en valor lo que me han aportado las distintas áreas del Máster, y el volver a visitar trabajos como uno del primer cuatrimestre me ha permitido evaluar mi progreso a lo largo de este curso académico. Mi visión de la ciencia y su docencia ha cambiado, ya no es un saber rígido, mi saber aprendido, sino algo sobre lo que se puede abordar de diferentes modos dependiendo del contexto y del alumnado.

Durante este año he ido adquiriendo herramientas, he tenido que investigar y buscar mucho por mí mismo, y ha sido uno de los años universitarios en los que considero

que, el aprendizaje, lo he construido yo, en contraposición a los cinco años de universidad en los que mayoritariamente me limitaba a aceptar conocimientos sin mucho cuestionamiento del por qué de los mismos. Ahora soy más reflexivo y tengo una visión más amplia de la ciencia que conocía y, además, he descubierto un nuevo mundo como es el de todo lo que hay detrás de la docencia.

6. Bibliografía

- Alcántara, J. A. (2001). *Cómo educar la autoestima*. Barcelona: Ceac.
- Caamaño, A. (2011). *Enseñar química mediante la contextualización, la indagación y la modelización*. 14.
- Caamaño, A., Enrech, M., Plana, O., Pont, J., y Pueyo, L. (2005). La Física Salters: un proyecto para la enseñanza contextualizada de la física en el bachillerato. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 46, 93-102.
- Centro de Investigaciones Sociológicas. (2019, mayo). Tres problemas principales que existen actualmente en España. Recuperado 10 de junio de 2019, de http://www.cis.es/cis/export/sites/default/-Archivos/Indicadores/documentos_html/TresProblemas.html
- Dávila-Acedo, M. A. (2017). Las emociones y sus causas en el aprendizaje de Física y Química, en el alumnado de Educación Secundaria. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 14(3), 570-586.
- Espinoza, F. (2005). An analysis of the historical development of ideas about motion and its implications for teaching. *Physics Education*, 40(2), 139-146. <https://doi.org/10.1088/0031-9120/40/2/002>
- Feynman, R. (1980). *The character of physical law* (9. printing). Cambridge, Mass.: The M.I.T. Press.
- Gess-Newsome, J., y Lederman, N. G. (2006). *Examining Pedagogical Content Knowledge: The Construct and its Implications for Science Education*. Springer Science & Business Media.
- Gómez Crespo, M. Á., y Pozo Muncio, J. I. (2003). Discontinuidad de la materia: más allá de nuestros sentidos. En *Aspectos didácticos de física y química (Química)*. 11. Zaragoza: Instituto de Ciencias de la Educación.
- González Felipe, M. E., Aguirre Pérez, C., Fernández César, R., y Vázquez Molini, A. M. (2018). Concepciones alternativas de los alumnos de educación secundaria sobre el enlace químico. *Didácticas Específicas*, (18), 26-44.
- Hierrezuelo, J., y Montero, A. (1989). *La Ciencia de los alumnos: su utilización en la didáctica de la física y la química*. Barcelona; Madrid: Laia ; Ministerio de Educación y Ciencia.
- López Ríos, S., y Covalada, R. (2005). Ideas de los estudiantes sobre los conceptos de fuerza y fuerza de fricción. Avance de una investigación. *Revista Educación y Pedagogía*, 17(43), 197-206.
- Mellado, V., Borrachero, A. B., Brígido, M., Melo, L. V., Dávila, M. A., Cañada, F., ... Sánchez, J. (2014). Las emociones en la enseñanza de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 32(3), 11-36. <https://doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1478>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (2018, diciembre 6). *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (texto consolidado de acuerdo a la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa)*. Recuperado de <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2006-7899>

Murillo, F. J., Perines, H. A., y Lomba, L. (2017). La comunicación de la investigación educativa. una aproximación a la relación entre la investigación, su difusión y la práctica docente. *Profesorado. Revista de currículum y formación del profesorado*, 21(3), 183-200.

Oliva, J. M. (2011). Como usar analogías en la enseñanza de los modelos y de los procesos de modelización en ciencias. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 69, 80-91.

Pastor, S. L. (2014). Contextualizar en la clase de ciencias. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, 77, 8.

Taber, K. S. (2016). Enlace químico y estructura atómico-molecular en secundaria. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (86), 19.

Tsaparlis, G. (1997). Atomic and Molecular Structure in Chemical Education: A Critical Analysis from Various Perspectives of Science Education. *Journal of Chemical Education*, 74(8), 922. <https://doi.org/10.1021/ed074p922>

Universidad de Zaragoza. (2018). Máster Universitario en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas. Recuperado 13 de junio de 2019, de <https://estudios.unizar.es/estudio/ver?id=659>

Villanueva Guerrero, A. (2018). *Trabajo Fin de Máster: La cinemática desde el propio movimiento*. Zaragoza: Universidad de Zaragoza.

7. Anexos

A continuación se incluyen los dos trabajos presentados:

- Anexo A: Trabajo «La comprensión de los conceptos de orbital, hibridación y geometría molecular en Química de 2° de Bachillerato»
- Anexo B: Proyecto de Innovación Docente: «Contextualización de la Dinámica a través de la Educación Vial en 1° de Bachillerato». Este trabajo incluye a su vez tres Anexos, numerados del 1 a 3.