

UNIVERSIDAD DE ZARAGOZA

TRABAJO FIN DE MÁSTER

Una propuesta para la Física Moderna

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

Curso 2011-2012

Víctor Gracia Verano

28/09/2012



**Universidad
Zaragoza**

ÍNDICE DE CONTENIDO

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANÁLISIS DEL PLAN DE ESTUDIOS	3
3. SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE ACTIVIDADES	16
3.1. Programación didáctica Física 2º Bachillerato.....	16
3.2. Actividad innovadora: prácticas sobre Física Moderna	23
4. REFLEXIÓN FINAL	31
5. BIBLIOGRAFÍA	36

1. INTRODUCCIÓN

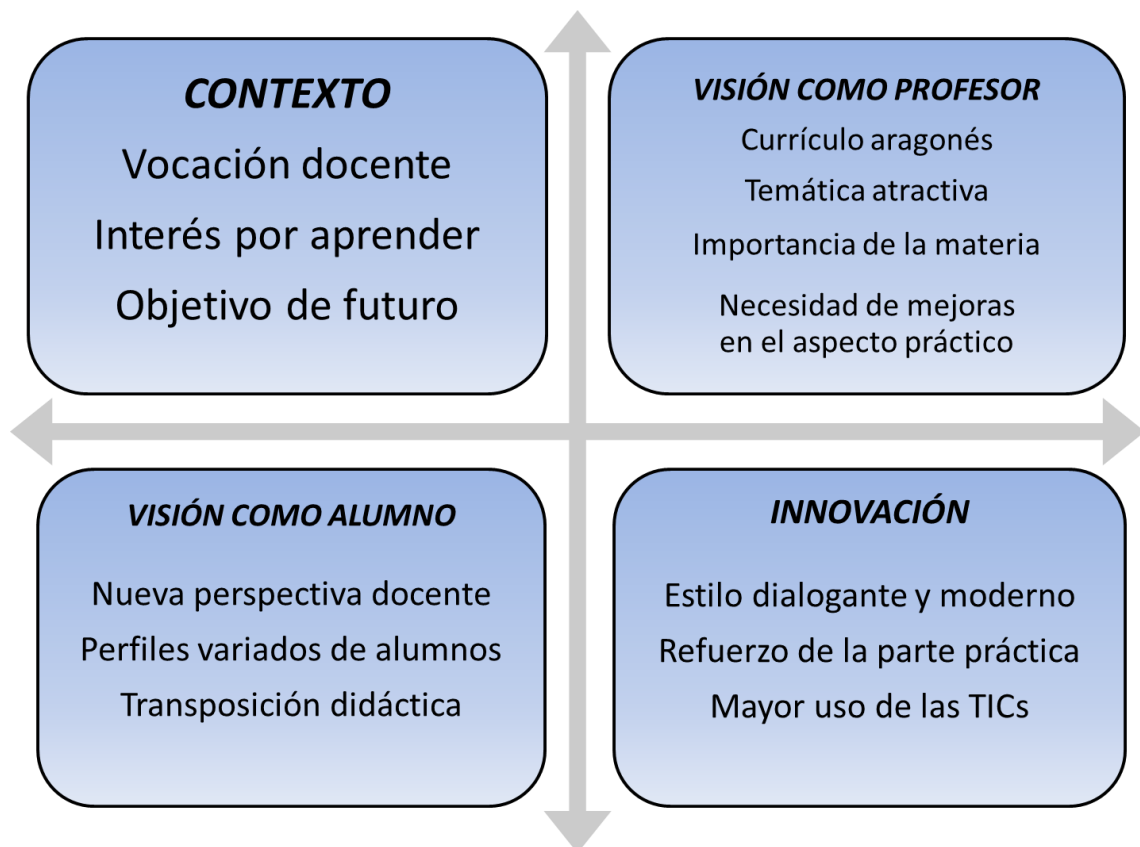
El presente trabajo constituye el punto final dentro del proceso desarrollado a lo largo de todo un curso académico y conforma un análisis crítico y sintético del Máster de Profesorado en Educación Secundaria. Se trata de un compendio de los estudios realizados durante 2012 en la Universidad de Zaragoza, estructurados en dos cuatrimestres bien diferenciados y aplicados en dos fases de prácticas.

Este Máster está orientado a la formación académica de futuros docentes en el ámbito de la Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Formación Profesional. Mi orientación laboral está dirigida precisamente al ámbito docente, por lo que la realización de dicho Máster me resulta necesaria a la par que complementaria. Todo profesor necesita una preparación más allá de la meramente instrumental, y en mi caso se ha traducido en una asimilación de conocimientos que a buen seguro me ayudarán en mi futura labor como profesor de Física y Química.

Todo el proceso se ha efectuado dentro de un marco personal y social complicado, pero con la convicción de que, en general, los aprendizajes han resultado positivos y complementarios a mi formación. Por un lado, he tenido la oportunidad de conocer con mayor profundidad el entorno legislativo en el que desarrollar mi futura labor a nivel nacional y autonómico y, por otra parte, he podido adquirir una serie de herramientas y metodología específica a nivel pedagógico que en ningún caso había estudiado anteriormente y que todo buen docente precisa para el ejercicio de su profesión. Mis expectativas han estado principalmente enfocadas hacia la consecución de un título imprescindible para ejercer la docencia pública en España, aunque en todo momento he sido consciente de la importancia del plan de estudios realizado para mejorar la calidad de mi labor; por esta razón, el contexto del Máster ha resultado ser un referente de gran importancia con vistas a preparar mejor un proceso selectivo, conocer en profundidad las leyes básicas en las que apoyarme, asimilar nuevos métodos y herramientas de enseñanza y tener en cuenta nuevos aspectos pedagógicos y personales con cada alumno, así como para preparar con buen criterio y buenos consejos una Programación didáctica propia. Por supuesto, muchos de estos aprendizajes se han hecho realidad durante las fases de Prácticum que, sin duda ninguna, han resultado ser la parte más interesante de todo este curso.

La labor desarrollada a lo largo de este Máster de Secundaria se puede sintetizar en tres puntos fundamentales, a partir de los contenidos de los dos cuatrimestres y de los aprendizajes realizados. En primer lugar, se analizan en conjunto las asignaturas impartidas en torno al contexto académico y la legislación vigente desde mi punto de vista como alumno. Por otra parte, se ofrece una valoración personal del plan de estudios realizado, la consecución de los objetivos planteados y, a continuación, la observación de su practicidad desde mi punto de vista como profesor. El resultado de este proceso se plasma en el tercer bloque, consistente en la selección y el análisis de dos actividades que considero representativas de mi paso por este curso y del aprendizaje efectuado.

Así, el contexto académico en el que he realizado los estudios del Máster es el profesorado de Física y Química en Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato o Formación Profesional. Se parte de una motivación personal por ejercer la docencia y, de forma transversal, se analizan los aspectos de mi visión como profesor y como alumno al mismo tiempo, mientras una serie de actividades ponen en práctica los conocimientos adquiridos en un Centro de Secundaria a partir de la docencia directa.



2. ANÁLISIS DEL PLAN DE ESTUDIOS

El Plan de estudios del Máster de Profesorado está estructurado en dos cuatrimestres bien diferenciados. El primero ofrece una visión general del entorno legislativo y la metodología más importante que un docente debe asimilar para ejercer su labor de forma eficiente y efectiva; después, el segundo bloque pretende aplicar estos conocimientos a la elaboración de materiales didácticos, consecución de objetivos con los alumnos y ejercicio práctico de la docencia. En ambos se han adquirido cinco **competencias** específicas orientadas a la profesión que comprenden una asimilación de factores básicos:

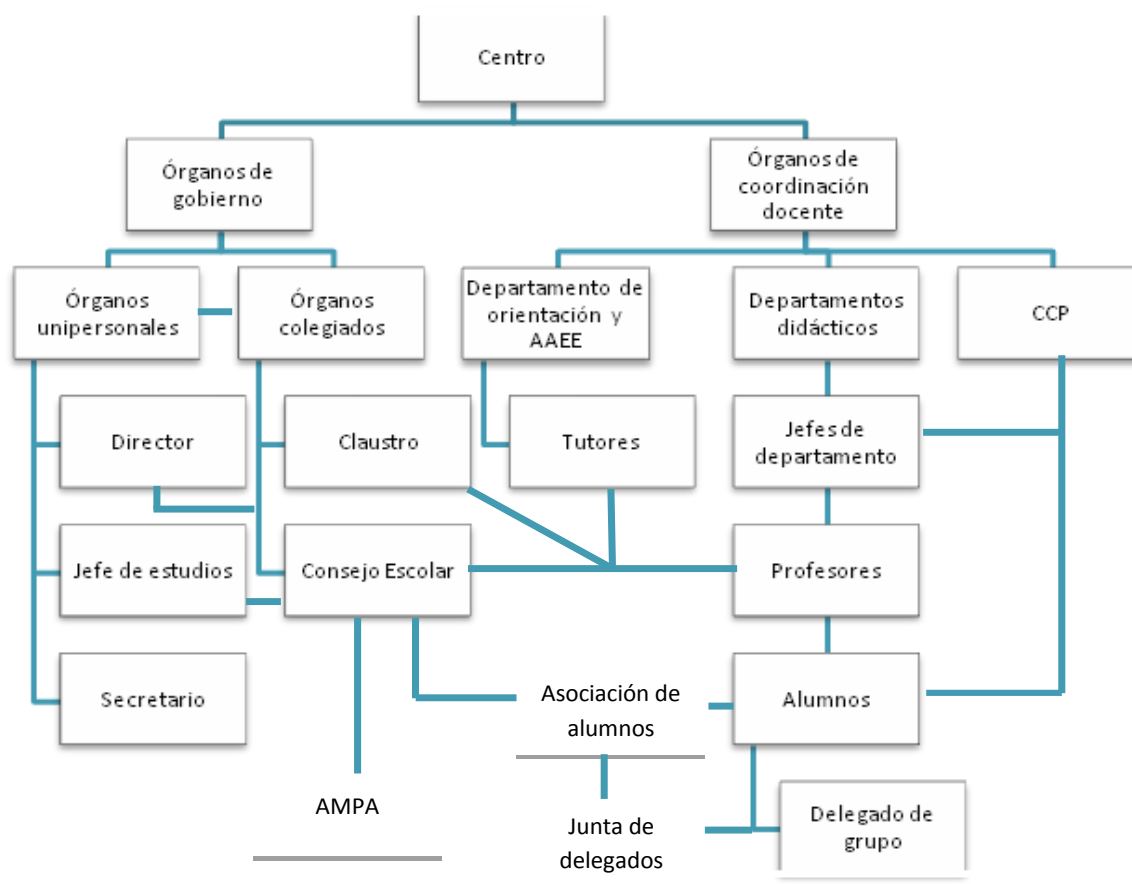
- El *contexto legal y el aparataje burocrático* de la legislación educativa actual.
- La *idiosincrasia de los centros educativos*, su estructura interna y la forma de organizar alumnos, profesorado y la enseñanza en Secundaria y Bachillerato.
- Los *instrumentos para elaborar material didáctico*, impartir clase al tiempo que se motiva al alumnado y preparar actividades prácticas que permitan afianzar los conocimientos teóricos.
- El *proceso activo de enseñanza-aprendizaje* y la metodología específica para lograr una serie de objetivos con los alumnos.
- La gran importancia de los *factores sociales y emocionales* en el proceso evolutivo de los adolescentes a la hora de avanzar en sus etapas educativas.

A lo largo del primer bloque destacan las materias obligatorias que introducen al alumno en el marco legal, el funcionamiento de los centros docentes y el aporte sobre métodos de enseñanza para ejercer una docencia pública o concertada de calidad.

En primer lugar, ha resultado de gran interés la asignatura **Contexto de la actividad docente**, por el recorrido que hace de las leyes educativas en España [23] y el énfasis en los aspectos importantes de la ley actualmente vigente (LOE), así como la jerarquía y los órganos de gobierno encargados de gestionar los centros docentes. En este contexto he podido situarme correctamente en el marco legislativo, que resulta bastante denso y pesado a priori, y entender la forma de organizar los documentos oficiales; en consecuencia, he podido comprender mis funciones y deberes como profesor dentro de una estructura determinada y adquirir la competencia que permite mi integración dentro de la profesión docente.

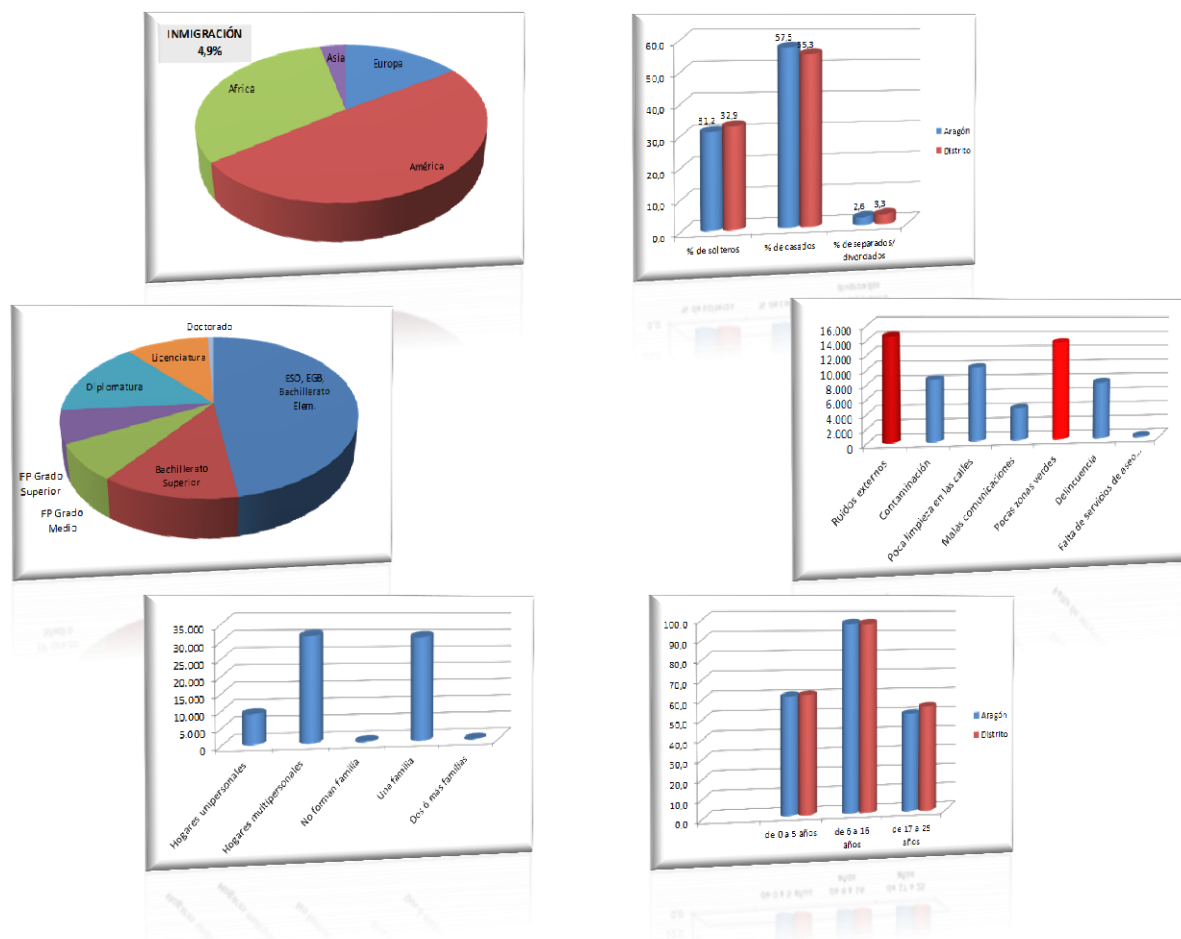
El aspecto dirigido a la didáctica y organización escolar es fundamental para entender muchos de los factores que van a influir en mi profesión docente, aunque ha resultado algo tedioso dada la gran cantidad de información manejada en poco tiempo. Junto con mis compañeros de grupo, elegimos como objetivo de la parte práctica *el papel de los alumnos en el centro* y elaboramos un trabajo que engloba un análisis sobre los documentos institucionales de nuestros centros de prácticas (PEC, PC, RRI) [6]; esto ha sido enriquecedor por cuanto me ha permitido incidir en los matices burocráticos y seleccionar las partes más importantes para cada estudio. Este informe recoge un análisis reflexivo sobre los cauces de participación de los alumnos en el ámbito organizativo del centro, la efectividad de los mismos en base a la normativa vigente y la realidad encontrada en los dos centros de prácticas considerados, el I.E.S. Jerónimo Zurita [22] y el I.E.S. Santiago Hernández.

Como resultado de esta investigación, realizamos un esquema-resumen de la compleja jerarquía gubernamental en un centro de Secundaria:



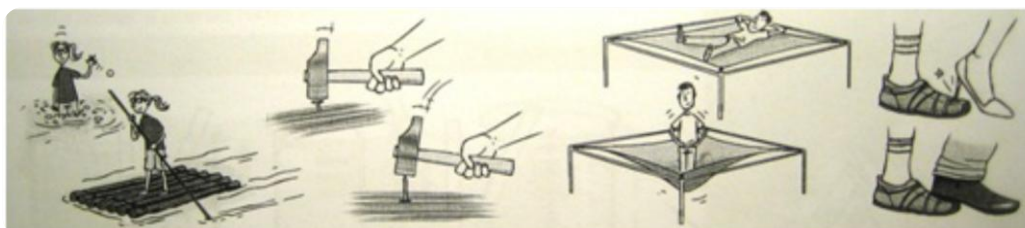
Por otra parte, el apartado dedicado a la Sociología me ha ofrecido la oportunidad de observar los centros docentes desde el punto de vista de un grupo social heterogéneo, con muchas y variadas problemáticas; con estas herramientas, con mis compañeros he podido efectuar un *análisis sociodemográfico y cultural* de campo [24] para el barrio de Zaragoza en el que está ubicado mi centro docente de prácticas, al tiempo que adquiriría la competencia dirigida a comprender los factores sociales y emocionales de los alumnos, tan importantes a la hora de conseguir sus objetivos.

Para desempeñar mi labor como docente, antes de entrar en el centro interesa obtener información sobre determinados aspectos del entorno del alumnado y el ambiente general de las aulas; esto se ha deducido de una manera general a partir de las estadísticas que aparecen en el censo sobre el nivel de estudios de los padres, los problemas más habituales dentro de los hogares, el tamaño de las viviendas o el número medio de personas que las habitan. También ha sido interesante analizar algunos de los datos sobre la economía de los hogares, como el tipo de trabajo que desempeñan los padres y la tasa de paro existente dentro del distrito. El resultado ha sido un análisis estadístico de apreciables resultados, de entre los que muestro las características del barrio de Delicias en el que se sitúa mi centro de prácticas:



La base general asentada gracias a esta materia ha servido como apoyo para abordar los contenidos de **Procesos de enseñanza-aprendizaje**, ya que aquí se nos ha ofrecido un resumen del marco legislativo, los documentos más importantes a nivel curricular y la forma de abordar una unidad didáctica básica en función de dicho esquema. Además, he podido elaborar junto con mis compañeros una unidad didáctica muy completa para Ciencias de la Naturaleza de 4º ESO [8], asumiendo en mayor profundidad las competencias del contexto legal, un proceso activo de enseñanza-aprendizaje y una instrumentación dedicada a la preparación de actividades:

<i>Competencias</i>	<i>Aplicación</i>
<i>Competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico</i>	<ul style="list-style-type: none"> Interpretar fenómenos naturales asociados a fluidos en reposo y comprensión de la presión hidrostática, principio de Pascal y principio de Arquímedes.
<i>Competencia matemática</i>	<ul style="list-style-type: none"> Usar la ecuación que expresa la presión hidrostática en función de la profundidad y la ecuación que permite calcular el empuje sobre un cuerpo total o parcialmente sumergido. Aplicar conceptos matemáticos sencillos para calcular unas magnitudes en función de otras, como densidad, volumen o profundidad.
<i>Competencia en el tratamiento de la información y competencia digital</i>	<ul style="list-style-type: none"> Adquirir y ampliar destrezas para el estudio de los datos experimentales mediante una hoja de cálculo, a través de análisis básicos y gráficas.
<i>Competencia en comunicación lingüística</i>	<ul style="list-style-type: none"> Redactar y presentar de forma correcta y coherente informes científicos, ideas y resultados.
<i>Competencia para aprender a aprender</i>	<ul style="list-style-type: none"> Asociar los conceptos de densidad, masa, volumen y peso anteriormente estudiados con las nuevas combinaciones de magnitudes y dimensiones. Asimilar la información experimental para complementar la percepción de los fenómenos naturales con su estudio riguroso.
<i>Autonomía e iniciativa personal</i>	<ul style="list-style-type: none"> Explicar objetivamente las causas básicas de los fenómenos físicos asociados a la presión Proponer ideas que permitan comprender el concepto de presión y buscar información acerca de hechos históricos asociados a su desarrollo mediante el método científico.



Para cada par de imágenes, ¿en cuál de ellas se está ejerciendo mayor presión?

Durante la segunda etapa de la asignatura, debo destacar el aporte de las *teorías del aprendizaje* y sus ejemplos (constructivismo, conductismo, cognitivismo), que hasta entonces desconocía, y en especial los *tipos de motivación*, pues considero de vital importancia imbuir en los alumnos interés por aprender de forma significativa [7]. Puede parecer en principio una asignatura algo densa, pues se dan demasiadas vueltas de tuerca al Currículo aragonés y se ponen muchas trabas a la estructura específica de la unidad didáctica que elaboramos, así como a la forma de abordar las competencias básicas en la ESO. Resulta complicado construir por primera vez el esqueleto de una unidad a través de los conceptos, procedimientos y actitudes, pero no cabe duda de que sirve como referencia para conseguir una programación didáctica de calidad y adecuada al contexto en el que nos encontramos.

La asignatura **Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje en las especialidades de Física y Química y Biología y Geología** constituye el mejor complemento posible para esta base sobre la que se erige el proceso de enseñanza-aprendizaje. Está enfocada a la didáctica de las Ciencias Experimentales y ha servido para recopilar en un *portfolio* con absoluta libertad todas mis reflexiones sobre la actividad docente como futuro profesor de Secundaria y Bachillerato [17], desde el punto de vista de las materias eminentemente científicas que deberé impartir, dentro del área de Ciencias de la Naturaleza, la Física y la Química en un futuro. Cabe destacar el énfasis sobre la Ciencia escolar y la transposición didáctica, las ideas previas de los alumnos, la pseudociencia, el prisma filosófico de la enseñanza en estas áreas, las dificultades que pueden presentar los alumnos a la hora de aprender Física y consejos para diseñar unidades didácticas con calidad en el ámbito experimental. Y en concreto, deseo reseñar las actividades de debate, opiniones enriquecedoras desde todos los puntos de vista en clase, las exposiciones y los vídeos.



Los contenidos de esta disciplina han sido particularmente provechosos, pese a parecer una materia casi exclusivamente reflexiva. Me ha otorgado la opción de situarme en mi posición de profesor y añadir a mi bagaje cultural una serie de elementos adicionales que entroncan con el aprendizaje realizado en las asignaturas *Diseño curricular de Física y Química*, *Diseño de actividades para el aprendizaje de la Física y Química*, *Evaluación e innovación docente* y *Contenidos disciplinares de Física*.

El consiguiente nivel tras la elaboración de la unidad didáctica es el marco general para englobar varias unidades en una programación completa. Por ello, dentro de la asignatura **Diseño curricular de Física y Química** he aprendido las pautas generales y los aspectos a mejorar, habida cuenta de los malos resultados de los alumnos españoles en el último informe PISA. Aquí he encontrado muy instructivo preparar mi propia *programación didáctica* [18], centrada en la Física de 2º Bachillerato y completada bajo el contexto legislativo [23], objetivos, metodología y ocho generosas unidades didácticas orientadas a la PAU y los estudios superiores. En dicha programación, desarrollada en el apartado 3.2, he tratado de condensar las competencias adquiridas hasta el momento y elaborar un contexto pedagógico general para impartir las unidades, teniendo en cuenta los criterios de mejora y los consejos de otras asignaturas. Por supuesto, este trabajo ha servido a posteriori como referencia para perfilar mi labor docente durante la segunda fase de prácticas e impartir mi unidad didáctica sobre Física Moderna [20], así como una base sobre la que continuar preparándome para unas próximas oposiciones a profesor de Secundaria.

I. LA ACTIVIDAD CIENTÍFICA. Introduce al método científico, experimentación, tratamiento de resultados y búsqueda organizada de información. Se añade un pequeño módulo-repaso de la Física y Química de 1º Bachillerato y de las herramientas matemáticas básicas necesarias para seguir el temario con fluidez.

II. INTERACCIONES FUNDAMENTALES EN LA NATURALEZA. Presenta y compara los campos gravitatorio, eléctrico y magnético, las interacciones fundamentales asociadas y las aplicaciones de satélites artificiales y generadores de energía eléctrica.

III. VIBRACIONES Y ONDAS. Estudia el movimiento vibratorio armónico, péndulos y propagación de ondas mecánicas en el aire, cuerdas y tubos.

IV. ÓPTICA. Trata la naturaleza dual de la luz, los fenómenos de reflexión, refracción y absorción. Aborda la Óptica geométrica a través de espejos y lentes, pone el ejemplo del funcionamiento de instrumentos ópticos básicos, así como las aplicaciones tecnológicas de las fibras ópticas.

V. FÍSICA MODERNA. Muestra la crisis de la Física Clásica, el efecto fotoeléctrico, la relatividad especial y general, las consecuencias, la energía nuclear y la Física del nuevo siglo.



Cuando se nos ha presentado la realidad de los centros, además del entorno legislativo y las capacidades pedagógicas, en la asignatura **Interacción y convivencia en el aula** se nos ha hecho hincapié en el papel orientador y guía que todo profesor debe tener. Se trata de un aporte desde el punto de vista de la *evolución del adolescente*, sus necesidades, sus carencias, la importancia de la etapa que está viviendo; de esta forma, tanto la psicología evolutiva como la social se complementan para asimilar los factores que influyen en el desarrollo del alumno y disponer de recursos que ayuden en las tutorías, fundamentales a la hora de aconsejar y trabajar con los padres.

Entre otras actividades, como simulaciones de tutorías en clase y vídeos que muestran la problemática actual del acoso escolar (*bullying*), he confeccionado un trabajo con mis compañeros sobre la *relación profesor-alumno* que me ha permitido indagar en la legislación acerca de los derechos y deberes de los alumnos y analizar una serie de casos reales sobre adolescentes problemáticos [4]; la convivencia entre profesores y alumnos es básica para lograr los objetivos de enseñanza-aprendizaje, y gracias a esta asignatura he podido adquirir competencias adicionales imprescindibles para mejorar mi profesión docente.

El apartado de *psicología social* ha sido muy dinámico, en tanto que todos mis compañeros y yo hemos realizado una suerte de simulaciones de situaciones reales que se nos pueden presentar en el aula [1]. Ha sido novedoso observar una clase de Secundaria como un grupo social en constante estructuración, los roles de cada persona, las normas, la forma de liderar y mi papel como profesor autoritario o democrático, los tipos de comunicación verbal y no verbal y el problema de los prejuicios y el racismo en las etapas educativas que nos ocupan.

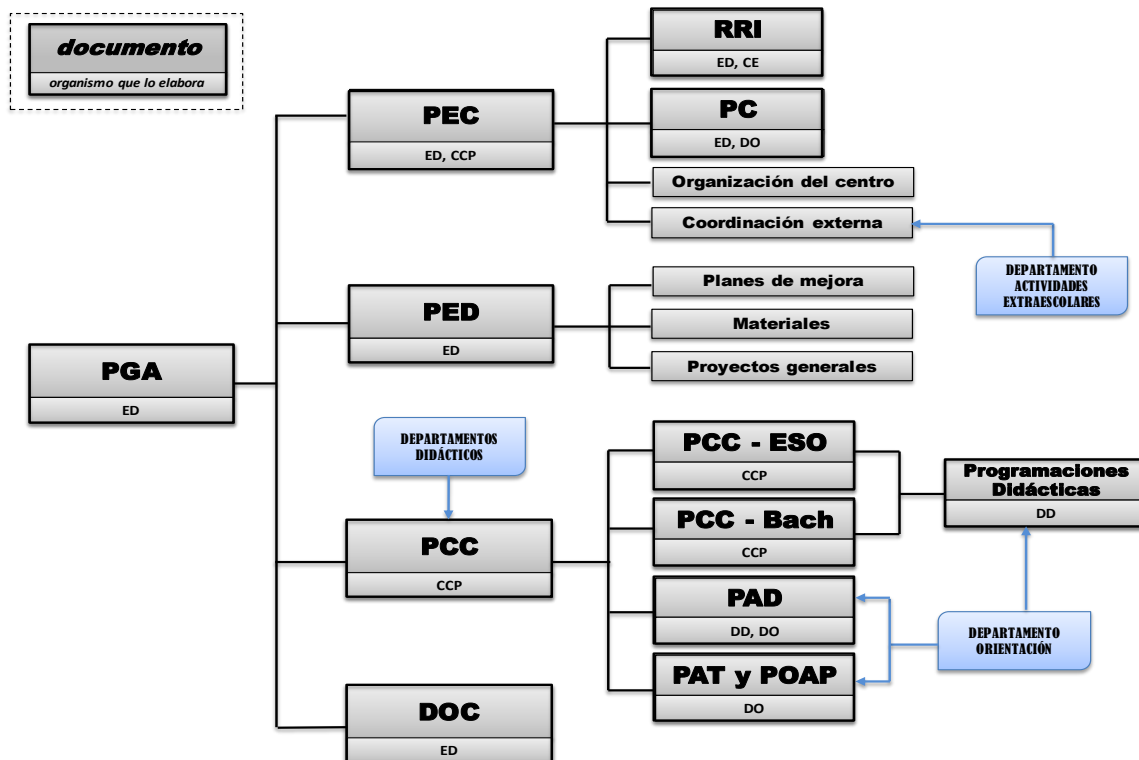


Como complemento a lo anterior, y dado mi carácter extrovertido y mi vocación por la docencia, me decidí por la asignatura optativa **Educación emocional del profesorado**, pues considero parte vital de mi labor responder a las emociones humanas entre los profesores y alumnos, comprender sus inquietudes y saber ponerme en su lugar para cooperar en esta etapa crítica. Ha sido una asignatura muy reveladora, pues he comprendido que debo ir más allá gracias a la comunicación no verbal y saber posicionarme como profesor, investigar dónde está el lugar de cada uno y recopilar aspectos cognitivos inherentes al ser humano que pueden encauzar con mucha más facilidad el proceso de enseñanza.

Para sintetizar estos conocimientos, he realizado un trabajo voluntario sobre el *profesor feliz* [19] en el que pretendo elaborar un compendio de hábitos positivos y objetivos de enseñanza, con voluntad docente clara y constancia en el trabajo diario; por supuesto, aquí la voluntad y las ganas de enseñar son el eje en torno al que gira esta profesión, de modo que toda ayuda emocional es bienvenida para lograr una mejor calidad de vida laboral.

La última etapa del primer cuatrimestre la constituye un período de prácticas denominado **Prácticum I: Integración y participación en el Centro y fundamentos del trabajo en el aula**. Considero de gran relevancia este proceso, pues he podido tomar un primer contacto con la realidad de un centro de Secundaria [22] desde el punto de vista administrativo [15]. Gracias a la estancia y las charlas con los profesores del Departamento de Física y Química, he comprendido que mi primera labor será integrarme en un equipo de profesionales altamente jerarquizado pero, al mismo tiempo, bastante eficiente si se organiza de manera correcta y respetuosa. El elevado número de documentos institucionales del centro ha sido algo pesado de asimilar, pese a que reconozco su importancia, y creo que estos 10 días de estancia habrían resultado mucho más productivos si se hubiesen dedicado por completo a conocer mejor y a nivel práctico la realidad del centro, en lugar de centrarme en los papeles de forma tan exhaustiva. No obstante, también he tenido la oportunidad de asistir como observador a varias clases de ESO y Bachillerato con mi tutora de prácticas, que me han servido como referente para empezar a conocer in situ la realidad y el funcionamiento diario de un centro docente con estas características.

Gracias a los aprendizajes realizados durante este cuatrimestre en conjunto, durante la primera fase de prácticas he podido diseñar un organigrama sobre la documentación institucional que constituye una sinopsis del proceso y una base para enfrentarme a la profesión docente:

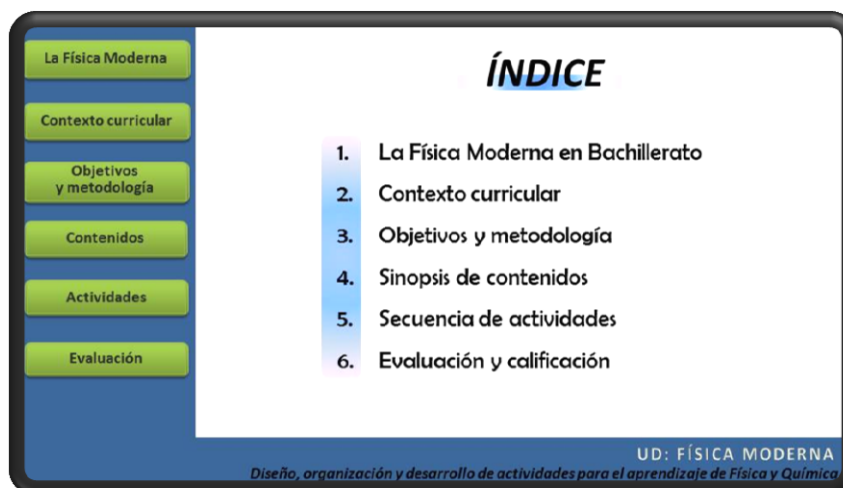


Mi labor durante esta estancia ha resultado algo ardua porque me he encontrado con la gran cantidad de documentos que se maneja y que ya se me advirtió en *Contexto de la actividad docente*, aunque reconozco que para organizar un centro de este tipo, coordinar a tanta gente, controlar a tantos alumnos y conocer los protocolos de actuación ante cualquier incidencia es necesario disponer de un soporte organizativo adecuado. Todo este proceso de prácticas ha sido útil para adquirir con mayor precisión las competencias relativas a los mecanismos burocráticos y legales que articulan la enseñanza pública, desde la LOE hasta las actas de reunión, pasando por las peculiaridades de las Comunidades Autónomas y las adaptaciones que hace el equipo directivo para adecuarse a las características de los centros.

En lo que respecta a la docencia y mi papel como profesor, existen muchos más aspectos interesantes en un centro de Secundaria que han sido estudiados y experimentados con mayor profundidad durante la segunda fase de prácticas.

El segundo cuatrimestre del Máster se centra en la parte más instrumental y la aplicación pedagógica de los conocimientos adquiridos en el primero. Por un lado, cuatro asignaturas conforman un bloque de materia que me ha permitido acercarme a la realidad de la planificación docente en el ámbito de las Ciencias experimentales; por otra parte, durante el desarrollo de este periodo he realizado la segunda fase de prácticas en el IES Jerónimo Zurita y he podido canalizar muchos de los aspectos derivados del primer cuatrimestre a la aplicación directa de mi unidad didáctica.

En primer lugar, las anteriormente citadas materias *Diseño curricular* y *Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje* se han complementado gracias a la asignatura **Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química**. Los modelos propuestos me han servido para asimilar las competencias del trabajo práctico en el aula y la metodología más adecuada para propiciar el aprendizaje de los alumnos [26,27]; en especial, he podido perfilar y justificar la calidad de mi unidad didáctica sobre Física Moderna a partir de modelos asequibles y atractivos para los alumnos de 2º de Bachillerato [20]. Mediante una *presentación pública* he argumentado los motivos por los que dicha unidad es factible dentro del contexto preuniversitario, pues he tenido en cuenta la motivación científica, los vídeos y presentaciones animadas [14] y la situación tan importante de la Física Cuántica y Nuclear en la sociedad actual, además de incidir en que no se trata necesariamente de una parcela de la Física difícil de asimilar. Todo el proceso me ha dado pie a elaborar y mostrar la utilidad de las prácticas de laboratorio centradas en el efecto fotoeléctrico y su repercusión como actividad innovadora durante la etapa docente en el IES Jerónimo Zurita.



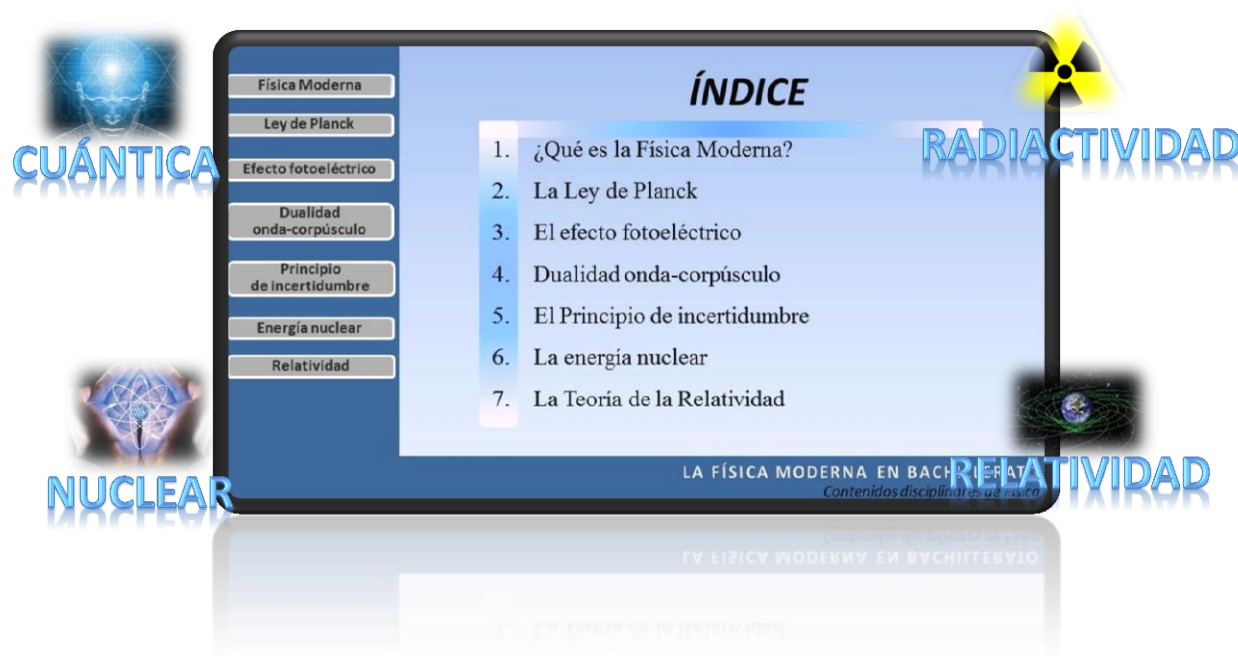
ÍNDICE	
1.	La Física Moderna en Bachillerato
2.	Contexto curricular
3.	Objetivos y metodología
4.	Sinopsis de contenidos
5.	Secuencia de actividades
6.	Evaluación y calificación

UD: FÍSICA MODERNA
Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química

Esta actividad innovadora se ha plasmado en el trabajo sobre *Física Moderna como actividad innovadora* [13] en el contexto de la asignatura **Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química**. La motivación más clara que me ha llevado a preparar una actividad de este tipo es la gran escasez de tareas prácticas a este nivel avanzado en los institutos; en un grupo como el mío, además, la falta de tiempo y las prisas por terminar el temario para aplicarlo de forma básica a la Prueba de Acceso a la Universidad eliminan la posibilidad de ver fenómenos físicos in situ. Nunca antes se había realizado una práctica como ésta en el Jerónimo Zurita, por lo que ha resultado provechosa e interesante durante mi estancia en el centro. Los detalles de la actividad aparecen en el apartado 3.2.

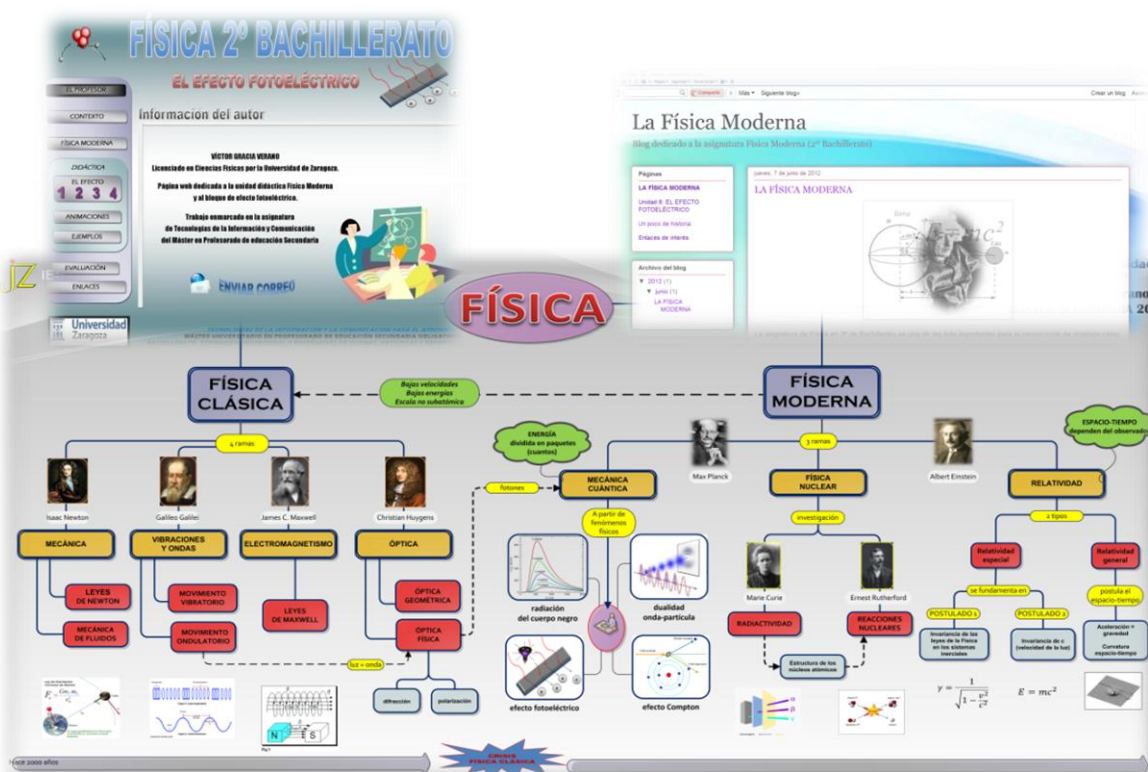
Tras este bloque eminentemente dirigido al diseño de actividades dentro de las ciencias experimentales, se han realizado dos asignaturas con carácter optativo:

Primero, he elegido **Contenidos disciplinares de Física** porque estoy interesado en complementar esta disciplina más allá de los conocimientos que supuestamente debo aplicar a la docencia en Secundaria y Bachillerato. Durante las clases de *Contenidos disciplinares* se ha dado un repaso de los conceptos más importantes en Física y las posibles dificultades a las que como profesores podemos enfrentarnos. Hemos hecho un conciso recorrido desde la Cinemática y la Mecánica Clásica hasta la estructura más ínfima de la materia, a través del concepto de quark [29]. Después, todos mis compañeros y yo hemos realizado presentaciones sobre varios temas voluntarios; en mi caso, se me permitió ser coherente con el trabajo realizado hasta el momento y exponer las características propias de la Física Moderna [14]:



Después, he optado por realizar la asignatura **Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje** dada mi pasión por la informática y las herramientas que se me han ofrecido para ejercer la profesión de una manera más rica, al emplear las nuevas tecnologías en pro del aprendizaje con alumnos que ya son nativos digitales. Durante la primera fase he mejorado mi conocimiento sobre la Sociedad de la información y la enorme repercusión que las TICs han tenido en el aprendizaje estos últimos años; a continuación, he añadido a mi mochila unos programas muy interesantes, la mayoría gratuitos, que se pueden descargar de Internet y emplear para crear aplicaciones educativas, buscar y compartir información, diseñar actividades y emplear nuevas herramientas de evaluación.

La parte instrumental de esta interesante asignatura me ha dado la oportunidad de elaborar un bello *esquema conceptual* sobre la evolución de la Física [11], una *presentación en PowerPoint* con animaciones sobre el efecto fotoeléctrico [10], una *página web* completa en la que se presenta dicho efecto y se cuelgan materiales didácticos como enlaces a la legislación [16], exámenes y ejercicios; un *blog* [9] y una *wiki* [21] sobre Física Moderna con enlaces, vídeos y apartados para interactuar con los alumnos, y también dos *vídeos educativos* acerca de este efecto. La mayoría de estos materiales han sido muy útiles posteriormente durante la segunda etapa de prácticas en el centro de Secundaria.



Dicha segunda fase de prácticas está fragmentada en dos bloques conceptuales denominados **Prácticum II** y **Prácticum III** [12]. El primero condensa los conocimientos adquiridos en las asignaturas *Diseño curricular, Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje y Contenidos disciplinares* en un proceso de docencia directa durante la estancia el IES Jerónimo Zurita, mientras el segundo aporta los complementos de la asignatura *Evaluación e innovación docente e investigación educativa* para, en mi caso, realizar una actividad innovadora al final de la estancia con mis alumnos de 2º de Bachillerato. Ambos han servido para tener en cuenta todas y cada una de las materias impartidas durante el Máster y realizar una introspección acerca de mi forma de dar clase y todas las posibles mejoras que se me han ofrecido.

La labor pedagógica ha consistido en impartir la unidad didáctica *Física Moderna* [20,29] bajo los preceptos de mi *programación didáctica* [5,10,11,18] y realizar las prácticas de laboratorio que he diseñado [13]. De esta forma, los contenidos didácticos se han enmarcado en el currículo aragonés de 2º de Bachillerato y he podido poner en práctica algunos consejos y competencias docentes asimilados en las dos etapas de este curso académico. Las clases fueron dinámicas en la medida de lo posible, pues dispuse de 4 horas semanales para impartir la materia y traté de alternar teoría con práctica de un modo equilibrado. El número de alumnos no fue muy elevado, pero la clase era bastante pequeña y el clima se hacía denso en ocasiones, en especial a lo largo de las sesiones teóricas. Los alumnos expresaron interés por la materia, pero se encontraban agobiados por la proximidad de los exámenes y por la velocidad con la que tuve que explicar los conceptos para encajarlos al tiempo de que disponía.

La enseñanza en 2º de Bachillerato ha sido muy intensa y al mismo tiempo sesgada, pues el centro tiene ajustado el currículo aragonés y se centra en lo más básico e imprescindible para superar la Prueba de Acceso a la Universidad, lo que dificulta la completa asimilación de conceptos; por ello, fue necesario modificar convenientemente la unidad didáctica con objeto de adecuarla a las necesidades de los alumnos y conseguir el máximo aprovechamiento de las sesiones. Puedo afirmar que el resultado final ha sido satisfactorio, a la vista del interés puesto por los alumnos, las calificaciones finales y los trabajos voluntarios que me entregaron, así como el propio desarrollo de las clases y la experiencia inolvidable de poder ejercer de profesor por unas semanas en un centro de Secundaria y Bachillerato.

3. SELECCIÓN Y ANÁLISIS DE ACTIVIDADES

El camino recorrido a lo largo del Máster permite relacionar los contenidos de todas las materias y mejorar la calidad de la docencia. En particular, considero de interés dos actividades concretas que sintetizan muchos de estos conocimientos en provecho de mi labor como profesor, tanto en la etapa de prácticas como en mi proyección futura como profesional del ramo.

3.1. Programación didáctica Física 2º Bachillerato

En primer lugar, deseo hacer especial mención al gran esfuerzo realizado en la elaboración de mi **programación didáctica [18]**, centrada en la Física de 2º de Bachillerato y construida durante la asignatura *Diseño curricular* con el objetivo de preparar convenientemente mi labor como profesor durante el *Prácticum II*.

Los argumentos esgrimidos para encargarme de esta programación son variados. La Física representa una ciencia madura, construida con el esfuerzo de muchas generaciones que dedicaron su vida a la investigación y sentaron las bases de la Ciencia contemporánea. Al mismo tiempo, la vida del hombre ha cambiado radicalmente conforme se desarrollaban estas ramas, pues cada descubrimiento ha tenido enormes implicaciones en la sociedad; la industria, la ingeniería y la tecnología han evolucionado en paralelo al avance de la Física. La sociedad se ha nutrido de estos logros gracias a las aplicaciones funcionales derivadas de la investigación científica, dando lugar a un cambio sin precedentes el modo de vida y la forma de entender el mundo que nos rodea. Por estas razones, ya se considera a la Física como un pilar básico de la cultura general. No sólo es necesario saber de Historia, Humanidades o Arte para estar intelectualmente preparado y formado; también hay que saber de Ciencia, pues el hombre está inevitablemente rodeado e influido por ella.

Si bien es cierto que en la sociedad existe cada vez más gente preparada, todavía falta asumir la Física como un logro de la Humanidad que ha aportado grandes beneficios y cuyo conocimiento explica desde lo más simple y mundano hasta lo más complicado. Por ello, la programación presenta un completo mecanismo para acercar esta importante disciplina al alumnado que pretende acceder a estudios superiores con suficiente base en el ámbito científico-tecnológico.

En la sociedad actual, muchas generaciones de jóvenes deben aprehender un contenido cultural en especialidades aplicadas a la Ciencia, asimilar el método científico y adoptar una disposición crítica y constructiva con sus implicaciones en el mundo en constante cambio que les ha tocado vivir; por añadidura, para integrarse en el mercado laboral necesitan desterrar prejuicios y discriminaciones, profundizar en la Ciencia, alcanzar un desarrollo pleno y aportar todos sus beneficios al resto de la sociedad. Esto se plasma de forma general gracias a *la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE)* [23], que remarca en sus tesis generales la necesidad de ofrecer una educación generalizada, continuada y de calidad a todos los niveles, con atención a la diversidad e incorporación de conocimientos y valores y el objetivo de lograr una sociedad suficientemente preparada para afrontar el mundo actual.

La asignatura de Física en 2º de Bachillerato queda enmarcada en la modalidad Ciencias y Tecnología, como indica el artículo 34 de la citada Ley Orgánica, y cuyas directrices se vieron en *Contexto de la actividad docente*. Más concretamente, su organización se define en el Anexo I del Real Decreto 1467/2007, donde aparece una mención explícita a los objetivos inherentes a la preparación científica que tienen que asumir los alumnos y que se puntualizan en mi unidad asociada a la asignatura *Diseño, organización y desarrollo de actividades* [20], como el conocimiento global del método científico, el uso del lenguaje matemático abstracto, el empleo de tablas y gráficas, la utilidad de las TICs y la importancia del trabajo práctico en el laboratorio. Es decir, el estudiante debe entender la Física como un enorme edificio en permanente construcción y remodelación, mediante la asimilación progresiva de conceptos y aplicaciones fundamentales que entroncan con lo abordado en Física y Química de 1º de Bachillerato y permiten afrontar con éxito los estudios posteriores. Para conseguirlo, he tratado de adaptar la docencia de esta Ciencia al gran desarrollo tecnológico actual, de modo que estos objetivos están formulados bajo criterios epistemológicos, pragmáticos y adecuados a la sociedad del s.XXI. Esta programación se fundamenta en que las singularidades comportamentales del estudiante de Física deben ser la aplicación método científico y la capacidad para asimilar conceptos y contrastar información, pero también la mentalidad crítica y el uso adecuado de los conocimientos, tanto para el desarrollo personal como para su aplicación en la vida activa y el mundo laboral.

Calendario oficial aplicado a la Programación

mes	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30	31	horas
SEPTIEMBRE	J	V	S	D	L	M	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1		14
OCTUBRE	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	14
NOVIEMBRE	M	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X		16
DICIEMBRE	J1	V1	S	D	L	M	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M	X	J1	V	S	10
ENERO	D	L	M	X	J1	V	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	14
FEBRERO	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X			16
MARZO	J	V	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	16
ABRIL	D	L	M	X	J1	V	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L		12
MAYO	M	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M2	X	J1	17
JUNIO	V	S	D	L	M2	X	J1	V1	S	D	L	M	X	J1	V	S	D	L	M	X	J1	V	S	D	L	M	X	J1	V	S	D	4

TOTAL: 133h

DÍA LECTIVO

FIN DE SEMANA

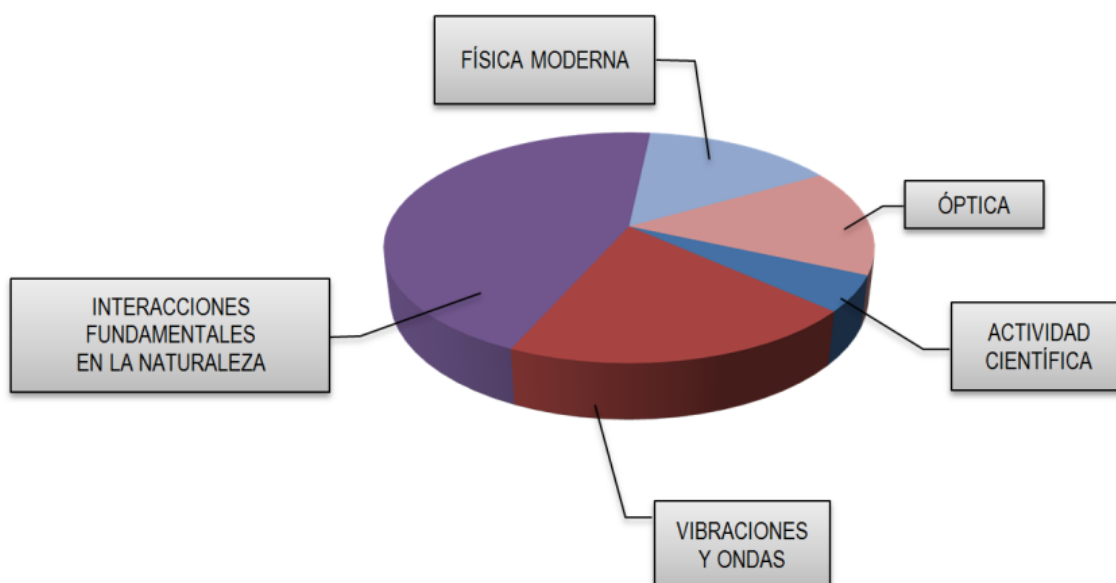
DÍA FESTIVO

SELECTIVIDAD (PAU)

4h semanales (BOA 17/7/2008) - Zaragoza
martes 2h, jueves 1h, viernes 1h

Distribución temporal

BLOQUE		UNIDAD DIDÁCTICA		% aprox.	horas	% aprox.	horas
I	ACTIVIDAD CIENTÍFICA	1	LA METODOLOGÍA EN FÍSICA	5%	7	5%	7
II	INTERACCIONES FUNDAMENTALES EN LA NATURALEZA	2	INTERACCIÓN GRAVITATORIA	15%	19	45%	57
		3	INTERACCIÓN ELÉCTRICA	15%	19		
		4	EL CAMPO MAGNÉTICO	15%	19		
III	VIBRACIONES Y ONDAS	5	MOVIMIENTO VIBRATORIO	10%	13	20%	26
		6	MOVIMIENTO ONDULATORIO	10%	13		
IV	ÓPTICA	7	ÓPTICA Y LUZ	15%	19	15%	19
V	FÍSICA MODERNA	8	FÍSICA MODERNA Y NUCLEAR	15%	20	15%	20
Preparación Prueba Acceso Universidad (PAU)					4h (última semana)		
total					133 horas lectivas		



Los alumnos que llegan a 2º de Bachillerato son conscientes de la importancia de la Ciencia en el desarrollo tecnológico de la sociedad. No obstante, muchos arrastran desde la ESO la idea de que la Física es una asignatura muy complicada debido al tratamiento matemático que requiere, como bien se ha visto en *Fundamentos de diseño instruccional* [17]. Sin dejar de lado esta herramienta instrumental, pretendo hacer ver que los fenómenos físicos se pueden entender de una forma puramente conceptual, mediante la justificación del comportamiento de la naturaleza. Para que el alumno se familiarice con el trabajo científico, sugiero una metodología de estudio que plantea los problemas de cada tema mediante la formulación y contrastación de hipótesis, desarrollo de experimentos, interpretación de resultados, discutiendo su magnitud y utilizando varias fuentes de información. A lo largo del curso insisto en el rigor y precisión de los resultados y cuestiones prácticas, el respeto a las normas de seguridad en el empleo de instrumentos, el uso adecuado de los medios y el cuestionamiento de lo obvio. Es una materia idónea para respetar a los demás, convivir, abrirse a nuevas ideas, tener una posición reflexiva y dialogante y desarrollar el estilo de trabajo propio no sólo de los científicos, sino de cualquier ciudadano trabajador que se está formando en el campo del progreso intelectual.

En cuanto al diseño de *actividades*, se han tratado como el eje fundamental en torno al cual se articula el proceso de enseñanza y aprendizaje y se han aprovechado las competencias adquiridas en *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje*. Las tareas relacionadas con los objetivos [20] se yerguen sobre un desarrollo conceptual completado con ejemplos prácticos y el uso de las herramientas matemáticas adecuadas, son motivadoras, presentan una gran variedad, ofrecen escalas de dificultad y prestan atención a la diversidad del alumnado. Incluyen actividades previas para corregir las carencias detectadas en los alumnos con un nivel inferior al deseable, otras para verificar y mantener un ritmo de aprendizaje, mediante la entrega y resolución de problemas resueltos en la pizarra, libros o presentaciones con proyector (en castellano e inglés), de automatización de procedimientos para asentar la confianza del alumno durante la resolución de problemas, de investigación en las que los alumnos deben averiguar por sí mismos algún aspecto relacionado con la Física y/o la actualidad, y prácticas en el laboratorio o el aula a través de proyecciones y conferencias o visitas a centros científicos de experimentación.

Dada la importancia del peso de los contenidos conceptuales en el conjunto de los bloques en que se estructura la Física, la programación desarrolla las clases principalmente en el aula. Se procura dedicar al menos un 10% de las horas lectivas en todo el curso a prácticas de laboratorio, pues la materia es eminentemente experimental. Las horas de clase están distribuidas según una selección de actividades:

- Desarrollo teórico de cada tema, con presentación de conceptos de forma clara y concisa, e intercalando preguntas y respuestas susceptibles de discusión.
- Cuestiones conceptuales y ejercicios para aplicar la teoría.
- Resolución de ejercicios asociados al tema y propuestos en exámenes de la PAU.
- Planteamiento de nuevos ejercicios de repaso o de más nivel para casa.
- Propuesta de trabajos de investigación y exposiciones que impliquen el uso de TICs.
- Uso frecuente de gráficos, simulaciones por ordenador y vídeos complementarios.
- Prácticas de laboratorio que permitan observar in situ los fenómenos naturales.
- Realización de informes completos de prácticas donde se explique el procedimiento seguido y las conclusiones asociadas al tema en el que se encuadran.
- Una breve prueba escrita al finalizar cada unidad didáctica.
- Una prueba escrita al finalizar la evaluación.

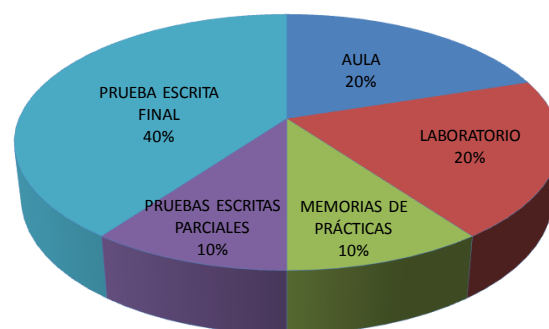
Durante este proceso, organizo la *evaluación* como un procedimiento integral en el que se contempla un análisis continuo del proceso de aprendizaje de los alumnos, un estudio y perfeccionamiento del proceso de enseñanza en mi propia práctica docente y un trabajo flexible con el proyecto curricular. Para que resulte satisfactoria, se ha procurado que cumpla con los criterios generales indicados en el art. 20 de la Orden de 1 de julio de 2008 y otros suplementarios. Por su parte, la Orden de 14 de octubre de 2008, del Departamento de Educación, Cultura y Deporte, sobre la evaluación en Bachillerato en los centros docentes de la Comunidad autónoma de Aragón indica en su art. 3 que la evaluación en dicha etapa debe ser continua, formativa y diferenciada; después, en los art. 11-14 especifica que debe haber una evaluación inicial, sesiones de evaluación, y una evaluación final, además de añadir una evaluación personalizada para los alumnos con perfil ACNEE. Así, he procurado que resulte al mismo tiempo continua, formativa, diferenciada, orientadora, integradora, cualitativa y sumativa, mientras se tienen en cuenta otras destrezas transversales como la capacidad de razonamiento, análisis y una actitud positiva frente al temario de Física.

La *calificación* se establece en función de las pruebas escritas, los trabajos propuestos, las prácticas de laboratorio y las actitudes. Dado que la evaluación se ha estructurado en un conjunto formativo, continuo e individualizado en el ámbito experimental, se aprovechan las competencias de la asignatura *Procesos de enseñanza-aprendizaje* y se emplean dos *escalas de observación* o calificación de actitudes, una para el aula y otra para el laboratorio, los informes de prácticas se califican con una *rúbrica* y el resto corre a cargo de las pruebas escritas.

ESCALA OBSERVACIÓN AULA		ESCALA OBSERVACIÓN LABORATORIO	
aspecto observado	valor	aspecto observado	valor
Trae el material a clase	10%	Trae el material al laboratorio	5%
Sigue con atención la explicación	10%	Sigue con atención la explicación	10%
Participa en clase	20%	Participa en la práctica	20%
Tiene un buen comportamiento	5%	Tiene buen comportamiento	5%
Trabaja en equipo	10%	Trabaja en equipo	10%
Es puntual	10%	Es puntual	10%
Realiza las tareas	15%	Cumple las normas	10%
Realiza correctamente las tareas	10%	Manipula los instrumentos	10%
Cuida el material	5%	Cuida el material	10%
Deja el aula limpia y recogida	5%	Deja el lugar de trabajo limpio	10%

Siempre = 3; Normalmente= 2; A veces = 1; Nunca = 0

PONDERACIÓN DE CALIFICACIONES	
Aspecto observado	calificación
AULA	20%
LABORATORIO	20%
MEMORIAS DE PRÁCTICAS	10%
PRUEBAS ESCRITAS	10% + 40%
Trabajos voluntarios	+1 punto



Sobresaliente = [9-10]; Notable= [7-8.9]; Aprobado = [5-6.9]; Suspenso = [0-4.9]

El contenido de cada unidad didáctica queda reflejado en la composición de las pruebas escritas, de manera que los alumnos saben exactamente qué materia se les pide asimilar. Estas pruebas están compuestas por las siguientes partes, valoradas sobre un total de 10 puntos:

- *Preguntas teóricas* para explicar leyes y fenómenos físicos junto con las ecuaciones y expresiones algebraicas correspondientes.
- *Preguntas teórico-prácticas* de respuesta breve para tratar con pocas palabras los conceptos básicos de cada tema y deducir resultados en problemas físicos reales.
- *Problemas de aplicación* de los conceptos físicos mediante un método sistemático pero razonado, a través de las expresiones matemáticas y las unidades apropiadas.
- *Preguntas teórico-prácticas* similares a las propuestas en los exámenes de la PAU [25] que engloban explicaciones teóricas sobre un determinado tema y problemas de aplicación del mismo tema en un contexto real. Tienen 3 puntuaciones distintas en función del grado de complejidad.

PRUEBA ESCRITA PARCIAL (1h)		PRUEBA ESCRITA FINAL (1,5h) equivalente examen PAU	
parte de la prueba	valor	parte de la prueba	valor
PREGUNTA TEÓRICA	2 p	PREGUNTA TEÓRICO-PRÁCTICA 1	1.5, 2.5, 3 puntos (cada una)
5 PREGUNTAS TEÓRICO-PRÁCTICAS BREVES	3 p	PREGUNTA TEÓRICO-PRÁCTICA 2	
PROBLEMA 1	2.5	PREGUNTA TEÓRICO-PRÁCTICA 3	
PROBLEMA 2	2.5 p	PREGUNTA TEÓRICO-PRÁCTICA 4	

Por último, si el alumno no aprueba alguna evaluación, tiene derecho a un examen de recuperación de la evaluación completa. Además, se le permite presentarse a las pruebas de recuperación para mejorar su calificación y suficiencia, donde se valora el esfuerzo que supone repasar o volver a estudiar los contenidos. Estas pruebas tienen la estructura de un examen de PAU y requieren acreditar los contenidos mínimos exigibles en 2º de Bachillerato. Sin embargo, dado que no todos los alumnos alcanzan los objetivos de la misma forma, se les plantea también la posibilidad de realizar actividades complementarias que ayuden a alcanzar el aprobado, como trabajos sobre el temario de Física estudiado, actividades de investigación, exposiciones orales con material multimedia mediante las TICs y ejercicios prácticos.

3.2. Actividad innovadora: Prácticas sobre Física Moderna

El segundo trabajo reseñable dentro del presente Máster es una **actividad innovadora** que constituye la base del *Prácticum III* y asume competencias adquiridas en *Evaluación e innovación docente* y *Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje*. Consiste en una práctica de laboratorio que muestra de manera vistosa y sencilla el efecto fotoeléctrico, uno de los bloques importantes en la unidad didáctica “Física Moderna”, perteneciente a la programación anteriormente descrita e impartida en mi grupo de 2º de Bachillerato.

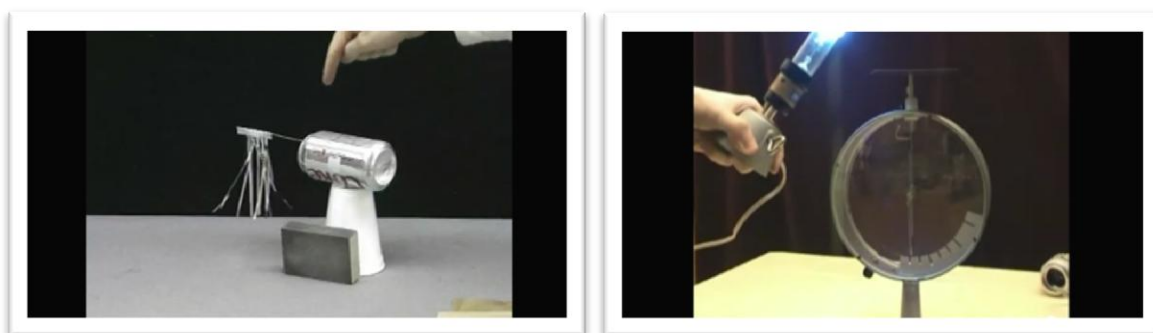
Mi experiencia previa y mi motivación personal han resultado decisivas para orientar mi profesión hacia la enseñanza; dado que mi formación universitaria es en Física, he considerado oportuno canalizar mis conocimientos y lo aprendido en el primer cuatrimestre en impartir una parte del Currículo aragonés que precisa un nivel específico y supone un importante reto, tanto para los alumnos como para el profesor. La materia de Física de 2º de Bachillerato impone un salto cualitativo considerable respecto de los niveles anteriores, en especial la ESO [14]; por ello, es primordial entender correctamente los fenómenos que se van a explicar y saber apreciar la belleza de las Ciencias experimentales aplicadas a la Naturaleza y estudiadas con Matemáticas para poder transmitir las con eficacia. Por añadidura, si nos centramos en la Física Moderna y en los argumentos esgrimidos al analizar las asignaturas del primer cuatrimestre, la importancia de los conceptos explicados es todavía mayor, pues representan la base de la sociedad moderna y el alumno en esta etapa está en la obligación de conocerlos, ya sea para saber cómo es el mundo en el que vive o para enfrentarse a cualquier carrera universitaria científica en la que varios de ellos me comentaron que deseaban matricularse al finalizar esta etapa tan importante.

Uno de los ejes fundamentales para que los alumnos se formen en esta materia es la *tarea de laboratorio*. La motivación más clara que me ha llevado a preparar una actividad así es la gran escasez de tareas prácticas a este nivel avanzado en los institutos; en un grupo como el mío, además, la falta de tiempo y las prisas por terminar el temario para aplicarlo de forma básica a la PAU eliminan la posibilidad de ver fenómenos físicos in situ. Nunca antes se había realizado una práctica como ésta en el Jerónimo Zurita, por lo que resultaba a todas luces imprescindible ayudar durante mi estancia en el centro.

El primer experimento es demostrativo y constituye un *ejemplo introductorio sobre el efecto fotoeléctrico*. Consiste en cargar negativamente un electroscopio y posteriormente iluminarlo con una lámpara ultravioleta, de forma que se descargue sin contacto físico con el plato superior. La explicación es que los fotones altamente energéticos de la radiación ultravioleta expulsan los electrones de la placa metálica al aire y por tanto su carga estática disminuye, de modo que la barra indicadora cae.

Durante la estancia en el centro, el jefe del Departamento D. Julián Oro y yo hicimos muchos intentos con distintos electroscopios y varios métodos de carga. El electroscopio se cargaba sin problemas con un mecanismo piezoeléctrico muy sencillo, que incluso era capaz de ionizar el aire, o con la clásica barra de plástico o vidrio previamente frotada con un trapo. Un pequeño circuito especialmente diseñado nos indicaba mediante dos diodos LED si la carga era positiva o negativa, con lo que el sistema quedaba perfectamente determinado con exceso de electrones. Sin embargo, para nuestra sorpresa, ninguna de las 3 lámparas de ultravioleta que empleamos fue capaz de descargar el electroscopio, lo que nos indujo a pensar que nuestras lámparas fueran poco potentes o que los platos metálicos estaban oxidados y ni siquiera pudieron descargarse después de un minucioso lijado.

En cualquier caso, dado que la actividad resultaba muy interesante y que no teníamos más tiempo para hacer pruebas, se decidió mostrar el experimento a los alumnos a través de dos vídeos educativos localizados durante la realización de la asignatura *Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje*. Uno de ellos enseña la descarga de un espumillón navideño y otro, la del electroscopio:

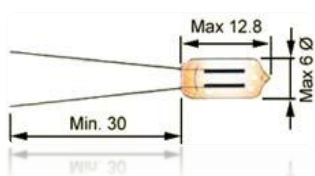


<http://www.youtube.com/watch?v=WO38qVDGgqw> <http://www.youtube.com/watch?v=dHFIS0u75-8>

Las pruebas previas con el *segundo experimento* dieron sus frutos de manera incluso más consistente que con el primero. Tomamos como punto de partida varios artículos de revistas científicas, en los que se muestra una forma relativamente asequible de demostrar el efecto fotoeléctrico con la descarga de una lámpara de neón al ser iluminada con radiación ultravioleta [2,3,28,29].

Los materiales empleados fueron los siguientes:

1. Lámpara de neón rojo.
2. Diodo LED azul de alta luminosidad.
3. Resistencia de $1k\Omega$.
4. Transformador 12V-220V regulable.
5. Placa de pruebas, cables y cocodrilos.
6. Generador de ondas 0-6V.
7. Voltímetro.
8. Linterna ultravioleta.



lámpara de neón



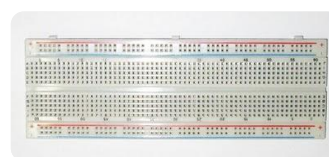
LED



resistencia



transformador



placa de pruebas



*generador de señales
(corriente alterna)*



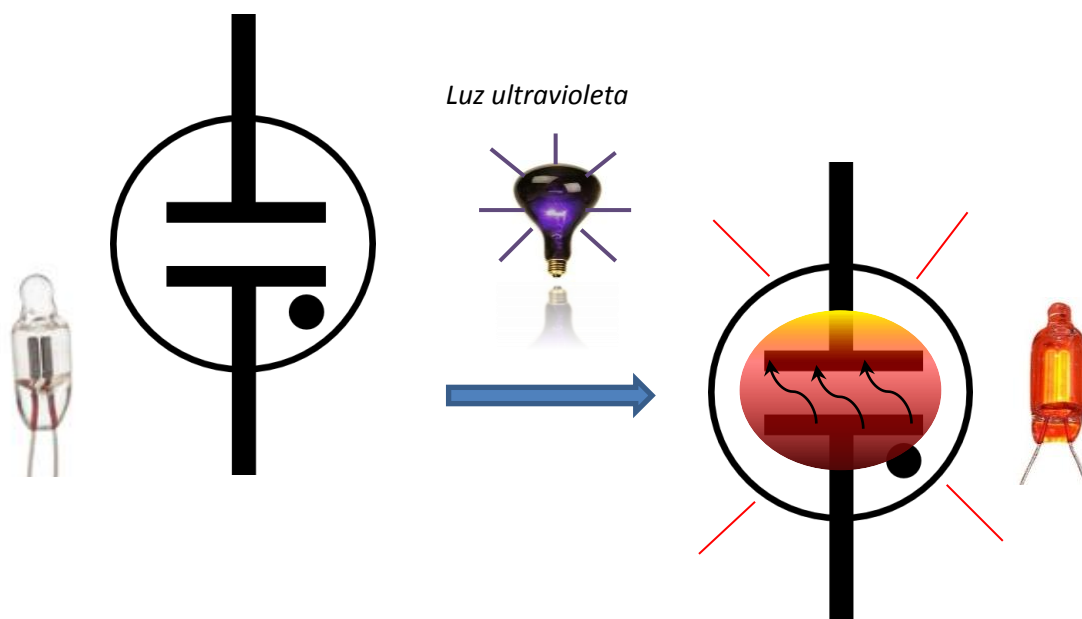
voltímetro



linterna UV

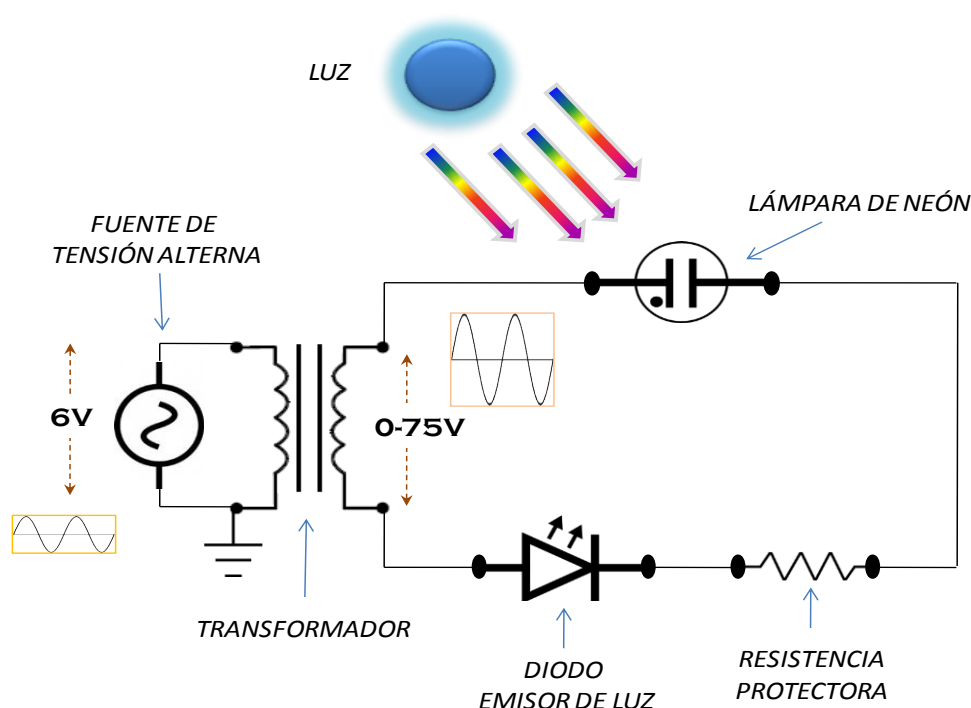
Con estos materiales, que seleccioné y adquirí personalmente en Electrónica Goya, diseñé por cuenta propia un circuito que estaba basado en el esquema del artículo de referencia [3]. La idea básica consiste en colocar una lámpara de neón y un diodo LED en serie dentro de un circuito convenientemente alimentado y con una resistencia protectora que evita sobrecargas; después se ilumina la lámpara con luz ultravioleta y se comprueba que se enciende espontáneamente debido al impulso dado a los electrones de disparo por parte de los fotones incidentes.

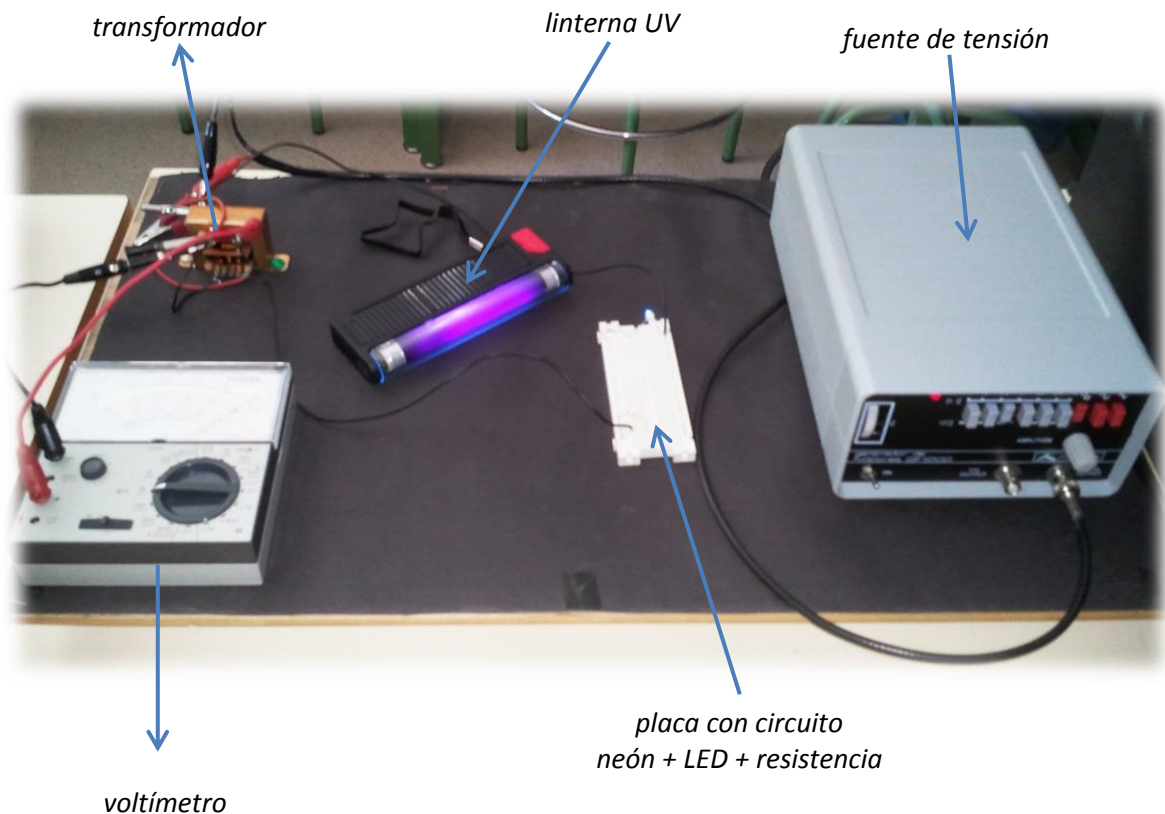
La lámpara está rellena con gas neón a baja presión; cuando se le somete a una tensión de alrededor de 75V, se produce la ruptura dieléctrica del gas y circula una corriente su través que provoca la excitación de los electrones cómodamente situados en los orbitales correspondientes hasta un nivel con energía E_f . Cuando estos electrones vuelven a su posición con energía E_0 , emiten radiación electromagnética cuya magnitud y frecuencia vienen dadas por la ley de Planck estudiada durante la unidad didáctica, de la forma $\Delta E = E_f - E_0 = hf$. El color de esta radiación es rojo-anaranjado y evidencia la circulación de corriente a través de la bombilla. En ese momento, se observa que en el circuito completo también circula corriente porque se enciende el diodo LED y hay una perceptible caída de potencial debido a la impedancia negativa de la lámpara. Por ello, la resistencia externa tiene una doble función protectora, pues evita que el LED se queme y que pase excesiva intensidad por la lámpara si se eleva demasiado la tensión de alimentación.



Para conseguir los 75V necesarios, tuve la posibilidad de alimentar el circuito con tensión continua o variable. Las primeras pruebas se hicieron con una fuente de tensión continua entre 0 y 100V, pero el potenciómetro incorporado que permitía regularla no proporcionaba la suficiente finura y la lámpara se encendía rápidamente, de forma que no era posible ajustar la tensión ligeramente por debajo de los 75V para realizar el experimento con éxito. Por ello, opté por utilizar una fuente de tensión alterna, aunque sólo proporcionaba un máximo de 6V, por lo que fue necesario añadir un elemento amplificador sencillo.

Mi idea fue emplear un transformador reductor comercial de 220V a 12V y, dado que es reversible, conectarlo de forma opuesta para que aumentara la entrada de 6V a la tensión requerida para encender el circuito. Como cabía esperar, su rendimiento no era tan bueno como el fabricante especificaba y la tensión máxima de salida apenas llegaba a 60V, de modo que tuve que hacer pruebas con distintas funciones de onda (senoidal, triangular y cuadrada) y varias frecuencias de funcionamiento. Tras el sondeo, llegué a la conclusión de que el sistema quedaba estable y proporcionaba un máximo de 80V para una corriente alterna con forma de onda cuadrada de 1kHz de frecuencia, parámetros ya suficientes para llevar a cabo el experimento y evitar los molestos parpadeos. Además, el regulador de voltaje en la fuente resultó ser muy fino como para manipular la tensión en el circuito hasta el límite necesario.





Una vez encendido el circuito, la técnica demostrativa consiste en reducir ligeramente la tensión por debajo de 75V hasta que se apaga. Seguidamente, cuando la tensión ronda los 70V, se sube muy finamente hasta dejarlo prácticamente en 75V otra vez, pero sin llegar a alcanzar esta cifra, momento en que la lámpara de neón está alimentada con un voltaje muy próximo al de ruptura. Seguidamente, se aproxima la linterna de luz ultravioleta y automáticamente la bombilla de neón se enciende y circula corriente por todo el circuito, lo cual es realmente vistoso para los alumnos.

Hay que remarcar que el efecto observado es puramente cuántico, pues sólo se puede explicar de modo que los fotones ultravioletas aportan la energía necesaria para disparar la descarga en la lámpara de gas y hacer que se ilumine. En concreto, es nuevamente el efecto fotoeléctrico el responsable; la tensión levemente por debajo de 75V no es capaz de producir la ruptura dieléctrica (aunque sí suficiente para mantener una leve corriente), la luz UV arranca varios electrones de los electrodos metálicos y se produce un efecto avalancha que dispara la descarga, pese a que la tensión de alimentación se mantiene. Resulta muy ilustrativo el hecho de que todo el circuito se encienda sin necesidad de tocarlo, sólo mediante una radiación externa con determinadas características.

Para que hubiera mayor constancia del efecto, lo repetí varias veces, algunas de ellas con dificultad debido a la necesidad de subir el voltaje casi hasta la tensión de ruptura. En algunos intentos no conseguí encenderlo porque no había incrementado lo suficiente el voltaje para dejarlo en el umbral susceptible de disparo mediante la luz ultravioleta, entendido como diferencias de décimas de voltio. Sin embargo, la estructura del experimento, una vez hecho el montaje, permite realizar todos los intentos que se deseen con rapidez y se puede demostrar el efecto perfectamente.

La *ejecución* de ambos experimentos se hizo desde un punto de vista global, con intención de que los alumnos aplicaran los conocimientos asimilados en la unidad didáctica Física Moderna. Les entregué un guion de prácticas y les propuse observar los dos experimentos, sin dar muchos detalles acerca del procedimiento, con intención de que tomaran notas y posteriormente justificaran con sus palabras todo lo que habían visto. En primer lugar se proyectaron los dos vídeos demostrativos, mientras algunos de ellos exclamaban expresiones de desconcierto y otros deducían rápidamente que las lámparas que se observan deben ser ultravioletas y no blancas o rojas. Después, cerré las ventanas, apagué la luz y encendí el circuito. Reduje la tensión hasta que se apagó y luego volví a subir suavemente hasta que leía en el voltímetro una tensión ligeramente inferior a 75V. Al mismo tiempo explicaba estos pasos por si algún alumno que estuviera demasiado lejos no lo veía bien, pero en ningún momento comenté las razones por las que los llevaba a cabo. Si me excedía al incrementar la tensión, el neón volvía a encenderse y tenía que repetir el proceso, pero había ensayado lo suficiente y conseguí colocarlo en el punto justo en pocos intentos. En ese momento, acerqué la linterna ultravioleta y el circuito se encendió, para asombro de los presentes.

Tras finalizar las demostraciones, les pedí que realizaran un resumen de prácticas y respondieran a las preguntas que les planteo en el guion, con un esquema de calificación preestablecido que incorpora un componente de evaluación dentro del trabajo de innovación. Entre los informes entregados, cabe destacar que la gran mayoría supo deducir que la causa de estos sucesos es el efecto fotoeléctrico, ampliamente estudiado durante la impartición de la unidad. Algunos de ellos incluso se explayaron en explicar las características de las lámparas de neón y la necesidad de emplear la resistencia protectora que aparece en el esquema del circuito.

Estos experimentos se han perfilado durante dos meses de trabajo personal en el laboratorio del centro de Secundaria en el que he realizado los Practica. Lo que al principio fue una idea pasajera sobre la posibilidad de demostrar un fenómeno cuántico, se convirtió en una realidad cuando en el Departamento se me dieron facilidades y un aporte económico para realizar todo el estudio y el montaje completo. La actividad ha presentado dos aspectos positivos muy importantes:

El primero ha sido la *novedad* que supone demostrar el efecto fotoeléctrico de forma vistosa y comprobar que se puede hacer Ciencia escolar dentro del ámbito de la Cuántica. Los alumnos de 2º de Bachillerato han dado un salto cualitativo notable desde la materia que asimilan en los cursos anteriores y tienden a ver la Física Moderna como algo demasiado complejo y lejano, por lo que una práctica como la desarrollada les ayuda a integrar conceptos y a perder el miedo a este mundo tan extraño para ellos. Asimismo ha sido satisfactorio poder realizar una demostración de Física en el grupo, considerando la escasez de prácticas de laboratorio en los centros de enseñanza a este nivel. Así, en los informes que me entregaron queda patente el interés de muchos de ellos por adoptar nuevos conocimientos y aplicarlos al comportamiento de la Naturaleza en ámbitos diferentes a los habituales.

Por otra parte, debo destacar mi *propio aprendizaje* al preparar los experimentos. En el laboratorio todos los aparatos deben estar perfectamente estudiados y comprobados, lo que supone un trabajo adicional consistente en buscar información, probar instrumentos, comprar todo lo necesario, incluso hacer bricolaje casero y, por supuesto, verificar que el fenómeno natural se muestra en todo su esplendor. Dado que después de la carrera de Física me especialicé en Electrónica, fue muy enriquecedor reunir los conocimientos en beneficio de la enseñanza y de los alumnos.

En definitiva, he presentado un trabajo de Ciencia escolar adaptado a las patentes necesidades de los alumnos de 2º de Bachillerato que pretende abrir la puerta a la Física en los centros de Secundaria a nivel preuniversitario. Durante la ejecución hubo que salvar varios escollos y problemas técnicos, pero se consiguió mostrar el efecto fotoeléctrico y la ley de Planck y el resultado final fue plenamente satisfactorio, tanto para los alumnos como para los profesores, como colofón al período de prácticas en el Máster de Secundaria de este año 2012.

4. REFLEXIÓN FINAL

Cuando finalicé mis estudios en Ciencias Físicas no tenía muy claro mi futuro, hasta que comencé a impartir clases particulares y descubrí un mundo muy enriquecedor y constructivo; después, pude sopesar la posibilidad de ejercer como docente de manera profesional y entré a trabajar en una academia privada. Aquí adquirí experiencia como profesor de Ciencias y Matemáticas durante tres años, en los que entré en contacto directo con el modelo educativo español, perfilé mi metodología de enseñanza y aprendí a tratar con padres y alumnos al mismo tiempo.

La realización del Máster de Profesorado ha supuesto un punto de inflexión en mi trayectoria personal. Al tiempo que trabajaba en la academia, me preparaba por mi cuenta las Oposiciones a profesor de Secundaria y decidí matricularme porque lo necesito para presentarme a las pruebas. Fue un comienzo de curso realmente incierto, entre otros motivos porque no tenía muy clara la utilidad del Máster y porque el plan de estudios era relativamente reciente en la Universidad de Zaragoza. Volver a clase después de tantos años también fue un impacto importante, aunque entré en contacto desde el principio con muchos compañeros con sus preocupaciones y sus inquietudes personales, lo que me permitió comenzar los estudios con ánimo.

Conforme avanzaba en el curso académico, me he dado cuenta de que los contenidos de las asignaturas llegan más allá de lo esperado, en especial por el prisma pedagógico tan importante a la hora de ejercer la docencia. Ha sido un año muy duro porque no es sencillo abordar un Máster de estas características, considerado a tiempo completo, y trabajar en la academia al mismo tiempo; sin embargo, dadas las características de este trabajo, he aprovechado para aplicar poco a poco los conocimientos adquiridos y mejorar como profesor como si de prácticas continuadas se tratara. Todas las asignaturas ofrecen una visión global de la enseñanza y han constituido un nuevo eje en torno al cual articular mi labor, siempre sin perder de vista la experiencia previa que conservo desde que finalicé la carrera. Puede decirse que se han cumplido mis expectativas, ya que las materias comprenden unos contenidos adecuados a lo esperable en un nuevo CAP de 60 créditos imprescindible para poder ejercer la docencia, aunque sin duda se habría logrado el mismo objetivo con la mitad de tiempo y un plan de estudios más ligero y menos teórico.

Los contenidos de la primera parte del curso han supuesto una pincelada enriquecedora desde el punto de vista de las teorías de la enseñanza y el aprendizaje, así como el contexto en el cual desempeñar nuestra labor. En primer lugar, no cabe duda de que es necesario comprender la legislación educativa en España, tanto las leyes anteriores como la actualmente vigente; pienso, no obstante, que asimilarlas es un proceso arduo y pesado que todo futuro funcionario del Estado debe sufrir, por lo que he recibido con agrado los resúmenes ofrecidos en varias asignaturas. También ha resultado arduo comprender la estructura altamente jerarquizada y el complejo entramado de documentos institucionales en los centros de Secundaria, que precisó unas 90h de trabajo para poder condensarlo en un informe durante el Prácticum I; estas horas de prácticas podrían haberse empleado de forma mucho más fructífera con un mayor número de visitas a las aulas y a la realidad del centro, incluso con docencia directa. No obstante, he sabido canalizar estos aspectos burocráticos para construir una completa Programación que sin duda me va a ser muy útil en un futuro.

Por otra parte, cabe reseñar la importancia de los instrumentos y la metodología que se nos ha enseñado para elaborar material didáctico. Las posibles estructuras de las unidades y programaciones didácticas son muy instructivas en tanto que me han supuesto una base fundamental para preparar mis clases con mayor rigor, además de tener en cuenta muchos aspectos adicionales en los que nunca me había detenido. En particular, me han servido de mucho los métodos de enseñanza, la motivación, las diversas herramientas tecnológicas y los criterios de evaluación considerados desde el mayor respeto y consideración a los alumnos, incluyendo los que necesitan atención personalizada. También merecen elogio los puntos de vista teóricos y el aspecto más puramente académico de la enseñanza, que me ha hecho ver un campo muy amplio en el que ser profesor implica flexibilidad y continuo aprendizaje autónomo, en consonancia con los nuevos tiempos que nos han tocado vivir.

Adicionalmente, gracias a las asignaturas de carácter práctico en el segundo cuatrimestre he disfrutado con la libertad para diseñar actividades de aula y laboratorio que resultan atractivas a los alumnos. En concreto, estoy orgulloso de las prácticas construidas durante el Prácticum II, tanto por el resultado obtenido a la hora de mostrar in situ la Física Moderna como por el esfuerzo realizado para hacerlas funcionar tras muchos intentos y un completo trabajo de preparación.

La perspectiva social y psicológica de la docencia, ofrecida en materias dedicadas al análisis del comportamiento adolescente, ha sido altamente instructiva. Me ha servido para comprender mejor la situación real de muchos adolescentes ya que, pese a que todos lo hemos sido, ahora como profesores a veces nos cuesta ponernos en su lugar. Los años no han pasado en balde y todos estamos inmersos en una época convulsa y complicada; cada alumno es un mundo, con sus virtudes y defectos, con sus peculiaridades y sus problemas personales, que van a afectar en mayor o menor medida a su desenvolvimiento académico a lo largo de esta etapa tan crítica. Todo conocimiento previo de Psicología, Sociología y hasta de política son positivos para manejar con más tacto la multitud de factores que influyen en el clima y aprovechamiento de la clase. No en vano, tengo asumido que cuando acceda a un aula puedo tener chavales de 17 años con bastantes ganas de aprender, aunque sea para aprobar la Selectividad, o niños de 12 años recién llegados de Primaria, desconcertados y con más interés por hablar que por estudiar.


Ahora bien, ¿yo voy a ser un profesor o un policía? Mantener orden y disciplina en una clase no es sencillo. Puedo tener muchos conocimientos de Ciencias, pero si no los hago llegar a los chavales, poco voy a conseguir. A lo largo del curso se nos ha dicho en bastantes ocasiones que es necesario motivar y comprender a todos y cada uno de los alumnos como entes individuales, al tiempo que controlamos el movimiento de la clase como grupo; en ese caso, parece que debo llegar a un compromiso entre el rol de profesor y el de policía, entendiendo este último como el que mantiene el orden como le corresponde de forma que exista un clima de respeto y entendimiento.

La sensación general que he recibido en este curso es de ilusión por el trabajo bien hecho y por enseñar, pero salpicada al mismo tiempo por una cierta desazón debido al considerable descenso en el nivel académico del alumnado durante los últimos años. El desinterés de algunas familias y sus hijos, las problemáticas sociales, el aumento de la inmigración y los constantes cambios en la Ley educativa parecen haber arrastrado una especie de mal endémico que se retroalimenta y produce un triste deterioro de la calidad global de la enseñanza. Esto ya se sabe desde hace tiempo, ya sea por los medios de comunicación o por conocimiento de terceros, pero cuando uno ve a la realidad se da cuenta de que hay un grave problema y no es fácil de atajar, pues los centros de enseñanza no son sino el reflejo de una sociedad enferma.

En este contexto, durante las dos etapas de prácticas he presenciado un gran dinamismo, mucho movimiento, coordinación e interés por solucionar los problemas del día a día en el centro de Secundaria. Actualmente hay muchos conflictos con los jóvenes estudiantes y en mi futuro docente será necesario mantener un constante diálogo con ellos, con sus familias y entre los compañeros de profesión. Las reuniones con los padres precisarán un tacto especial, pues los cambios sociales, el desempleo, la inmigración, los problemas familiares y la crisis han dado latigazos por doquier, de modo que la labor como docente trasciende el trabajo meramente académico y alcanza niveles de psicólogo y mediador. Por ello, considero que puedo poner mucho de mi parte para lograr un mejor futuro dentro del campo de la enseñanza, pues tengo vocación docente y no hay mejor trabajo que el que a uno le gusta y le llena.

Un resultado reseñable en mi paso por este curso es el refuerzo del aspecto social y cooperativo con mis compañeros. Aunque no todos han abordado las asignaturas con el mismo interés, he coincidido con muchos realmente decididos a poner de su parte para mejorar la calidad de la enseñanza. Se han encontrado opiniones diversas, tanto de los profesores como de los alumnos, acerca de lo que se debería mejorar para lograr un repunte en la docencia de este país. A este respecto, es de recibo elogiar el esfuerzo del plan de estudios para dotarnos de herramientas y métodos variados que contribuyan a formar nuevas generaciones de jóvenes más preparados para afrontar un futuro incierto, en especial dentro del área de las Ciencias experimentales y adaptados a las especiales circunstancias del siglo XXI.

Deseo recalcar, como último punto, que mi intención es ser profesor por voluntad propia y por vocación personal. Mi experiencia docente en una academia y la consecución de este Máster son la rampa de lanzamiento y tengo muy claro que me dirijo a ser profesor para toda la vida. Ahora el camino para avanzar en la docencia está plagado de baches e incertidumbre, pero puedo ver la parte positiva del arduo trabajo realizado este año como preparación fundamental y como llave para conseguir un futuro mejor para mí y para la Sociedad.



Víctor Gracia Verano (2012)

5. **BIBLIOGRAFÍA**

- [1] Albendea, R., Boqué, G., García, A., Lasierra Ana B., Gracia, V. *Memoria de prácticas. Interacción y convivencia en el aula (Psicología social)*. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [2] Cortel, A. *Demonstrating the Relationship between the Energy and Frequency of Light*. The Physics Teacher - March 2000 – volume 38, p. 152.
- [3] Cortel, A. *Simple Photoelectric Effect*. The Physics Teacher - May 2006 – volume 44, Issue 5, p. 310.
- [4] Ferrer, Y., Anoro, G., Gracia, V. *La relación profesor-alumno*. Interacción y convivencia en el aula (Psicología evolutiva). Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [5] Franco García, Á. *Curso interactivo de Física en Internet*.
<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/cuantica/fotoelectronico/fotoelectronico.htm> [Consulta: septiembre 2012]
- [6] García, A., Navarro, V., Pérez, B., Gracia, V. *El papel del alumnado en los centros de secundaria*. Contexto de la actividad docente (área de Didáctica y organización escolar). Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2011)
- [7] García, A., Navarro, V., Pérez, B., Gracia, V. *Propuestas de actuación Ap-S*. Procesos de enseñanza-aprendizaje. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [8] García, A., Navarro, V., Pérez, B., Gracia, V. *Unidad didáctica: Estática de fluidos*. Procesos de enseñanza-aprendizaje. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [9] Gracia, V. *Blog sobre Física Moderna*: <http://fisicamodernaice.blogspot.com.es/>. Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [10] Gracia, V. *El efecto fotoeléctrico*. Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)

- [11] Gracia, V. *Esquema conceptual evolución de la Física*. Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [12] Gracia, V. *Informe Prácticum II-III: etapa docente y actividad innovadora*. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [13] Gracia, V. *La Física Moderna como actividad innovadora*. Evaluación e innovación docente e investigación educativa en Física y Química. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [14] Gracia, V. *La Física Moderna en Bachillerato*. Contenidos disciplinares de Física. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza.
- [15] Gracia, V. *Memoria Prácticum I IES Jerónimo Zurita*. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2011)
- [16] Gracia, V. *Página web: el efecto fotoeléctrico*. Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza (2012)
- [17] Gracia, V. *Portfolio: Fundamentos de Didáctica de las Ciencias Experimentales*. Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje en Física y Química. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza (enero 2012)
- [18] Gracia, V. *Programación Física 2º Bachillerato*. Diseño Curricular en Física y Química – Biología y Geología. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [19] Gracia, V. *Un profesor feliz*. Educación emocional en el profesorado. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [20] Gracia, V. *Unidad didáctica: Física Moderna*. Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química. Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [21] Gracia, V. *Wiki sobre Física Moderna*: <http://fisicamodernaice.wikispaces.com/>. Tecnologías de información y comunicación para el aprendizaje. Instituto de Ciencias de la Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)

- [22] I.E.S. Jerónimo Zurita, Zaragoza. <http://ieszurita.com/> [Consulta: septiembre 2012]
- [23] Legislación educativa: <http://www.educaragon.org> [Consulta: septiembre 2012]
- [24] Navarro, V., De Miguel, J., Gracia, V. *Análisis sociodemográfico y sociocultural*. Contexto de la actividad docente (área de Sociología). Facultad de Educación, Universidad de Zaragoza. (2012)
- [25] *Normativa y exámenes para la prueba de acceso* (PAU), Universidad de Zaragoza
<http://wzar.unizar.es/servicios/acceso/accespau/index.html> [Consulta: mayo 2012]
- [26] Pérez, B., Gimeno, B., Díez J.A., Gracia, V. *Actividad extraescolar: la planta potabilizadora*. Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química.
- [27] Pérez, B., Gimeno, B., Díez, J.A., Gracia, V. *Práctica de laboratorio: el plano inclinado*. Diseño, organización y desarrollo de actividades para el aprendizaje de Física y Química.
- [28] Se-yuen, M. *Neon bulbs test photoelectricity*. Physics education, ISSN 0031-9120, volume 41, nº 3, 2006, pp. 213-215.
- [29] Zemansky, Y., F. *Física Universitaria con Física Moderna*, vol.II, 12ª ed. Pearson, México 2009. pp. 1268-1287, 1308-1314, 1338-1339, 1349-1358, 1468-1508