



**Universidad**  
Zaragoza

## Trabajo Fin de Máster

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

**Especialidad de Física y Química**

Experiencia docente de una graduada en Química.  
Estudio de las ideas alternativas en la asignatura de  
Física y Química.

Teaching experience of a graduate in Chemistry.  
Study of alternative ideas in the subject of Physics  
and Chemistry.

Autora

Sofía de Gea Serna

Director

Juan Luis Pueyo Sánchez

FACULTAD DE EDUCACIÓN

2019

# ÍNDICE

<b>1.- INTRODUCCIÓN.....</b>	<b>1</b>
<b>2.- PROCESO FORMATIVO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ASIGNATURAS CURSADAS .....</b>	<b>5</b>
<b>3.- JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE EL MÁSTER.....</b>	<b>10</b>
3.1.- Justificación teórica. Las ideas alternativas: un gran obstáculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje .....	11
3.2.- Justificación de la inclusión en la memoria de “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto” .....	13
3.3.- Justificación de la inclusión en la memoria del Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz” .....	14
<b>4.- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS SELECCIONADOS... </b>	<b>16</b>
4.1.- Presentación y análisis del trabajo “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto” .....	17
4.2.- Presentación y análisis del Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz” .....	20
<b>5.- REFLEXIONES .....</b>	<b>25</b>
5.1.- Reflexión crítica sobre “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”.....	25
5.2.- Reflexión crítica sobre el Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz” .....	26
5.3.- Reflexión sobre las relaciones existentes entre los trabajos incluidos en la memoria .....	28

<b>6.- CONCLUSIONES</b> .....	29
<b>ANEXO 1</b> .....	37
<b>ANEXO 2</b> .....	47

## 1.- INTRODUCCIÓN

*“Todo el que recuerda su propia educación, recuerda a sus profesores, no los métodos o las técnicas. El profesor es el corazón del Sistema Educativo.”*

Tal y como versan estas palabras del filósofo estadounidense Sidney Hook, la profesión docente ha sido siempre considerada como uno de los pilares fundamentales y con mayor trascendencia en la educación de la sociedad. La docencia no es sólo la responsable de la transmisión actualizada de los conocimientos y saberes, sino que también es la encargada de fomentar, en los discentes, otros aspectos importantes como el pensamiento crítico, la creatividad, la motivación o la ilusión por aprender.

Sin embargo, los continuos cambios y la rápida evolución de nuestra sociedad actual han hecho mella en el trabajo que desempeñan las profesoras y los profesores, afectando tanto a la imagen como a la valoración que la sociedad tiene sobre su labor (Esteve, 2003). El docente del siglo XXI debe asumir un mayor número de responsabilidades, cada cuál más variopinta y exigente (Pérez, 2010): el desarrollo de innovadores métodos de enseñanza, el buen uso de las habilidades comunicativas que le permitan interactuar tanto con los estudiantes como con las familias, el dominio de los más avanzados recursos TIC, hacer presentes en el aula actitudes incluyentes como el respeto a la diversidad, la igualdad de género o la multiculturalidad, entre otras. Este cúmulo de deberes, así como también la delegación de responsabilidades educativas que corresponden a las familias (Altarejos, 2002), hacen que, muchas veces, los docentes lleven a cabo su trabajo en un entorno un tanto hostil, cargado de críticas injustificadas en las que se les acusa de ser los principales artífices de todos los fallos del Sistema Educativo (Sanmartín, 2015).

Desde mi niñez, y debido a que mis padres son profesores de Secundaria, siempre he estado familiarizada con los quehaceres de este oficio: reuniones de Departamento o de CCP, montones de libretas para revisar, divertidas anécdotas con los estudiantes, reuniones con los progenitores o responsables legales, caóticos periodos de final de evaluación en los que sólo hay tiempo para corregir exámenes, ... No obstante, y a pesar de mi proximidad y de mi gran admiración por la docencia, nunca he tenido la vocación necesaria para dedicarme a esta profesión ya que siempre me he sentido más atraída por la investigación.

Por ello, tras finalizar mis estudios de Química en la Universidad de Alicante (cursos académicos 2013-2017) y debido a mi inclinación por la Química Organometálica, decidí realizar el “Máster de Química Molecular y Catálisis Homogénea” que se oferta en la Universidad de Zaragoza (curso académico 2017-2018). Sin embargo, las expectativas que tenía sobre este máster y la ilusión con la que lo empecé se vieron mermadas debido a su mala organización, a sus guías docentes incompletas y confusas y al ser, únicamente, una continuación de lo que los alumnos de Química de la Universidad de Zaragoza habían estudiado en 4º curso.

Una vez finalizado el máster y, tras esta experiencia, no encontré la motivación necesaria para poder continuar con los estudios de Doctorado, por lo que me sentí bastante agobiada al no saber a qué dedicarme el siguiente año. Mis padres me sugirieron que considerase la opción de realizar el “Máster en Profesorado de Secundaria” ya que, aunque no tuviese una clara vocación por la docencia, era una opción importante a tener en cuenta y un requisito necesario en el caso de que quisiese opositar en un futuro. Siguiendo su consejo, decidí preinscribirme en septiembre de 2018, sin muchas esperanzas de ser admitida puesto que apenas quedaban plazas disponibles. Afortunadamente, conseguí obtener una de las tres plazas que sacaron en esta segunda convocatoria y, a consecuencia de esto, comenzaron mis andanzas por este máster.

En un primer momento, lo que más llamó mi atención fue la gran diferencia que había a nivel conceptual entre las asignaturas del máster y mi formación científica. Mientras que durante años había estudiado cuáles son las mejores condiciones para llevar a cabo una reacción química, cuál es la diferencia entre un nucleófilo y un electrófilo o qué principios hay que tener en cuenta para poder realizar una reacción química “verde” y sostenible, en este curso iba a estudiar de qué formas podía motivar y captar la atención del alumnado (jóvenes entre 12 y 18 años, en principio) y qué herramientas o técnicas podía emplear para transmitir mis conocimientos de la mejor manera posible para que fueran entendidos y creara una ilusión y unas expectativas entre los discentes.

Las asignaturas del primer semestre, con un carácter mucho más general y teórico, me aportaron conocimientos, hasta ese momento, desconocidos para mí como, por ejemplo, el uso de distintas herramientas, como Plickers o Kahoot, y de fórmulas para evaluar a las alumnas y a los alumnos bastante alejadas del examen convencional, como el *one-minute paper*, el *reaction paper* o la rúbrica; nuevas estrategias para desarrollar las clases de una manera mucho más amena y entretenida como el *Jigsaw* o la *Flipped*

*Classroom*; dinámicas de grupo para captar la atención de los alumnos y trabajar aspectos transversales como el problema de la violencia de género o la inmigración; técnicas para ayudar a la resolución de conflictos como “Hablar desde el yo” o el gran tiempo de dedicación y preparación que supone tener estudiantes con necesidades específicas de apoyo educativo en clase. Además, varias de las asignaturas me permitieron conocer las leyes en materia educativa que han estado vigentes en nuestro país, haciéndome reflexionar sobre de qué manera puede repercutir esta inestabilidad y variabilidad legislativa en la educación de las generaciones en España. Todo esto me hizo pensar en la necesidad de un pacto global en materia educativa entre todas las fuerzas políticas, que se está reclamando desde hace años, pero que nunca se pone en marcha por falta de acuerdos y consenso entre los dirigentes. Es lamentable observar que la reforma educativa de un partido o tendencia política es sustituida y despreciada cuando otro partido entra en el poder. Se van haciendo pequeñas modificaciones, que no solucionan el problema y que provocan desasosiego y confusión entre el profesorado. Y el problema sigue legislatura tras legislatura.

Las asignaturas del segundo semestre, mucho más específicas y relacionadas con la especialidad de Física y Química, me han ayudado a reforzar y a recordar conceptos de Física que tenía algo olvidados y a conocer distintas actividades, experiencias de cátedra o simulaciones de ordenador que puedo utilizar y adaptar para facilitar la comprensión de los conceptos teóricos a las alumnas y a los alumnos.

En cuanto a las prácticas en el centro de Secundaria, en mi caso, el IES “Goya” (meses de enero, marzo, abril y mayo del 2019), han resultado ser la experiencia más enriquecedora de todas las llevadas a cabo durante el máster puesto que me ha permitido comprobar, de primera mano, la realidad de un centro educativo desde la perspectiva del profesorado, dándome la oportunidad de impartir algunas clases en las que pude observar algunas de las dificultades y de la problemática que presentan la mayoría de los estudiantes en la actualidad, sus hábitos de estudio y trabajo y las diferencias de niveles que hay entre los distintos grupos y los diversos alumnos/-as .

En este sentido, el máster me ha permitido comprobar que ser docente significa mucho más que una profesión con la que tener un trabajo estable y ganar dinero. La docencia es una profesión polifacética en la que se necesita tener una gran paciencia y creencia en los adolescentes para animarlos y para ayudarlos a mejorar y a superar, poco a poco, sus dificultades y fracasos; y, además, pienso que todo docente debe ser un

elemento motivador en las posibilidades del alumnado, en el sentido de hacerles comprender que el esfuerzo y la dedicación son las mejores herramientas para avanzar en sus proyectos futuros. La docencia también requiere de cualidades como la humildad y la honestidad del profesorado, que nos permitan reconocer nuestras propias limitaciones con respecto a nuestros métodos de enseñanza para no exigir a las alumnas/-os más de lo que hemos sido capaces de trabajar en clase. Ser docente implica una preparación continua y un gran tiempo de dedicación, fuera del horario laboral, para poder adaptar los contenidos a cada una de las clases y desarrollar el trabajo según las distintas capacidades (adaptaciones) de los estudiantes, transmitiendo pasión e ilusión por lo enseñado, de la mejor manera posible. Ser docente no tiene que ver con imitar un modelo de clase o de profesor “ideal”, pues cada grupo es un “mundo aparte”, los alumnos van cambiando y la estrategia llevada a cabo durante un curso puede no resultar efectiva al año siguiente. Es indudable que toda profesora o profesor tiene que tener unas directrices de trabajo que le sirvan de guía, pero es evidente que los esquemas deben ser modificados según el contexto sociocultural del centro educativo y de nuestros receptores: no es lo mismo impartir clase en una ciudad que en un ambiente rural, como tampoco se pueden adoptar los mismos métodos de trabajo ni los mismos criterios de evaluación en un barrio de nivel económico medio-alto que en algunas zonas de economía más deprimida. En definitiva, la docencia nos brinda la oportunidad tanto de aprender de las ideas de los discentes como de trascender y “dejar huella” en sus vidas. Todos recordamos alguna profesora o algún profesor que nos ha marcado, por su personalidad, su carácter y su profesionalidad, en nuestra existencia.

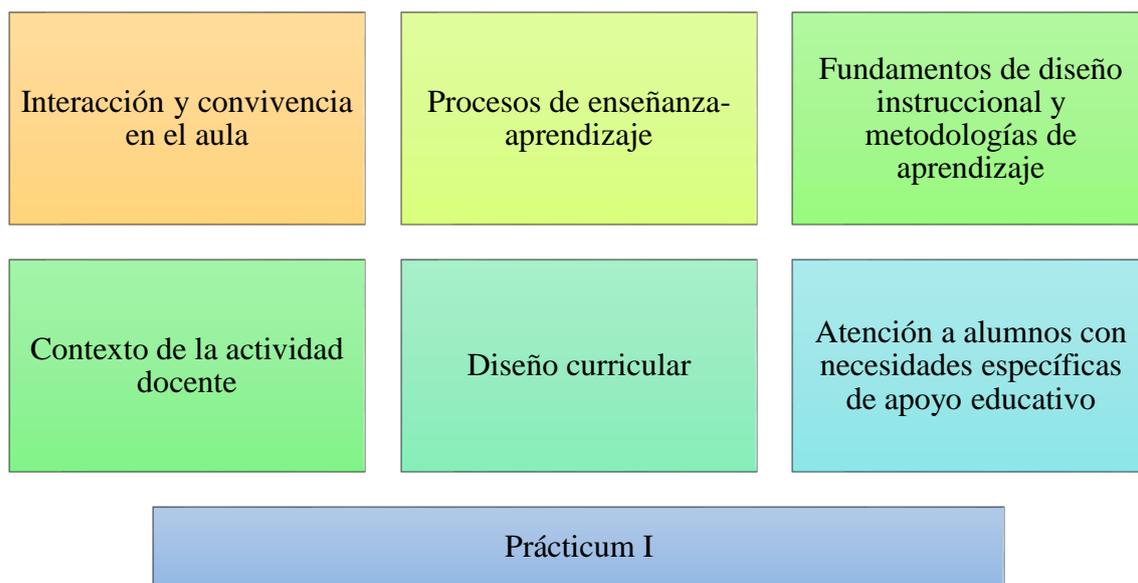
Ya para finalizar con este apartado, y aunque aún no tengo claro si en un futuro me dedicaré a la docencia, ya que me gustaría contemplar primero otras opciones, el hecho de cursar este máster me ha ayudado a distanciarme un poco del rol de alumna, que llevo toda la vida desempeñando, y a ponerme en la piel de una profesora de Secundaria, haciéndome ver la ilusión por su trabajo, el gran tiempo de dedicación que supone llevar a cabo con éxito esta profesión y las muchas habilidades, aparte del dominio y conocimiento de la propia materia, que hay que desarrollar para llevar el trabajo a buen puerto, relacionadas con la comunicación, la empatía y la escucha activa con los jóvenes; de esta manera, se podrán transmitir tanto conocimientos científicos, que son necesarios, como buenos valores, justicia y principios democráticos a los ciudadanos del futuro.

## **2.- PROCESO FORMATIVO Y DESCRIPCIÓN DE LAS ASIGNATURAS CURSADAS**

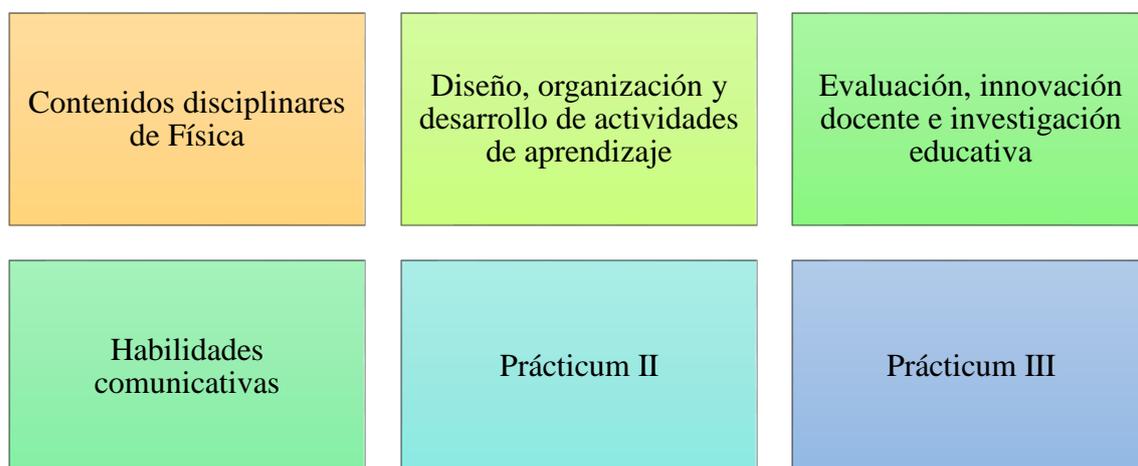
Tal y como se cita en la propia guía docente del máster, los objetivos que este persigue son, por un lado: *“proporcionar al profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional, Enseñanzas de Idiomas, Artísticas y Deportivas la formación pedagógica y didáctica obligatorias en nuestra sociedad para el ejercicio de la profesión docente”*; y, por otro lado, la consecución de una serie de competencias relacionadas con el “saber”, tanto de los conocimientos relacionados con la formación específica como de los relacionados con la psicología evolutiva, la didáctica o la atención a la diversidad; el “saber ser / saber estar”, prestando atención al desarrollo de la inteligencia emocional; y el “saber hacer”, desarrollando habilidades fundamentales, desde el punto de vista práctico y teórico, para poder ejercer la profesión docente en las condiciones necesarias en la sociedad de siglo XXI.

Para tratar de alcanzar estos objetivos, el “Máster de Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria”, desarrollado en el transcurso de un único año académico, agrupa las distintas asignaturas que lo integran en dos semestres distintos (Esquema 1).

a)



b)



**Esquema 1.** Asignaturas cursadas durante el máster: a) Asignaturas del primer semestre y b) Asignaturas del segundo semestre.

A pesar de los distintos contenidos que en ellas se trabajan, puede establecerse, en mi opinión, una clara distinción entre las asignaturas de carácter más teórico, cuya finalidad era asentar las bases de los conocimientos sobre la profesión docente, y las

asignaturas prácticas, en las que se pretendía poner en acción los conocimientos, habilidades y destrezas trabajados en la teoría. A continuación, se describen, brevemente, los aprendizajes adquiridos en cada una de las asignaturas.

**1) Interacción y convivencia en el aula.** En esta asignatura se estudiaron los procesos de interacción y convivencia que se dan en el aula desde el punto de vista, por un lado, de la psicología evolutiva, prestando especial interés a la personalidad y a la formación de la identidad del adolescente y a los problemas que, a consecuencia de este proceso evolutivo, pueden surgir. Por otro lado, desde el punto de vista de la psicología social, se trabajaron aspectos relacionados con la autoestima, la motivación y la prevención y la resolución de conflictos para favorecer un buen clima en el aula. Esta asignatura pone de manifiesto la necesidad de que, como docentes, mostremos interés y nos involucremos con el alumnado, adoptando el rol de “profesor educador”. En este sentido, es evidente que en algunos casos el docente actual tiene que subsanar algunas deficiencias educativas que antes se traían “aprendidas” desde el hogar familiar, y que, por la problemática actual de las familias, no se adquieren de la forma adecuada.

**2) Procesos de enseñanza-aprendizaje.** En esta asignatura se trabajan diversos aspectos, siempre orientados hacia las distintas estrategias que, como futuros docentes, podemos utilizar para transmitir nuestros conocimientos a los discentes. Se estudian aspectos que pueden influir en la motivación del alumnado, las teorías del aprendizaje, distintas herramientas que podemos emplear para evaluar el trabajo y los progresos conseguidos, el uso de las TIC, tan importante en la sociedad actual, y algunos aspectos relacionados con la atención a la diversidad. Esta gran variedad de contenidos trabajados resulta indispensable para poder desarrollar una buena labor como docentes en el contexto sociocultural de la España de nuestros días.

**3) Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje.** En esta asignatura se trabajan diversos contenidos atendiendo a la disciplina de la Didáctica de las Ciencias con la finalidad de abordar, de la mejor manera posible, la enseñanza de las asignaturas de Ciencias. A lo largo de la asignatura se dio gran importancia a la manera en la que factores como las ideas alternativas del alumnado, las imágenes, los gráficos o el uso de definiciones y terminologías confusas afectaban al proceso de construcción del aprendizaje del alumnado. Es obvio que debemos adaptar determinados conceptos y términos científicos al ámbito educativo en que nos ha tocado desempeñar nuestra profesión: lo importante es captar la atención y el interés de los estudiantes, haciendo

nuestra asignatura algo tangible y enriquecedor para todos. En muchas ocasiones, algunos conceptos se entenderán mejor si se hacen experiencias prácticas que requieren la participación activa de los jóvenes.

**4) Contexto de la actividad docente.** Aquí se estudian los aspectos relacionados con el contexto en el que se desarrolla la actividad docente. En primer lugar, prestando atención al marco legal y a la organización de los centros educativos, describiendo, con detalle, los distintos documentos de los que podemos disponer. Este es un apartado muy importante en la vida diaria de los institutos, que todo docente debe conocer en la justa medida para evitar conflictos innecesarios. En segundo lugar, desde el punto de vista de la sociología, haciendo hincapié en los agentes externos que interfieren en el proceso educativo.

**5) Diseño curricular.** En esta asignatura se realiza un estudio del currículo aragonés de Educación Secundaria y se trabajan, además, las distintas leyes en materia educativa. Como actividad, se realiza el diseño de una programación didáctica, documento de gran importancia en la profesión docente. En la multicultural España del siglo XXI, es evidente que cada Comunidad Autónoma tiene una autonomía y libertad para desarrollar sus currículos educativos, por lo que todo profesional de la enseñanza tiene el deber de conocer las leyes y singularidades de la Comunidad Autónoma en la que trabaje.

**6) Atención a los alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo.** Esta es la asignatura que escogí como optativa en el primer semestre. En ella se trabajan aspectos como los tipos de adaptaciones curriculares que se pueden realizar en caso de que el alumno lo requiera, la resiliencia y la legislación por la que se regulan las actuaciones de intervención educativa inclusiva. Especialmente útiles fueron los trabajos que se realizaron en la asignatura sobre los distintos tipos de discentes ACNEAE, sus dificultades y la manera de adaptar los contenidos a sus necesidades.

**7) Contenidos disciplinares de Física.** Asignatura, sin duda, especialmente útil en la que se explicaron los contenidos relacionados con la Física, en los cursos de ESO y Bachillerato, y que sirvieron para completar nuestra formación. Mediante la resolución de diversas colecciones de problemas se comprobaba el grado de adquisición y comprensión de los contenidos.

**8) Diseño, organización y desarrollo de actividades de aprendizaje.** Esta asignatura tiene una mayor carga lectiva que las demás, puesto que supone ocho créditos. En ella se pone de manifiesto la importancia que tienen los trabajos prácticos en el desarrollo de la explicación de los contenidos teóricos de la materia de Física y Química y, partiendo de los aprendizajes adquiridos durante el curso, se diseñan y realizan actividades que faciliten el aprendizaje de la materia. Se busca la participación activa en proyectos del alumnado en las diferentes etapas educativas. Son muy motivadoras las experiencias con los adolescentes donde ellos tienen un papel muy definido e importante en cada fase del trabajo, experiencias que incluso se pueden presentar a diferentes concursos convocados por las Administraciones Públicas.

**9) Evaluación, innovación docente e investigación educativa.** En esta asignatura se trabajan, por un lado, las distintas herramientas que pueden utilizarse en la evaluación de los alumnos/-as; y, por otro lado, se prepara un proyecto de innovación, atendiendo a lo observado, durante el periodo de prácticas, en las aulas del instituto de Secundaria. Se trata, pues, de un ejercicio que entraña cierta complicación ya que tenemos que ser capaces de abordar la problemática presente en un aula en concreto y proponer, por tanto, un proyecto que suponga una mejora o solución, de alguna forma, dicha problemática.

**10) Habilidades comunicativas.** Asignatura optativa cursada en el segundo semestre en la que se presentan herramientas y estrategias para ayudar a mejorar nuestra forma de expresarnos en público, de dirigirnos a un auditorio, formado por estudiantes de 12 a 18 años. Considero que esta asignatura tiene una gran importancia ya que un docente debe tener la capacidad de transmitir los conocimientos y las ideas a su alumnado, teniendo en cuenta todas las circunstancias que podemos encontrar en nuestro trabajo cotidiano.

**11) Periodo de prácticas.** El periodo de prácticas en el centro educativo, en mi caso se desarrolló en el IES “Goya” de la ciudad de Zaragoza, se divide en tres partes bien diferenciadas. El Prácticum I, que constituía la primera toma de contacto con el centro educativo. Durante su desarrollo, los alumnos del máster pudimos conocer los documentos que regían la organización y la normativa del centro. Además, realizamos entrevistas y reuniones con el equipo de profesores/-as, los cuales nos comentaron las funciones que realizaban y nos ofrecieron una visión real de la vida y del trabajo en el instituto. Más adelante, en el Prácticum II tuvo lugar el periodo de observación tanto de

la manera de impartir clase de nuestro tutor como de los distintos grupos, desde la ESO a Bachillerato. Finalmente, en el Prácticum III se llevó a cabo la explicación de la Unidad Didáctica y la puesta en práctica del Proyecto de Innovación Docente. Esta fase se llevó a cabo durante los meses de enero, marzo, abril y mayo de 2019.

### **3.- JUSTIFICACIÓN DE LA SELECCIÓN DE LOS TRABAJOS REALIZADOS DURANTE EL MÁSTER**

Si hay algo en lo que, probablemente, todos los alumnos y todas las alumnas que hemos cursado el máster, independientemente de la especialidad escogida, estemos de acuerdo es en la innumerable cantidad de trabajos y proyectos que hemos tenido que realizar, de temática tan diversa, que profundizaban en aspectos trabajados en clase y completaban la información teórica explicada por el profesorado. Sin embargo, es importante destacar las grandes diferencias encontradas entre los trabajos realizados en las asignaturas del primer semestre y los realizados en las del segundo semestre. Estos trabajos han sido de gran importancia para nuestra formación y la puesta en práctica de los conocimientos teóricos.

En primer lugar, en las asignaturas del primer semestre, se realizaron la mayoría de los trabajos en grupo, atendiendo a una metodología cooperativa, sobre aspectos como la autoestima y la motivación en el alumnado, el análisis de la LOMCE y de los resultados del Informe Pisa en nuestro país o sobre el diseño de dinámicas de grupo para trabajar aspectos transversales, como el sexismo y la problemática de la inmigración en las actuales aulas de Secundaria. Me gustaría, en este párrafo, hacer una mención especial, por un lado, al trabajo en grupo que realicé en la asignatura de “Procesos de enseñanza-aprendizaje” en el que mis compañeros y yo elaboramos un proyecto interdisciplinar, titulado “La Semana Mundial del Espacio”, en la que describimos actividades que se podían realizar desde las asignaturas de Cultura Científica, Educación Plástica, Visual y Audiovisual, Música, Cultura Clásica, Filosofía y Educación Física con la finalidad de motivar al alumnado y trabajar los conceptos relacionados con el Universo en el curso de 4º ESO. Y, por otro lado, el trabajo grupal realizado en la asignatura optativa “Atención a los alumnos con necesidades específicas de apoyo educativo”, que trataba sobre los alumnos/-as con TDAH, en el que observé la dificultad y el gran tiempo de dedicación que supone para cualquier docente adaptar tanto la clase como los contenidos a impartir. Y, también, el enorme cariño e interés, muchas veces no reconocido, que muestran los docentes en la elaboración de estos documentos adaptados.

En segundo lugar, en las asignaturas del segundo semestre se elaboraron trabajos, en general, más enfocados a la especialidad de Física y Química, muy relacionados tanto con el diseño de actividades o de estrategias innovadoras para ilustrar los contenidos teóricos, facilitando, así, su comprensión por parte del alumnado como con la puesta en acción de nuestras habilidades discursivas como docentes. En este sentido, me gustaría destacar el trabajo realizado en la asignatura optativa “Habilidades comunicativas” en la que, al realizar una grabación sobre nuestra forma de dar clase, pude observar algunos aspectos de mi forma de expresarme en público de los que no era consciente, como el uso excesivo de la muletilla “vale”, que trataré de corregir en un futuro. Evidentemente, todo docente tiene su personalidad y su forma particular de impartir clase, por lo que considero necesario evaluar periódicamente el trabajo como profesora con el fin de mejorar y evitar posibles errores.

Sin lugar a duda, todos los trabajos realizados durante el máster han contribuido, en mayor o menor medida, a la mejora de mi aprendizaje y a la ampliación de mis conocimientos en materia educativa. No obstante, al poder solamente incluir dos de estos trabajos en la presente memoria, he decidido escoger estos dos: primero, el trabajo titulado “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”, realizado, durante el primer semestre, en la asignatura de “Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje”; y, en segundo lugar, el Proyecto de Innovación Docente, titulado “Descubriendo las propiedades de la luz”, desarrollado durante el Prácticum III con los alumnos de 2º ESO en el IES “Goya” de Zaragoza.

### **3.1.- Justificación teórica. Las ideas alternativas: un gran obstáculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje**

Son numerosas las investigaciones que muestran lo difícil que resulta para un docente el hecho de enseñar ciencias a sus estudiantes adolescentes, en el sentido de que muchos de estos siguen cometiendo errores conceptuales básicos a pesar de ser explicados continuamente a lo largo de su escolarización. Este fracaso ha sido, muchas veces, asociado tanto a las carencias de los discentes como a las deficiencias del Sistema Educativo (Gil, 1986).

Sin embargo, a finales de la década de los 70, cuando autores como Ausubel, Novak y Hanesian (1983) pusieron de manifiesto la importancia de no asumir que la mente de los estudiantes se encontraba “vacía” y en condiciones de recibir cualquier

información que se les transmitiera, los investigadores comenzaron a interesarse por el tema de las ideas alternativas y por las dificultades y problemas que estas suponían para el aprendizaje de las Ciencias en general (Campanario, 2004).

Pero ¿qué son las ideas alternativas? Con este término se definen aquellas ideas que una persona posee sobre un tema determinado antes de escuchar las explicaciones sobre este. Aparecen en la mente del sujeto a partir de sus observaciones e interacciones con el medio que le rodea (Labraña, 2005).

Autores como Pozo, Asensio y Carretero (1989) pusieron de manifiesto algunas de sus principales características: son espontáneas, es decir, surgen de forma natural y a partir de la interacción con el mundo y con las personas; son construcciones personales, fruto de la experiencia personal y no de los años de escolaridad; desde el punto de vista formal de la Ciencia, son incorrectas pero, sin embargo, se presentan verosímiles en un contexto cotidiano extraescolar; se encuentran de forma implícita en quien aprende, no resulta sencillo exteriorizarlas ni verbalizarlas; son incoherentes y contradictorias entre sí; son resistentes al cambio debido a que poseen el carácter de verdades indiscutibles, puesto que están basadas en la epistemología del sentido común; son compartidas por personas de muy diversas características (edad, país, formación) y están basadas en la percepción: lo que se ve, es lo que se cree.

Banet y Ayuso (1996) defienden que, para que el aprendizaje tenga lugar, hay que considerar las ideas alternativas de los alumnos/-as como punto de partida y, a partir de ellas, asentar, poco a poco, las bases y construir el nuevo conocimiento.

Diversas investigaciones coinciden en que estas ideas constituyen conceptos científicamente erróneos que interfieren en los contenidos que los estudiantes deben aprender. Por ello, el proceso de aprendizaje debe orientarse hacia el desarrollo y la transformación de las ideas alternativas, que poseen los alumnos/-as, hacia las ideas correctas y aceptadas por la comunidad científica (Gallegos, 1998).

Atendiendo a lo expuesto en este apartado, no cabe la menor duda de que el estudio de las ideas alternativas de los estudiantes resulta crucial en muchas de las áreas del conocimiento científico (Abimbola, 1998). Por ello, la elección de los trabajos incluidos en esta memoria se ha realizado prestándoles especial atención.

### 3.2.- Justificación de la inclusión en la memoria de “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”

Aunque, en mi etapa como estudiante de Educación Secundaria, la asignatura de Física y Química nunca supuso un gran obstáculo para mí, sí recuerdo algunos conceptos, especialmente los relacionados con la energía, que me resultaron un tanto abstractos y difíciles de comprender debido a que, basándome en mi experiencia personal y atendiendo a la información recibida a través de los medios de comunicación y de las personas adultas de mi entorno, era difícil asimilar el hecho de que comer un bocadillo proporcionase más energía que dormir durante horas o que, al gastarse las pilas de mi *discman*, su energía no había desaparecido sino que, en lugar de eso, se había transformado, transferido o degradado.

Es por ello que uno de los aspectos que más captó mi atención al cursar la asignatura de “Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje” fuese el de las ideas alternativas que tienen los estudiantes sobre muchos de los contenidos de la Física y la Química. Hasta ese momento no era consciente de la barrera a nivel conceptual, tan difícil de sortear, que suponen las ideas alternativas en el proceso de construcción del aprendizaje científico ni de las múltiples investigaciones que, desde la disciplina pedagógica de la Didáctica de las Ciencias, se han hecho al respecto.

A raíz de las explicaciones teóricas en clase, y tras la consulta de algunas fuentes bibliográficas que el profesor me recomendó, vinieron a mi mente cuestiones como, por ejemplo: ¿por qué estos errores conceptuales parecen tan lógicos y coherentes?, ¿por qué persisten a lo largo de los distintos niveles educativos a pesar de enseñar conocimientos científicos que las contradicen?; o ¿por qué, a pesar de ser concepciones personales, están presentes, de forma similar, en personas de distintas edades y culturas? Estas cuestiones me hicieron reflexionar, por un lado, sobre la extraordinaria importancia que tiene para un docente el hecho de conocer, y no dejar de lado, las ideas alternativas que presenta su alumnado; y, por otro lado, sobre la gran utilidad de la información que aportan los cuestionarios de evaluación inicial, los cuales aborrecía cuando era estudiante de Secundaria, con la finalidad de tratar de identificarlas.

Por estas razones, y atendiendo a las palabras de Ausubel (1978): “*Si tuviese que reducir toda la Psicología de la Educación a un solo principio, diría esto: el factor que más influencia tiene en la enseñanza es lo que el que aprende ya sabe. Hay que investigar*”

*qué es y enseñar de acuerdo con ello*”, he creído conveniente incluir, en la presente memoria, el trabajo que realicé en esta asignatura sobre las ideas alternativas (Anexo I).

Esta decisión se ha tomado debido a la gran influencia que tienen estas concepciones en los discentes y a la resistencia que oponen al cambio (Chamizo, Sosa y Zepeda, 2005), a pesar de los años de escolarización y tras la instrucción en Ciencias recibida, como consecuencia de las explicaciones aparentemente razonables que dan a fenómenos con los que las alumnas y los alumnos están acostumbrados a convivir en su día a día (Pozo, 1992).

En el trabajo adjunto, además, se hace hincapié en los conceptos de calor y temperatura, que ocasionan grandes “quebraderos de cabeza” a los jóvenes estudiantes, atendiendo a mi experiencia personal como alumna y basándome en los estudios realizados por Bañas, Mellado y Ruiz (2003) y (2004), y en la manera en la que estos términos son trabajados en un libro de texto (Cañas, Puente, Remacha y Viguera, 2009) con la finalidad de comprobar si la información que expone contribuye al refuerzo de las ideas alternativas que puedan presentar los alumnos/-as.

### **3.3.- Justificación de la inclusión en la memoria del Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz”**

Cambiar el “chip” de alumna a profesora no es una trivialidad, especialmente si, durante algo más de veinte años, tu día a día, durante la mayor parte del año, se ha basado en asistir a clase, tomar apuntes, hacer ejercicios y trabajos y estudiar para los exámenes. En mi caso, este cambio de mentalidad no hubiese sido posible sin la realización de los distintos periodos de prácticas en el centro de Secundaria.

De ninguna otra forma podría haber conocido, tan de primera mano, el entorno que envuelve al profesorado de un instituto público, las diversas situaciones y los retos a los que debe enfrentarse, los distintos contextos, sociales y legales, que condicionan el desarrollo de su labor como docente y la manera en la que se integra y participa en la organización del centro educativo en el que trabaja para contribuir a su buen funcionamiento.

Poco a poco, durante el Prácticum II, fui observando las distintas habilidades y estrategias que debía adquirir y poner en práctica para poder desarrollar las funciones propias de una profesora de Secundaria en el contexto educativo actual. En este sentido,

la observación fue crucial para poder preparar y adaptar los contenidos de la Unidad Didáctica a las necesidades de los grupos en los que iba a impartir clase.

Sin embargo, fue en el Prácticum III, al encontrarme en un contexto real, yo sola frente a un grupo de alumnos/-as de Secundaria, cuando, verdaderamente, me sentí “integrada” en la profesión docente al comprobar que los conocimientos que poseo sobre la materia resultan útiles únicamente si sé cómo adaptarlos al nivel de los estudiantes, y si soy capaz de transmitir mi emoción e ilusión por el conocimiento científico y la curiosidad en descubrir cada día algo nuevo. Las preguntas de algunos discentes y su sorpresa por distintas experiencias desarrolladas en el aula me llenaron de alegría interior porque creo que logré comunicarme con ellos.

La decisión de incluir el Proyecto de Innovación Docente en la memoria, en lugar de cualquier otro, ha sido tomada en base a la satisfacción que me produjo poder llevar a cabo esta propuesta en el centro y a la importancia que considero que tiene mostrar al tribunal, lector de este “Trabajo de Fin de Máster”, algunas de las actividades que diseñé y desarrollé con los alumnos y las alumnas, de dos grupos distintos del curso 2º ESO del IES “Goya”, durante el periodo de prácticas que comprende el Prácticum III, con la finalidad de ilustrar la medida en la que llevé o intenté llevar a la práctica, de la mejor manera que pude en ese momento, las distintas estrategias, herramientas, actitudes y habilidades que había adquirido en cada una de las distintas asignaturas cursadas.

Al recordar mi pasada experiencia como estudiante de Secundaria, así como también de Universidad, reflexioné sobre la manera de impartir la lección que llevaron a cabo algunos de mis profesores y profesoras de Ciencias, en ocasiones demasiado teórica y poco práctica, por lo que resultaba bastante alejada en el sentido de despertar el interés de los estudiantes por la asignatura de Física y Química. Es posible que un planteamiento más pragmático de esta materia consiguiera despertar más interés y no provocaría ese rechazo que se observa en el alumnado con respecto a estas disciplinas académicas.

En este sentido, mi intención como “profesora” tuvo como objetivo tratar de ofrecer a los alumnos/-as de 2º ESO, que cursan por primera vez la asignatura de Física y Química, una visión más atractiva sobre la materia, tratando de hacerles, en la medida de lo posible, “más cercanos” los conceptos teóricos trabajados mediante el uso de analogías (Aragón, Oliva y Navarrete, 2014) y de experiencias prácticas con las que se

podiesen divertir y entretener a la vez que descubrir e interiorizar nuevos conocimientos (García-Molina, 2011).

Con el propósito de tratar de alcanzar este fin, presté especial atención al estudio de las ideas alternativas que los discentes tenían sobre los contenidos a trabajar y, una vez que estas habían sido analizadas, propuse una secuencia de actividades recurriendo, sobre todo, a los conocimientos adquiridos y al material proporcionado en la asignatura de “Diseño de actividades”, cursada en el segundo semestre, en la que se había hecho especial hincapié en la importancia que tienen los trabajos prácticos y las experiencias de cátedra en la enseñanza de las Ciencias, debido a que: pueden ayudar a la comprensión de conceptos abstractos, permiten tener un conocimiento vivencial sobre muchos fenómenos y motivan al alumnado al romper con la rutina y alejarse de la clase magistral (Caamaño, 2003).

#### **4.- PRESENTACIÓN Y ANÁLISIS DE LOS TRABAJOS SELECCIONADOS**

Una vez conocidos los trabajos incluidos en esta memoria y tras la justificación del porqué de su elección, en el presente apartado van a ser analizados desde distintos puntos de vista.

En primer lugar, se va a realizar un breve comentario sobre el momento del curso académico en el que fueron realizados. Aunque esta información puede parecer, en un principio, carente de importancia, considero que es crucial conocer el periodo de tiempo en el que estos trabajos fueron realizados para así poder comprender las circunstancias que los rodeaban y que determinaron el enfoque que, finalmente, se decidió darles.

A continuación, y con la finalidad de poner en contexto a los lectores de esta memoria, se realizará una descripción, no muy extensa, de la temática sobre la cual versan estos trabajos. En este punto se comentarán los objetivos que perseguían los trabajos, así como los contenidos más relevantes que en ellos se trabajan.

Por último, y partiendo desde la perspectiva actual, es decir, desde el punto de vista de una alumna que se encuentra próxima a finalizar sus estudios de máster, se expondrán algunos aspectos de mejora y posibles modificaciones que se realizarían en los trabajos en el hipotético caso de poder volver a rehacerlos.

#### **4.1.- Presentación y análisis del trabajo “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”**

El trabajo que va a exponerse en este apartado se enmarca en un contexto educativo que podría calificarse utilizando la palabra “estresante”. Nos encontramos en los momentos previos a finalizar el primer semestre, compaginando la realización de las primeras prácticas en el instituto con la elaboración de una gran cantidad de trabajos a entregar y con los exámenes finales tan inminentes. Es en este ambiente en el que nace el trabajo titulado “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”, realizado en la asignatura “Fundamentos de diseño instruccional y metodologías de aprendizaje”.

El objetivo principal de este trabajo es el estudio del “Tema 9: Energía y calor”, que aparece en el libro de texto *Física y Química. 4º ESO* (Cañas, Puente, Remacha y Viguera, 2009). Se pretendía comprobar si la información que aportaba el manual contribuía al refuerzo de las ideas alternativas de los estudiantes sobre el calor y la temperatura, o fomentaba la evolución de los alumnos/-as hacia los conceptos correctos desde un punto de vista científico. Con el propósito de alcanzar este fin, el trabajo se estructura en cinco partes distintas: introducción, fundamentación teórica, recursos o instrumentos analizados, resultados y discusión y, por último, consideraciones finales.

El trabajo comienza introduciendo el tema de las ideas alternativas haciendo hincapié en las dificultades que estas ocasionan al alumnado en la comprensión de las materias de Física y Química y en la resolución de los problemas y ejercicios que en estas asignaturas se plantean. Se exponen, además, muchos de los autores que han estudiado en profundidad estas concepciones alternativas, describiendo sus principales características y destacando lo importante que es para un docente tener conocimiento acerca de estas ideas, con el objetivo de diseñar distintas estrategias para ayudar a sus alumnos/-as en el proceso de construcción del aprendizaje.

A continuación, y a raíz de las palabras de Jiménez-Aleixandre (1997) sobre los libros de texto: *“La importancia que el profesor les asigna es muy grande, y puede decirse que una de las decisiones más importantes que toman muchas personas cada curso, o cada vez que cambia el plan de estudios, es la de escoger un determinado libro de texto”*, se expone la gran influencia que los libros de texto tienen en el proceso de

enseñanza-aprendizaje, pudiendo tanto facilitar la comprensión de los conocimientos científicos correctos como reforzar las ideas alternativas de los estudiantes.

Una vez descritas qué son las ideas alternativas y el gran obstáculo que suponen para los adolescentes, en el trabajo que realicé se analizan algunas de las concepciones erróneas más comunes que presentan los alumnos sobre los conceptos de calor y temperatura y se relacionan con la información aportada por un libro de texto, con la finalidad de observar el grado en el que éste contribuye al fomento de tales ideas.

Para ello, los recursos utilizados en la realización de este trabajo fueron, por un lado, los estudios de Bañas, Mellado y Ruiz (2003) y (2004), de los cuales se extrajeron algunas de las ideas alternativas del alumnado sobre los conceptos de calor y temperatura: 1) El calor es una forma de energía, no un proceso de transferencia de energía. 2) El calor es “algo” material que puede pasar de unos cuerpos a otros. 3) Confusión entre los conceptos de calor y temperatura. 4) Dificultad de comprensión del concepto de equilibrio térmico. 5) La temperatura no es constante en un cambio de estado. 6) Temperatura relacionada con el tipo de material. Y 7) Temperatura como propiedad extensiva. Por otro lado, se empleó el libro de texto *Física y Química. 4º ESO* (Cañas, Puente, Remacha y Viguera, 2009), del que se analizó el “Tema 9: Energía y calor” (páginas 146-161).

Tras el análisis de algunos de los fragmentos del libro de texto utilizado, se obtuvieron resultados algo variados. En general, el capítulo analizado fue bastante preciso a la hora de explicar los distintos conceptos. Por ejemplo, la definición utilizada para definir el concepto de calor como “*proceso de transferencia de energía de un cuerpo a otro como consecuencia de la diferencia de temperatura entre ellos*” (página 148) contribuye a la evolución de la idea alternativa de calor como forma de energía hacia el concepto científicamente correcto de calor como transferencia de energía. Sin embargo, en algunos párrafos, aparecen definiciones como “*al comunicar la misma energía a dos masas distintas de agua, la de menor masa experimenta un mayor aumento de temperatura. La masa del cuerpo influye en dicho aumento*” (página 150) que pueden reforzar la idea alternativa de que la temperatura es una propiedad extensiva que depende de la masa en lugar de considerar que es proporcional a la energía cinética de las partículas de un cuerpo.

Cuando, allá por enero de 2019, me encontraba realizando este trabajo, consideré oportuno enfocarlo de esta manera debido a dos motivos: por un lado, la repercusión que,

a mi juicio, tienen las ideas alternativas en el proceso de enseñanza-aprendizaje de los alumnos/-as; y, por otro lado, la gran influencia que, a día de hoy, siguen teniendo los libros de texto en el aprendizaje al ser una de las principales herramientas que los docentes emplean para el desarrollo de sus clases (Fernández y Caballero, 2017). Sin embargo, desde mi perspectiva actual, tras haber realizado las prácticas en el instituto de Secundaria y haber cursado todas las asignaturas, si tuviese la oportunidad de “volver atrás en el tiempo”, modificaría algunos aspectos de este trabajo.

En primer lugar, tal y como puede apreciarse, en el trabajo se han utilizado las ideas alternativas analizadas por distintos autores y extraídas de diversos artículos. Considero que resultaría mucho más interesante e instructivo elaborar un cuestionario propio y emplearlo para analizar las ideas alternativas que los estudiantes del IES “Goya”, a los que tuve la oportunidad de impartir clase, tuviesen sobre los conceptos de calor y temperatura. No obstante, y aunque esta situación sería la ideal y resultaría una modificación muy enriquecedora para el trabajo, hay que ser realistas. Este trabajo debía entregarse pocos días después de comenzar el Prácticum I, por lo que me resultó imposible y, desde luego, muy precipitado redactar un cuestionario y entregarlo a unos estudiantes a los que apenas conocía, pues sólo había coincidido con ellos, como mucho, un par de veces.

En cuanto al análisis de distintos fragmentos de un libro de texto, por un lado, considero que es un aspecto bastante interesante en el sentido de que, al constituir este recurso la principal herramienta empleada por los docentes en sus clases es importante razonar si las imágenes, gráficos o diferentes definiciones que estos utilizan, pueden llegar a confundir o entorpecer el aprendizaje de diferentes conceptos en los alumnos/-as. Sin embargo, por otro lado, creo que el hecho de haber analizado un único libro de texto hace que el trabajo quede, de alguna forma, incompleto puesto que no permite sacar ninguna conclusión relevante acerca de la manera en la que estas herramientas pueden afectar al grado de adquisición y comprensión de conocimientos por parte de los discentes. En este caso, el libro utilizado ofrecía explicaciones claras de los conceptos y los gráficos utilizados facilitaban la comprensión. Pero lo ideal hubiese sido poder realizar un estudio comparativo utilizando distintos libros de texto de diferentes editoriales. No obstante, me fue imposible, por aquel entonces, incluir más libros de texto en el trabajo ya que, en esos momentos, solamente me encontraba en posesión de ese ejemplar que me habían prestado.

Además, hay que tener en cuenta que el formato del trabajo estaba muy definido y acotado. Únicamente podían redactarse seis páginas, con bibliografía incluida. Por lo tanto, era necesario sintetizar y condensar mucho la información que se iba encontrando y redactar sin detenernos mucho en los pequeños detalles para poder adaptarnos al formato exigido.

Como conclusión, he de decir que, aunque me encuentro satisfecha con la realización de este trabajo ya que gracias a él he podido conocer y comprobar lo importante que es tener en cuenta los conocimientos e ideas que el alumnado ya posee sobre la materia, es decir, no considerar su mente como una “página en blanco” a la hora de trabajar y explicar los contenidos que vamos a impartir al realizar nuestra función como docentes, considero que el formato tan acotado de este trabajo, los pocos recursos de los que se disponía y el periodo de tiempo en el que debía entregarse han afectado a la calidad y al enfoque del mismo, trayendo como consecuencia que la información que en él se aporta pueda resultar algo superficial y que las conclusiones que se extraen de él, en cuanto al papel de los libros de texto en el fomento de las ideas alternativas de los estudiantes, queden inconclusas.

#### **4.2.- Presentación y análisis del Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz”**

El Proyecto de Innovación Docente, que en este apartado se describe, fue desarrollado en el Prácticum III y está estrechamente vinculado a la Unidad Didáctica, “Luz y sonido”, que se impartió en el IES “Goya” entre los días 24 de abril y 8 de mayo de 2019. Este proyecto fue diseñado para ponerlo en práctica con los estudiantes de dos grupos distintos del curso 2º ESO: el grupo “B”, perteneciente al programa bilingüe-alemán, y el grupo “C-D”.

En el currículo oficial la asignatura de Física y Química se trabaja, por primera vez, en el curso 2º ESO. En esta primera toma de contacto, los contenidos se explican, en la mayoría de los casos, de forma cualitativa sin utilizar demasiado, o prácticamente nada, las justificaciones matemáticas. Además, los alumnos y las alumnas que cursan 2º ESO poseen algunas ideas o interpretaciones acerca de qué es la luz o sobre algunas de sus propiedades, como por ejemplo la reflexión, como consecuencia de los conocimientos que han adquirido en la etapa de Educación Primaria, o debido a la observación de algunos fenómenos cotidianos. Atendiendo a estos factores, el proyecto decidió enfocarse

hacia el diseño y la realización de un conjunto de actividades prácticas, visuales y amenas, partiendo de los saberes que el alumnado ya conoce, con el propósito de que facilitasen la comprensión de algunos conceptos abstractos relacionados con la luz y sus propiedades.

De esta manera, los objetivos que se pretendieron alcanzar con el desarrollo del proyecto fueron los siguientes, que a continuación se especifican: conocer las ideas alternativas que presentan los alumnos/-as con respecto a la luz y sus propiedades; diseñar actividades ilustrativas y económicamente asequibles que fomenten el desarrollo de distintas habilidades en los estudiantes, como la observación, el análisis y la extracción de conclusiones; utilizar distintos recursos TIC que ayuden a la comprensión de los conceptos y refuercen los conocimientos adquiridos; incrementar la motivación del alumnado, su curiosidad e implicación en la clase mediante experiencias sencillas, llamativas y visuales favoreciendo así su interés por la materia de Física y Química y conseguir, mediante la propuesta diseñada, modificar las concepciones erróneas de los adolescentes y hacerles evolucionar hacia el conocimiento científico correcto.

Tras una introducción teórica en la que se ponen de manifiesto algunas de las ideas alternativas que, en general, los alumnos/-as presentan sobre los conceptos relacionados con la luz y en la manera en la que estas influyen y dificultan su proceso de aprendizaje, el Proyecto de Innovación Docente comienza con la elaboración de un cuestionario para conocer los conocimientos previos que poseen los discentes sobre los conceptos que van a explicarse, con la finalidad de analizar las posibles ideas alternativas que estos puedan tener y diseñar, de esta forma, actividades que promuevan su cambio conceptual hacia los conceptos científicos correctos. Este cuestionario constaba de seis preguntas de elección múltiple en el que se planteaban cuestiones relacionadas con la propagación en línea recta de la luz, la reflexión y la refracción: 1) ¿Qué es una sombra? 2) ¿Cómo es la superficie de un espejo? 3) ¿Cómo vemos un libro? 4) ¿Cómo funciona un espejo? 5) ¿Qué ocurre cuando un rayo se refracta? Y 6) ¿Cómo crees que funciona una lupa?

Tras analizar las respuestas escogidas por el alumnado de 2º ESO, se extrajeron una serie de conclusiones. En primer lugar, se observó que, aunque la mayoría de los alumnos/-as conocían que la luz se propaga en línea recta y que, por ello, al encontrarse con un objeto opaco, se forman sombras, algunos estudiantes poseían la idea alternativa de que una sombra es, simplemente, una luz más oscura: no relacionaban el concepto de sombra con la ausencia de rayos de luz en determinadas zonas. En segundo lugar, se

comprobó que los estudiantes tenían conocimientos incompletos sobre la reflexión ya que solo asociaban esta propiedad con los espejos. Desconocían, además, la existencia de espejos curvos. Por último, en cuanto a la refracción, aunque mis receptores sí reconocían el cambio de dirección que experimenta el rayo de luz al cambiar de medio, no tenían conciencia de la variación de velocidad que también tiene lugar.

Una vez conocidas y analizadas las ideas de los alumnos/-as sobre la luz y sus propiedades, se plantearon dos sesiones, de 50 minutos de duración cada una, en las que se trabajaron diferentes actividades con la finalidad de ampliar los conocimientos de los estudiantes sobre el tema y modificar sus ideas alternativas.

La primera sesión tuvo lugar en el laboratorio de Física del IES “Goya” y en ella se llevaron a cabo una serie de actividades, prácticas y sencillas que tenía como objetivo principal la interiorización de los conceptos científicos relacionados con la luz y sus propiedades mediante la experimentación y la observación. En la Figura 1 se ilustran las actividades desarrolladas durante la sesión.



**Figura 1.** Actividades realizadas durante la sesión 1. De arriba abajo y de izquierda a derecha: actividad 1. Taller de sombras: ¿cómo se propaga la luz? Actividad 2. La

reflexión de la luz. Actividad 3. Experimentando con espejos;.Actividad 4. La refracción de la luz. Actividad 5. Taller de lentes. Y actividad 6. Cámara oscura: ¿cómo ve el ojo humano?

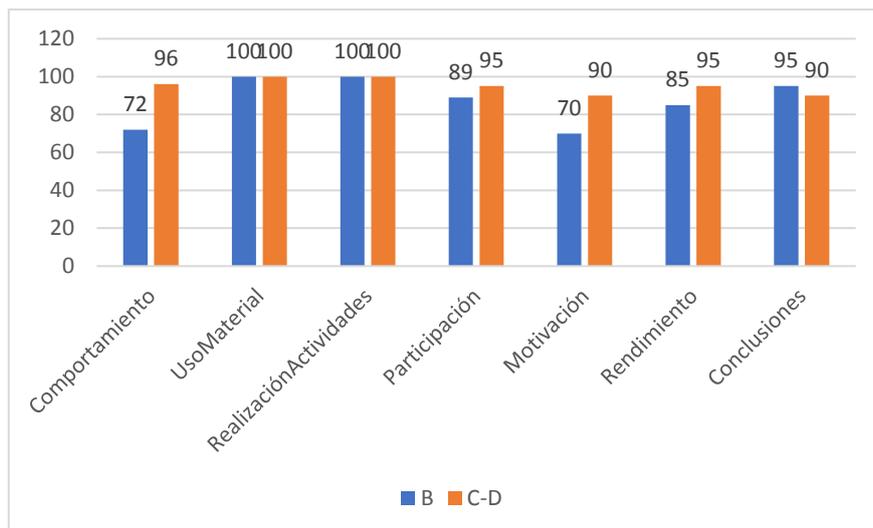
La segunda sesión se desarrolló en el aula de Informática. Mediante el uso de simulaciones web y la resolución de unos ejercicios propuestos se intentaron reforzar los conceptos trabajados en la primera sesión.

Con la finalidad de tener en cuenta una serie de aspectos durante la realización de las actividades de estas dos sesiones, se elaboró una rúbrica (Tabla 1) en la que se evaluaron distintos aspectos como el comportamiento y la atención de los alumnos/-as, el buen uso que hacían del material o el grado de participación en las actividades. Estos ítems se puntuaban en función de su grado de adquisición siendo 1 (Nada) la puntuación más baja que podía alcanzarse y 4 (Bien), la más alta.

**Tabla 1.** Rúbrica empleada para la evaluación de la actividad.

Aspectos observados	Grado de superación de los aspectos observados (Nada: 1; Poco: 2; Regular: 3; Bien: 4)			
	1	2	3	4
Comportamiento y atención				
Buen uso del material				
Realización de las actividades propuestas				
Participación				
Motivación				
Rendimiento				
Conclusiones extraídas				

En el Gráfico 1 se muestran los resultados obtenidos. Los dos grupos alcanzaron unas puntuaciones muy altas en todos los aspectos evaluados. No obstante, en algunos ítems como “comportamiento y actitud” y “motivación” los alumnos del grupo “B” obtuvieron menor puntuación debido a que, al llevarlos al laboratorio, se distrajeron con los objetos y materiales que había alrededor, circunstancia que es comprensible que ocurra con unos estudiantes adolescentes.



**Gráfico 1.** Resultados obtenidos mediante la rúbrica y tras la observación de los distintos aspectos.

El trabajo finaliza con el análisis de los resultados obtenidos por los estudiantes de ambos grupos en la prueba de evaluación de toda la Unidad Didáctica “Luz y sonido”. Aunque el porcentaje de aprobados es bastante elevado (100% en el grupo “B” y 70% en el “C-D”), en general, no se observó ni una gran mejoría de los resultados ni un gran empeoramiento: las calificaciones de los discentes fueron muy similares a las que venían obteniendo durante el curso académico en los diferentes controles realizados, según me informaron las profesoras responsables de estos grupos.

Analizando el Proyecto de Innovación Docente desde la perspectiva actual, son varias las críticas que he de hacerle. En primer lugar, aunque el cuestionario de elección múltiple me permitió realizar, de manera sencilla, gráficos que ilustrasen las ideas de los alumnos/-as, considero que hubiese sido más interesante elaborar un cuestionario de respuesta abierta para conocer, realmente y con sus propias palabras, las ideas que los estudiantes poseían sobre los conceptos que se iban a trabajar. Creo que, con el cuestionario de respuesta abierta, aunque, objetivamente, me hubiese sido más difícil poder agrupar las ideas para realizar un estudio comparativo, el hecho de no dar opciones de respuesta en las preguntas me hubiese permitido conocer mejor las dificultades que presentaban los alumnos/-as. En segundo lugar, pienso que el número de actividades realizadas durante la primera sesión fue demasiado ambicioso. Es bastante probable que la rapidez con la que se realizaron las actividades prácticas trajera como consecuencia que algunos estudiantes no interiorizaran suficientemente bien los conceptos aprendidos. El hecho de tener que explicar toda la unidad y realizar el Proyecto de Innovación Docente en seis clases me limitó bastante pues el tiempo para trabajar todos los contenidos del

tema fue bastante escaso. La idea inicial que tenía para mi Proyecto de Innovación era ayudar a los jóvenes estudiantes a construir su propia cámara oscura para explicar, a partir de ella, cómo ve el ojo humano y qué tipo de lente es. Sin embargo, me fue imposible llevar a cabo esta idea a la práctica y lo único que pude hacer al respecto fue construir la cámara oscura y mostrar al alumnado las imágenes que se formaban en la pantalla. En tercer lugar, aunque en la práctica de ordenadores los discentes hicieron uso de los recursos TIC para responder a una serie de preguntas, me hubiese gustado enfocar esta actividad hacia un tipo de “Caza del tesoro” (Adell, 2003), dando a mis alumnos/-as una finalidad que les motivase a realizar la búsqueda de información y a dar respuesta a las preguntas que se plantearon.

No cabe duda de que el tiempo no estuvo de mi parte en la realización de este proyecto. Por ello, si tuviese la oportunidad de repetirlo dividiría las actividades prácticas de la primera sesión en dos días, prescindiendo de la sesión en los ordenadores. De esta forma considero que las explicaciones quedarían más claras y los estudiantes tendrían más tiempo para observar y para experimentar con las actividades de índole práctica, hecho que les permitiría afianzar mejor los nuevos conocimientos aprendidos.

## **5.- REFLEXIONES**

El diccionario de la Real Academia Española (RAE) define el término reflexionar como la acción de *“pensar atenta y detenidamente sobre algo”*. En el campo de la Educación es importante que cualquier trabajo que se realice o cualquier metodología que se lleve a la práctica venga acompañada de una reflexión crítica que tenga como finalidad analizar y juzgar la validez de la propuesta.

En este sentido, en este apartado se van a presentar un conjunto de reflexiones. En primer lugar, y partiendo de lo concreto, se expondrán las reflexiones extraídas sobre cada uno de los trabajos seleccionados e incluidos en la memoria. Seguidamente, y desde un punto de vista más general, se especificarán las relaciones existentes entre ellos.

### **5.1.- Reflexión crítica sobre “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”**

Como ya se ha mencionado en apartados anteriores, este trabajo fue elaborado en la primera parte del máster por lo que parece lógico pensar que la opinión actual que se tiene sobre él es bastante distinta a la que se tuvo en el momento de su realización.

Al releer el trabajo, tal y como se ha indicado en el apartado “4.1”, observé algunos de los puntos débiles del trabajo, tales como argumentaciones algo escuetas como consecuencia del definido formato del trabajo, uso de las ideas alternativas extraídas de artículos de otros autores ante la imposibilidad de poder realizar un cuestionario a los alumnos/-as o el análisis de un único libro de texto que dificultó el poder extraer conclusiones relevantes sobre el papel de estos recursos en el fomento de las ideas alternativas de los estudiantes. Propuse, además, algunas acciones correctoras que, a mi juicio, mejorarían la calidad del trabajo.

No obstante, no hay que olvidar que estamos frente a un trabajo meramente teórico cuya única finalidad era ampliar los conocimientos sobre alguno de los temas trabajados durante las clases. En este sentido, considero que mis conocimientos sobre las ideas alternativas se han visto incrementados, considerablemente, a raíz de las búsquedas bibliográficas realizadas durante la elaboración del trabajo.

Creo que el trabajo ha cumplido con su objetivo puesto que, por un lado, ha hecho que tome conciencia de un aspecto que, a principio de curso, era totalmente desconocido para mí: el gran obstáculo que suponen las ideas alternativas en el aprendizaje de las Ciencias y, por otro lado, me ha ayudado a conocer la importancia que tiene para un docente el hecho de no ignorar las ideas alternativas de su alumnado con el fin de aplicar las metodologías, los recursos y las actividades que más útiles resulten para su modificación.

## **5.2.- Reflexión crítica sobre el Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz”**

Aunque este trabajo fue realizado casi al finalizar el segundo semestre, atendiendo al apartado “4.2”, son bastantes los aspectos que también modificaría.

Los resultados obtenidos en el examen de la Unidad Didáctica, en los que los discentes obtuvieron calificaciones muy similares a las que venían sacando durante el primer y el segundo trimestres, me brindaron la oportunidad de comprobar que algunos conceptos trabajados no habían quedado claros y que no habían sido del todo comprendidos por algunos de mis alumnos/-as, a pesar de las clases de repaso realizadas una sesión antes del examen.

Este hecho me hizo meditar sobre la rapidez con la que, muchas veces, y debido a las exigencias del currículo, las profesoras y los profesores tienen que explicar el temario a los estudiantes de Secundaria y de Bachillerato. En mi caso, al disponer de seis sesiones para desarrollar la Unidad Didáctica, quizás impartí los contenidos a un ritmo tan acelerado que diversos discentes encontraron dificultades para interiorizar bien los nuevos conceptos. Teniendo en cuenta las clases de las que disponía, posiblemente debería haber prescindido de alguna parte del temario con el fin de realizar explicaciones más pausadas, hacer hincapié en los conceptos más importantes e ilustrar con un mayor número de ejemplos para que los contenidos hubiesen sido comprendidos por el mayor número de alumnos/-as posible. Aunque el resultado y la experiencia las considero muy positivas.

Este posible fallo lo achaco, evidentemente, a mi inexperiencia como docente, pues no supe muy bien cómo adaptar el temario al número de clases del que disponía, hecho que me hizo no tener en cuenta el ritmo de aprendizaje de cada estudiante, aunque los materiales empleados podían ser comprendidos, más o menos, por el alumnado que tenía delante, bastante homogéneo, con algunas excepciones, en sus intereses y capacidad intelectual.

Esto hace que mi valoración sobre el Proyecto de Innovación Docente con respecto al tiempo sea no muy positiva y mejorable. El número de actividades propuestas era demasiado amplio por lo que, para poder realizarlas todas en una sesión, los alumnos y las alumnas no podían demorarse demasiado en su realización y las explicaciones del docente debían darse a un ritmo bastante rápido, sin apenas tiempo para analizar demasiado los conceptos nuevos trabajados. Con total seguridad, la rapidez con la que se tuvieron que desarrollar las actividades hizo que algunos discentes se sintiesen un poco desorientados al principio, circunstancia que se subsanó posteriormente.

Sin embargo, considero que, si hubiese sido capaz de adaptar los contenidos impartidos al tiempo del que disponía, la propuesta diseñada habría sido más beneficiosa para los alumnos/-as puesto que las actividades pragmáticas diseñadas daban la posibilidad de trasladar a la práctica los conceptos teóricos, haciendo del aprendizaje una experiencia mucho más cercana, tangible y vivencial.

Ya para finalizar con este apartado, me gustaría destacar que al haber tenido la posibilidad de dar clase en los cursos 2º de Bachillerato y 2º ESO sobre la luz, he podido

observar las abismales diferencias a nivel conceptual que existen entre los dos cursos para el mismo temario. Los contenidos que se trabajan en un curso son totalmente diferentes a los que se imparten en el otro. Mientras que en 2º ESO se da el temario de manera más cualitativa y sin ahondar demasiado en el tipo de imágenes que forman lentes y espejos, la Óptica de 2º de Bachillerato está prácticamente orientada hacia la resolución de problemas y hacia la descripción de dichas imágenes. Autores como Chevallard y Joshua (1982) o Ramírez (2005) han realizado diversos estudios para tratar de dar respuesta al porqué de esta modificación en los contenidos, proponiendo así el concepto de transposición didáctica, que puede ser definido como el proceso mediante el cual el docente transforma y adapta un concepto científico teórico (“saber sabio”) en otro concepto similar (“saber enseñado”) para poder ser trabajado en el aula y comprendido por sus estudiantes. En este sentido, la mayor madurez mental de los estudiantes del curso 2º de Bachillerato y la mayor experiencia científica, que han ido adquiriendo durante su paso por las diferentes etapas educativas, hacen que la adaptación del contenido científico a impartir con estos alumnos y alumnas sea mucho menor que la que hay que realizar con los estudiantes de 2º ESO. Chevallard (1991) destaca la importancia de la “descontextualización” del saber científico e incide en la capacidad que los docentes deben desarrollar para seleccionar, simplificar y reformular los contenidos con el objetivo de que puedan ser comprendidos por la heterogeneidad de su alumnado y se adapten al momento del curso o etapa escolar en la que se encuentren. Es obvio que los intereses y la capacidad de los estudiantes en estos dos niveles (2º de Bachillerato y 2º ESO) presentan grandes diferencias, por lo que los contenidos son trabajados de manera muy distinta.

### **5.3.- Reflexión sobre las relaciones existentes entre los trabajos incluidos en la memoria**

La descripción detallada que se ha realizado sobre la temática de ambos trabajos pone de manifiesto la clara relación que existe entre ellos: los dos trabajos toman como eje central la importancia que tiene para el docente el conocimiento de las ideas alternativas de su alumnado.

Aunque en el primero se analizan las ideas relacionadas con el calor y la temperatura y en el segundo las relacionadas con la luz y sus propiedades, tanto en uno como en otro se hace hincapié en las dificultades que estas ideas suponen para el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes actuales y en el relevante papel que

desempeña el docente como “guía” en la construcción del conocimiento, al proponer distintos recursos y herramientas para conseguir la evolución de estas ideas hacia los saberes científicos correctos.

En cierto modo, podría afirmarse que el Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz” es la continuación del trabajo “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”. Pero ¿por qué puede hacerse esta afirmación?

En el trabajo “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”, realizado durante el primer semestre, se aborda el tema de las ideas alternativas de manera teórica. En él se define qué son las ideas alternativas, cuál es su posible origen y cuáles son sus principales características, mostrando especial interés en la manera en la que estas dificultan el proceso de aprendizaje en el alumnado. En el Proyecto de Innovación Docente: “Descubriendo las propiedades de la luz” se retoma esta idea, pero trasladándola a la práctica docente, es decir, se analizan las ideas alternativas que poseen los alumnos/-as del IES “Goya” de Zaragoza sobre el temario a trabajar (la luz y sus propiedades) mediante la utilización de un cuestionario. Una vez que se tiene constancia de dichas ideas, el cambio conceptual que se define en el trabajo teórico sobre las ideas alternativas se aborda en el Proyecto de Innovación Docente mediante la realización de un conjunto de actividades prácticas, programadas en dos sesiones, basadas en las necesidades de los alumnos/-as de 2º ESO.

La gran curiosidad que despertó en mí el tema de las ideas alternativas, debido a los nuevos conocimientos adquiridos tras la realización del trabajo “Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto”, hizo que intentase poner la teoría de ese trabajo en práctica con los discentes del IES “Goya” en cuanto tuve la oportunidad.

## **6.- CONCLUSIONES**

Me resulta algo “difícil” hacer una valoración sobre mi paso por el máster pues, a lo largo del curso he vivido situaciones tanto positivas como no tan positivas que me han hecho experimentar emociones de lo más dispares.

Al volver la vista atrás y situarme en el mes de octubre de 2018, recuerdo sentirme, por un lado, nerviosa y con ciertas dudas debido a que nunca he sentido una clara vocación por la profesión docente a pesar de que mi madre y mi padre son profesores de Secundaria.

Pero, por otro lado, con una gran curiosidad por descubrir de qué manera los nuevos conocimientos que iba a adquirir en el máster iban a ampliar mi formación.

Conforme fue avanzando el curso, me fui encontrando en el camino tanto asignaturas de las que aprendí y disfruté estudiándolas como asignaturas que, sinceramente, no se ajustaron a lo que yo esperaba. No obstante, y a pesar de esto, he de destacar muchos aspectos enormemente positivos al cursar este máster pues me ha enriquecido tanto a nivel personal como profesional.

En primer lugar, me gustaría destacar la multitud de nuevos conocimientos con respecto a legislación, sociología, pedagogía y psicología educativa que he adquirido durante el curso debido a la gran cantidad de asignaturas, con distintas temáticas, que se imparten en el máster. Estos conocimientos, tan alejados de mi especialidad, me han hecho comprender que el máster de Educación no es un simple trámite que hay que realizar para poder opositar, sino que es un periodo de transición necesario que nos ayuda a conocer nuestras carencias y a adquirir un conjunto de competencias que completan nuestra formación. Atendiendo a las palabras de Francis Bacon *“El conocimiento es poder”*, es decir, cuanto más rica sea nuestra formación, mayores serán las opciones que tendremos a la hora de enfrentarnos a una determinada situación.

En segundo lugar, he aprendido que el hecho de que una persona tenga grandes conocimientos sobre su campo de estudio y domine a la perfección la materia no quiere decir que vaya a ser un buen docente. Para llevar a cabo esta profesión es necesario que la profesora o el profesor desarrollen otra serie de habilidades relacionadas con la comunicación, la empatía y la manera en la que van a transmitir esos conocimientos. El contacto diario con alumnas y alumnos tan diferentes, con distintas perspectivas y diferentes motivaciones, y con sus problemas y circunstancias personales hacen replantearse el papel del docente en esta sociedad del siglo XXI, que tiene muchas ventajas, pero también muchos retos.

En tercer lugar, y debido a la constante evolución de la sociedad, he comprendido que es necesario llevar a cabo estrategias y metodologías que se alejen de la clase “tradicional”, especialmente en las asignaturas de Ciencias que, muchas veces, resultan poco atractivas para los discentes actuales, ciudadanos en un mundo eminentemente digital y audiovisual. Es necesario que el docente “acerque”, de alguna forma, la Ciencia a sus alumnos/-as, con la finalidad de hacer del aprendizaje un proceso mucho más

dinámico y vivencial, en el que los conocimientos teóricos se trasladen a la práctica con el fin de que los estudiantes aprendan observando y experimentando, con lo que conseguiremos despertar la curiosidad y el interés por el mundo científico.

En cuarto lugar, hay que tener siempre presente que en una clase no todos los alumnos/-as son iguales: cada uno tiene su nivel de conocimiento y su propio ritmo de aprendizaje. Una de las mayores dificultades a las que se enfrenta un docente en el aula surge a raíz de la heterogeneidad de su alumnado, especialmente en la sociedad multiétnica de la España actual. Al mismo tiempo que se deben proponer actividades que motiven y capten la atención de los estudiantes más aventajados, también el profesorado de los institutos debe atender y no dejar atrás a los alumnos/-as que presentan más dificultades en el proceso de aprendizaje. Esta atención a la diversidad no es una tarea fácil pues adaptar los contenidos a cada persona para que pueda seguir el ritmo de la lección y conseguir que su aprendizaje sea significativo requiere una gran dedicación de tiempo, un enorme esfuerzo y, sobre todo, un gran entusiasmo y un gran amor por la profesión de docente.

En quinto lugar, la labor del profesor/-a no se limita sólo a su trabajo dentro del aula, sino que esta va mucho más allá de las paredes de la clase. Hay que tener en cuenta que la comunidad educativa es muy grande y que, por ello, se deben cuidar las relaciones establecidas con el resto de los sectores, especialmente con las familias de nuestros discentes. Únicamente mediante la acción coordinada y conjunta de estos sectores podrá hacerse del proceso de aprendizaje de los alumnos/-as una experiencia mucho más beneficiosa y enriquecedora. Algunos problemas de motivación, de trabajo y estudio, y también de comportamiento en el aula, se pueden solucionar antes y de manera efectiva si hay una comunicación y empatía entre familias y profesorado. Si los problemas no se solucionan a su debido tiempo, pueden convertirse en un lastre que puede dificultar muchísimo el proceso de enseñanza-aprendizaje.

En sexto lugar, tras haber cursado asignaturas de distintas temáticas durante el presente curso académico 2018-2019, me he percatado de la multidisciplinariedad que envuelve a la profesión de profesor/-a. Es por ello que considero necesaria la continua formación del profesorado a lo largo de su vida laboral puesto que, a pesar de que la experiencia es un aspecto clave a la hora de desempeñar esta profesión, es primordial, también, estar actualizados y tener conocimientos sobre las distintas metodologías y estrategias que pueden mejorar el desarrollo de las clases o sobre los distintos recursos

tecnológicos que pueden implementarse. Hay que tener en cuenta que vivimos en la era digital y que los estudiantes están cada vez más familiarizados con el uso de las nuevas tecnologías. Por ello, es necesario que el profesorado se “renueve” año tras año mediante cursos y experiencias educativas, que deberían ser propuestos desde la Administración Pública, que les faciliten el paso de lo analógico a lo digital y les pongan al día sobre las novedades que hay en materia educativa. Lo deseable es que los cursos que se programen y se oferten al profesorado respondan a los intereses y a las verdaderas necesidades de los profesionales de la enseñanza, y en unas condiciones y en unos horarios accesibles en la medida de lo posible.

En séptimo lugar, como docentes, hay que desarrollar la capacidad de hacer una reflexión crítica sobre nuestra labor. Se debe analizar minuciosamente cada proyecto o metodología que se pretende desarrollar con el alumnado, con la finalidad de conocer los problemas que pueden surgir y la manera positiva en la que algunas metodologías contribuyen a la construcción del aprendizaje. En algunos institutos de Secundaria del territorio nacional, al final de cada curso académico, se entrega al alumnado un “Cuestionario de valoración docente”, donde los discentes de los distintos niveles enjuician la labor del profesorado y escriben sus propuestas de mejora, que se suelen tener en consideración para el curso siguiente.

A raíz de mi paso por el máster, y gracias, especialmente, a la experiencia vivida durante el Prácticum en el IES “Goya”, he sido consciente de mis carencias, sobre todo en lo que respecta al control del tiempo y a la habilidad para hablar en público, especialmente rodeada de adolescentes. Hasta el momento sólo había ejercido como profesora de clases particulares individuales, tanto en Alicante como en Zaragoza, por lo que enfrentarme con un mayor número de alumnos/-as tan heterogéneo fue una experiencia que jamás había tenido la oportunidad de vivir hasta ese momento. Todo ello me hizo reflexionar sobre la complejidad de la profesión docente y la gran responsabilidad que tienen los profesores y las profesoras para llevar su labor, día tras día, de la mejor manera posible. Considero que esta noble profesión tendría que ser más valorada y más respetada por los diferentes sectores de la sociedad en todos los lugares del mundo, pues pienso que una sociedad justa y más democrática solamente se puede construir con unos ciudadanos más responsables, formados y con un evidente sentido crítico.

Me gustaría cerrar este trabajo haciendo alusión a un antiguo proverbio chino que considero que resume a la perfección el fin último de la Educación: *“Si el alumno no supera al maestro, ni es bueno el alumno, ni es bueno el maestro”*.

La labor del docente no consiste en que las alumnas y los alumnos memoricen un conjunto de datos o fórmulas para aplicar, sino que la labor del docente es mucho más importante y va más allá de esto. El profesorado, en la sociedad del siglo XXI, es el encargado de guiar y ayudar a sus alumnos/-as a adquirir una serie de conocimientos básicos e imprescindibles para su vida futura y profesional, pero también tiene que ser capaz de desarrollar una serie de habilidades y competencias en sus estudiantes que les permitan crecer como personas en su significado más amplio, superar fronteras socioeconómicas y prejuicios de clases, logrando así el avance y el progreso de la sociedad contemporánea, y desterrando esa idea de que el conocimiento era sólo para unos privilegiados: dice un refrán español *“Querer es poder”*. Por ello, la sociedad y las autoridades responsables deben apoyar la educación de sus ciudadanos sin ningún tipo de obstáculos ya que el conocimiento, el estudio y el trabajo son los tres pilares de la libertad de las personas. No sé, todavía, si en un futuro me dedicaré a la docencia, pero de lo que sí estoy segura es que este curso académico he podido comprobar lo gratificante y enriquecedora que es esta profesión, por lo que empiezo a plantearme el dedicarme a enseñar todo lo aprendido en las aulas de Educación Secundaria y Bachillerato. Pero eso es otra cuestión que ya analizaré en estos meses, al igual que la posibilidad de presentarme a unas oposiciones para ser profesora. En definitiva, mi valoración es muy positiva, en líneas generales, sobre el máster realizado, destacando la gran profesionalidad de la gran mayoría de personas responsables del mismo.

## BIBLIOGRAFÍA

Abimbola, I. (1988). The problem of terminology in the study of student conceptions in science. *Science Education*, 72, 175-184.

Adell, J. (2003). Internet en el aula: la caza del tesoro. *Revista electrónica de tecnología educativa*, 16, 1-10.

Altarejos, F. (2002). La relación familia-escuela. *ESE. Estudios sobre Educación*, 3, 113-119.

Aragón, M. M., Oliva, J. M. y Navarrete, A. (2014). Desarrollando la competencia de modelización mediante el uso y aplicación de analogías en torno al cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 337-356.

Ausubel, D. F. (1968). *Educational Psychology: A cognitive view*. Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.

Ausubel, D. F., Novak, J. y Hanesian, H. (1983). *Psicología Educativa. Un punto de vista cognitivo*. México: Trillas.

Banet, E. y Ayuso, E. (1996). Introducción a la Genética en la enseñanza secundaria y bachillerato: I. Contenido de enseñanza y conocimientos de los alumnos. *Enseñanza de las Ciencias*, 13 (2), 137-153.

Bañas, C., Mellado, V. y Ruiz, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*, 24, 99-126.

Bañas, C., Mellado, V. y Ruiz, C. (2004). Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21 (3), 296-312.

Caamaño, A. (2003). Los trabajos prácticos en Ciencias. *Enseñar Ciencias*, 95-118.

Campanario J. M. (2004.) Algunas posibilidades del artículo de investigación como recurso didáctico orientado a cuestionar ideas inadecuadas sobre la ciencia. *Enseñanza de las ciencias*, 22 (3), 365-378

Cañas, A., Puente, J., Remacha, M. y Viguera, J. A. (2009). *Física y Química. 4º ESO*. Madrid: Ediciones SM

Chamizo, J. A., Sosa, P. y Zepeda, S. (2005). Análisis de las ideas previas de la química. *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VIII Congreso, 1-5.

Chevallard, Y. (1991). *La transposición didáctica. Del saber sabio al saber enseñado*. Buenos Aires: Aiqué.

Chevallard, Y. y Johsua, M. A. (1982). Un exemple d'analyse de la transposition didactique. La notion de distance. *Recherches en didactique des mathématiques*, 3.2, 157-239.

Esteve, J. M. (2003). *La tercera revolución educativa: la educación en la sociedad del conocimiento*. Barcelona: Paidós.

Fernández, M. P. y Caballero, P. A. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20 (1), 201-217.

Gallegos, J. A. (1998). La construcción del concepto de mineral: bases históricas y un diseño de enseñanza-aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 16 (1), 159-167.

García-Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 370-392.

Gil, D. (1986). La metodología científica y la enseñanza de las ciencias. Unas relaciones controvertidas. *Enseñanza de las Ciencias*, 4 (2), 111-121.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (1997). *¡Viva la diferencia! ACES: Aprendiendo ciencias en la Enseñanza Secundaria. Materiales para el alumno*. Santiago: servicio de publicaciones de la Universidad, 245-278.

Labraña, C. (2005). Ideas previas en el proceso de aprendizaje de la Historia. Caso: estudiantes de primer año de Secundaria, Chile. *Geoenseñanza*, 10 (2), 209-218.

Pérez, A. I. (2010). Nuevas exigencias y escenarios para la profesión docente en la era de la información y la incertidumbre. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 24 (2), 17-36.

Pozo, J. I. (1992). *Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencias. Curso de actualización científica y didáctica*. Madrid: MEC.

Pozo J. I., Asensio, M. y Carretero, M. (1989). *La Enseñanza de las Ciencias Sociales*. Madrid: Visor.

Ramírez, R. (2005). Aproximación al concepto de transposición didáctica. *Folios*, 21, 33-45.

Sanmartín, O. R. (2015). Los cinco grandes problemas del profesorado español. *El Mundo*. Consultado el 11 de junio de 2019 en la dirección de enlace: <https://www.elmundo.es/sociedad/2015/11/03/5637c9dc268e3e02488b456c.html>.

# **ANEXO 1**

## **Las ideas alternativas sobre calor y temperatura. Estudio de un libro de texto.**

*Sofía de Gea Serna. Especialidad: Física y Química.*

### **Introducción**

La enseñanza de las materias de Física y la Química pueden suponer, en muchos casos, un gran obstáculo para los estudiantes de Secundaria: estudios de especialistas en este campo demuestran que los alumnos/-as finalizan estos cursos en condiciones muy similares a las que tenían inicialmente (Clement, 1982).

Algunas de las principales dificultades que encuentran los estudiantes en la enseñanza de estas ciencias son el empleo de conceptos abstractos y complejos (McDermott, 1997), el tipo de razonamientos necesarios para resolver los problemas (Fuller, 1994) y la carencia de habilidades matemáticas (Heuvelen, 1991).

A pesar de las investigaciones realizadas por Piaget (1959) y otros investigadores, durante la década de los 60 y 70, para tratar de solucionar algunas de estas dificultades de aprendizaje en el ámbito de las ciencias, en general, los discentes continuaron tratando de memorizar las respuestas explicadas por el profesorado fomentando, así, uno de los principales problemas a los que se enfrentaba y se enfrenta la enseñanza de cualquier ciencia: la existencia, en el alumnado, de ideas erróneas y alternativas a los conceptos científicos, que resultan muy difíciles de modificar (Schibeci, 1986).

A finales de la década de los años 70, autores como Ausubel (1978) y Viennot (1976) pusieron de manifiesto la incompreensión, entre los alumnos/-as, de conceptos científicos básicos y la dificultad que les acarrea la resolución de problemas debido a una serie de errores conceptuales (ideas alternativas) que parecían lógicos, coherentes y persistentes. De esta forma, estos autores anteriores defendieron la importancia del aprendizaje por recepción, que se define como un proceso en el que el sujeto relaciona nuevos conocimientos con los que ya conoce.

Así, en los últimos años, el tema de las ideas alternativas ha despertado un gran interés y ha sido objeto de múltiples investigaciones debido a que suponen un gran obstáculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Por ello, es importante

conocer qué ideas alternativas se manifiestan en los estudiantes y la actitud o las herramientas que pueden utilizar las profesoras y los profesores para corregirlas ya que, atendiendo a las palabras de Ausubel (1978): *“El factor que más influencia tiene en la enseñanza es lo que el que aprende ya sabe. Hay que investigar qué es y enseñar de acuerdo con ello.”*

*¿Qué son las ideas alternativas?*

Las ideas alternativas son concepciones personales, universales y muy resistentes al cambio que se elaboran con la finalidad de interpretar fenómenos naturales o conceptos científicos (Chamizo, Sosa y Zepeda, 2005). Están basadas en la intuición, la experiencia, la información recibida a través de la enseñanza escolar, los medios de comunicación o, simplemente, por lo hablado con otras personas de su entorno (García, 2011).

Muchos autores como Pozo y Gómez (1998), Velasco y Garritz (2003), Benarroch (2005) y Carrascosa (2005a) describen las principales características de las ideas alternativas en los siguientes términos: 1) son persistentes a lo largo de los distintos niveles educativos, resistiendo, incluso, a los conocimientos enseñados que las contradicen; 2) son personales pero, al mismo tiempo, pueden ser compartidas por personas de distintas edades, culturas y género; 3) en general, son elaboradas a partir de un razonamiento causal directo, siendo una interpretación errónea de un concepto científico existente; 4) guardan semejanza con ideas que han estado presentes a lo largo de la historia de la ciencia; 5) se originan a partir de experiencias relacionadas con fenómenos cotidianos; 6) pueden ser contradictorias cuando se aplican a contextos diferentes; 7) son respuestas que se suelen dar rápidamente y con el convencimiento de que son correctas; y 8) parecen poseer cierta coherencia interna.

*La influencia de los libros de texto en las ideas alternativas*

*“La importancia que el profesor les asigna es muy grande, y puede decirse que una de las decisiones más importantes que toman muchas personas cada curso, o cada vez que cambia el plan de estudios, es la de escoger un determinado libro de texto.”*

Tal y como afirma la cita anterior de Jiménez-Aleixandre (1997), los libros de texto, a pesar de la existencia en el sistema educativo de distintos recursos tecnológicos, continúan siendo el principal recurso metodológico, utilizado por la mayoría del profesorado, para la enseñanza (Fernández y Caballero, 2017). Estudios demuestran que,

aproximadamente, el 92% de los docentes utilizan el libro de texto para planificar el temario que van a impartir (Sánchez y Valcárcel, 1999).

Como consecuencia de su amplio uso en el sistema educativo actual, son muchas las investigaciones que se han realizado sobre distintos aspectos de los libros de texto como, por ejemplo, las actividades (Campanario, 2001), las imágenes (Jiménez y Perales, 2001) o los contenidos (Otero, 1997) con la finalidad de comprobar la influencia que tienen los libros de texto tanto en la adquisición de los conceptos científicos correctos como en el fomento y el refuerzo de las ideas alternativas de los estudiantes: muchos libros de texto utilizan términos imprecisos que pueden llegar a confundir a los alumnos/-as; otros, reflejan las ideas previas de los estudiantes o ni siquiera las tienen en cuenta (Bello, 2004). Estos factores pueden llegar a dificultar o a entorpecer el aprendizaje de los jóvenes que utilizan los libros de texto.

### *Objetivos*

Atendiendo a los antecedentes expuestos, el objetivo del presente trabajo es el estudio del “Tema 9: Energía y calor” del libro de texto Cañas, A., Puente, J., Remacha, M. y Viguera, J. A. (2009). *Física y Química. 4º ESO*. Madrid: Ediciones SM, con la finalidad de comprobar si la información que aporta contribuye al refuerzo de las ideas alternativas de los estudiantes o fomenta la evolución de estos hacia los conceptos científicamente aceptados sobre los temas relacionado con el calor y la temperatura, extraídos de los estudios realizados por Bañas, Mellado y Ruiz (2003) y (2004).

### **Fundamentación teórica**

Desde la disciplina pedagógica de la Didáctica de las Ciencias se han desarrollado distintas teorías sobre cómo conseguir el cambio de las ideas alternativas del alumnado. En este caso concreto, este trabajo se enmarca dentro de la corriente metodológica del constructivismo.

De esta forma, todo alumno/-a se convierte en el responsable de su aprendizaje, “construyendo” distintos significados al relacionar la nueva información aprendida con las ideas que ya poseía (Novak, 1988). Sin embargo, distintas investigaciones señalan que los estudiantes actuales, a pesar de haber sido instruidos en Ciencias, continúan teniendo libres interpretaciones e ideas erróneas sobre algunos conceptos científicos básicos. Estas

ideas alternativas son tan influyentes debido a que permiten dar explicaciones, aparentemente razonables, a distintos fenómenos cotidianos (Pozo, 1992).

Acabar con estas ideas y lograr el aprendizaje significativo del discente dependerá de las ideas alternativas que tenga, las distintas estrategias utilizadas, el interés y la motivación personal y el papel que desempeñe el profesorado.

El profesor o la profesora deben guiar a sus alumnos/-as en su proceso de construcción del aprendizaje, por lo que los docentes deben conocer sus ideas previas y diseñar o aplicar distintas estrategias que les permitan evolucionar a los estudiantes hacia los conceptos científicos correctos (Driver, 1988) logrando, de esta forma, el cambio conceptual (Carrascosa, 2005b).

### **Recursos o instrumentos analizados**

Para desarrollar este trabajo, y ante la clara imposibilidad de poder obtener información directa de un grupo de alumnas/-os, se han utilizado, como punto de partida, los estudios de Bañas, Mellado y Ruiz (2003) y (2004), de los cuales se han extraído algunas de las ideas alternativas de los estudiantes sobre los conceptos de calor y temperatura. Estas ideas alternativas fueron recogidas utilizando un cuestionario con distintos tipos de preguntas (elección múltiple, redacción personal y preguntas cerradas o semicerradas). El estudio fue realizado sobre un grupo de alumnos/-as de 1º y 2º de ESO de tres centros de Secundaria de Badajoz.

El libro de texto utilizado es Cañas, A., Puente, J., Remacha, M. y Viguera, J. A. (2009). *Física y Química. 4º ESO*. Madrid: Ediciones SM, del que se analizará el “Tema 9: Energía y calor” (páginas 146-161).

### **Resultados y discusión**

Son varias las ideas alternativas que los estudiantes de Secundaria presentan sobre los conceptos de calor y temperatura. A continuación, se muestran algunas de las más relevantes:

- El calor es una forma de energía, no un proceso de transferencia de energía.

- El calor es “algo” material que puede pasar de unos cuerpos a otros.
- Confusión entre los conceptos de calor y temperatura.
- Dificultad de comprensión del concepto de equilibrio térmico.
- La temperatura no es constante en un cambio de estado.
- Temperatura relacionada con el tipo de material.
- Temperatura como propiedad extensiva.

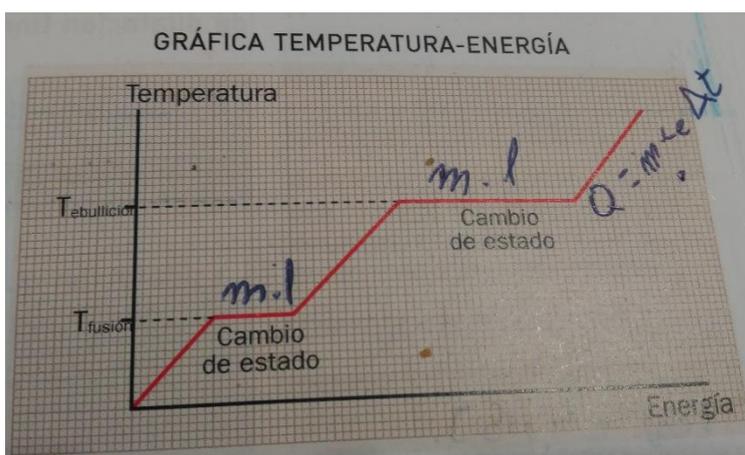
En el libro de texto analizado aparece una definición de calor bastante acertada: *“Calor es el proceso de transferencia de energía de un cuerpo a otro como consecuencia de la diferencia de temperatura entre ellos”* (página 148). Con esta definición se contribuye a la evolución de la idea alternativa de calor como forma de energía hacia el concepto científicamente correcto de calor como transferencia de energía. Además, en la definición también aparece una pequeña distinción entre calor y temperatura, hecho que puede ayudar al alumnado a no confundir estos términos. Sin embargo, en la misma página aparece un apartado en el que se explican las distintas formas de propagación del calor (conducción, convección y radiación). Este apartado puede reforzar la idea alternativa de los alumnos/-as de que el calor es “algo” material que tienen los cuerpos. Quizás hubiese sido más acertado, aunque parezca redundante, hablar de tipos de transferencia de energía mediante calor.

En cuanto a la definición de equilibrio térmico, en el libro de texto aparece una definición que, a mi juicio, es bastante sencilla de entender y que puede ayudar a los estudiantes que presenten dificultades en la comprensión de este concepto: *“Cuando se pone en contacto dos cuerpos a diferentes temperaturas, el cuerpo caliente transfiere energía al frío hasta que sus temperaturas se igualan. Entonces deja de transferirse energía y se dice que ambos cuerpos se encuentran en equilibrio térmico”* (página 147).

No obstante, en otro párrafo del tema se expresa que *“intervienen factores como la masa de cada cuerpo y la naturaleza de la materia de cada uno”* (página 147) y *“al comunicar la misma energía a dos masas distintas de agua, la de menor masa experimenta un mayor aumento de temperatura. La masa del cuerpo influye en dicho aumento”* (página 150). Estos comentarios podrían fomentar la idea alternativa de que la temperatura es una propiedad extensiva, es decir, que depende de la masa en lugar de

considerar que la temperatura de un cuerpo es proporcional a la energía cinética de sus partículas.

Por último, en la definición “Durante un cambio de estado, la temperatura de una sustancia pura permanece constante” (página 151) y especialmente en la Figura 1, donde se aprecia qué ocurre con la temperatura durante los cambios de estado de sólido a líquido y de líquido a gas, puede observarse que no se contribuye al fomento de la idea alternativa de los discentes de que la temperatura no es constante durante un cambio de estado.



**Figura 1.** Gráfica Temperatura-Energía, pág. 151.

### Consideraciones finales

Aunque, en un primer momento, las ideas alternativas de los estudiantes pueden parecer carentes de importancia y de relevancia en el proceso educativo, tal y como se ha expuesto a lo largo del trabajo, estas concepciones suponen un gran obstáculo al que deben enfrentarse tanto alumnos/-as como profesoras/-es para conseguir el aprendizaje significativo en las Ciencias.

Desde el punto de vista del docente es de vital importancia conocer, por un lado, las ideas alternativas que pueden poseer sus discípulos y, por otro lado, los distintos comentarios, materiales o situaciones que pueden llegar a fomentarlas.

En concreto, en este trabajo se ha analizado un tema de un libro del curso de 4º ESO. Se ha estudiado de qué manera se tratan los conceptos relacionados con el calor y la temperatura, en este capítulo, con la finalidad de comprobar si se fomentan o no las ideas alternativas de los estudiantes de Secundaria referentes a estos conceptos y que han

sido extraídas de dos artículos distintos. Tal y como se ha podido observar, el libro de texto utilizado es bastante preciso, claro y correcto a la hora de explicar los distintos conceptos incluyendo, incluso, gráficas que pueden servir de gran ayuda a la hora de conseguir modificar las ideas alternativas del alumnado. Si bien es cierto que, en otros aspectos, algunos párrafos son algo difíciles de comprender, pero, en general, el capítulo analizado no parece contribuir al desarrollo de las ideas alternativas sobre los conceptos relacionados con el calor y la temperatura.

Para finalizar, sería conveniente que, para lograr que el proceso de enseñanza-aprendizaje sea significativo, los profesores y las profesoras no ignorasen las ideas alternativas de sus estudiantes y que realizasen una evaluación inicial con el objetivo de tratar de identificarlas. Sólo así se podrán proponer distintas estrategias y metodologías que promuevan realmente el cambio conceptual de los estudiantes.

## Referencias

Ausubel, D. F. (1968). *Educational Psychology: A cognitive view*. Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.

Bañas, C., Mellado, V. y Ruiz, C. (2003). Las ideas alternativas del alumnado del primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria sobre la conservación de la energía, el calor y la temperatura. *Campo Abierto*, 24, 99-126.

Bañas, C., Mellado, V. y Ruiz, C. (2004). Los libros de texto y las ideas alternativas sobre la energía del alumnado de primer ciclo de Educación Secundaria Obligatoria. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 21 (3), 296-312.

Bello, S. (2004). Ideas previas y cambio conceptual. *Educación Química*, 15 (3), 210-217.

Benarroch, A. (2005). *Curso de Doctorado en Enseñanza de las Ciencias y la Tecnología: La construcción del conocimiento científico*. Universidad de Granada.

Campanario, J. M. (2001). ¿Qué puede hacer un profesor como tú y un alumno como el tuyo con un libro de texto como éste? Una relación de actividades poco convencionales. *Enseñanza de las Ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, 19 (3), 351-364.

Carrascosa, J. (2005a). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 183-208.

Carrascosa, J. (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 388-402.

Chamizo, J. A., Sosa, P. y Zepeda, S. (2005). Análisis de las ideas previas de la Química, *Enseñanza de las Ciencias*, número extra, VIII Congreso, 1-5.

Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics, *American Journal of Physics*, 50, 66-71.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120.

Fernández, M. P. y Caballero, P. A. (2017). El libro de texto como objeto de estudio y recurso didáctico para el aprendizaje: fortalezas y debilidades. *Revista Electrónica Interuniversitaria de Formación del Profesorado*, 20 (1), 201-217.

Fuller, R. G. (1994). Solving physics problems-how do we do it? *Physics Today*, 35, 43-47.

García, F. J. (2011). Las escenas cinematográficas: una herramienta para el estudio de las concepciones alternativas de Física y Química. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8 (3), 291-311.

Heuvelen, A. V. (1991). Learning to think like a physicist: a review of research-based instructional strategies, *American Journal of Physics*, 59, 891-897.

Jiménez, J. D. y Perales, J. (2001). La representación gráfica de la magnitud de fuerza. Apuntes históricos. *Alambique*, 28, 85-94.

Jiménez-Aleixandre, M. P. (1997). *¡Viva la diferencia! ACES: Aprendiendo ciencias en la Enseñanza Secundaria. Materiales para el alumno*. Santiago: servicio de publicaciones de la Universidad, 245-278.

McDermott, L. C. (1997). Bridging the gap between teaching and learning: the role of research. *AIP Conference Proceedings*, 399, 139-165.

Novak, J. D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 213-223.

Otero, J. (1997). El conocimiento de la falta de conocimiento de un texto científico. *Alambique*, 11, 15-22.

Piaget, J. (1959). *Apprentissage et connaissance*. París: P. U. F.

Pozo, J. I. (1992). *Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencias. Curso de actualización científica y didáctica*. Madrid: MEC.

Pozo, J. I. y Gómez, M. A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata

Sánchez, G. y Valcárcel, M. V. (1999). Science teachers' views and practices in planning for teaching. *Journal of Research in Science Teaching*, 36 (4), 493-513.

Schibeci, R. A. (1986). Images of science and scientist and science education. *Science education*, 70 (2), 139-149.

Velasco, R. y Garritz, A. (2003). Revisión de las concepciones alternativas de los estudiantes de secundaria sobre la estructura de la materia, *Investigación Educativa*, 14 (2), 92-105.

Viennot, L. (1976). *Le Raisonnement Spontané en Dynamique Élémentaire*. París: Herman.

## **ANEXO 2**

# Proyecto de Innovación Docente. “Descubriendo las propiedades de la luz”

*Sofía de Gea Serna. Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria. Física y Química*

## Introducción

El presente trabajo corresponde a la memoria del Proyecto de Innovación Docente (PID) desarrollado, durante el periodo de prácticas que comprende el Prácticum III (del 24 de abril al 8 de mayo), en el IES “Goya” de la ciudad de Zaragoza.

En él se va a describir la actividad titulada “Descubriendo las propiedades de la luz”, llevada a cabo con distintos estudiantes de los cursos de 2º ESO “B” y de 2º ESO “C-D”, y enmarcada dentro de la Unidad Didáctica “Luz y sonido” de la asignatura de Física y Química.

*“Mi primer recuerdo es luz, la luminosidad de la luz, luz alrededor”*. Tal y como versan estas palabras de Georgia O’Keeffe (Hopkins, 2007), la luz es un fenómeno físico muy presente en el día a día de todas las personas, formando parte de su rutina y con el que están acostumbradas a interactuar de manera natural.

Sin embargo, esta experimentación e interpretación es, muchas veces, errónea (Chamizo, Sosa y Zepeda, 2005), hecho que trae como consecuencia la presencia de concepciones o ideas alternativas en los estudiantes que suponen un gran obstáculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje puesto que resultan muy persistentes y difíciles de modificar (Carrascosa, 2005a).

*“El factor que más influencia tiene en la enseñanza es lo que el que aprende ya sabe. Hay que investigar qué es y enseñar de acuerdo con ello”*. Tomando como referencia las palabras de Ausubel (1978), en este trabajo, en primer lugar, se analizarán las ideas alternativas que tienen nuestros discentes acerca de la luz y sus propiedades, mediante la elaboración de un cuestionario.

En segundo lugar, se desarrollarán una serie de actividades prácticas en el laboratorio y utilizando distintos recursos TIC con la finalidad de intentar que los alumnos/-as evolucionen hacia los conceptos científicos correctos (Driver, 1988) consiguiendo, así, el cambio conceptual (Carrascosa, 2005b). En el diseño de estas

actividades estarán muy presentes el uso de analogías (Aragón, Oliva y Navarrete, 2014), con la finalidad de ayudar a la comprensión de aspectos abstractos y de relacionar los conocimientos científicos con fenómenos cotidianos, y el recurso de la “Ciencia recreativa” como herramienta para captar la atención de los estudiantes de 2º ESO, mediante la realización de experimentos con materiales comunes, aumentando la motivación y el interés de los adolescentes por los estudios científicos (García-Molina, 2011).

En tercer lugar, se analizará la evolución de dichas ideas alternativas mediante la realización de una prueba escrita.

De esta forma, y atendiendo a lo expuesto en este apartado, los objetivos que se pretenden alcanzar con la puesta a prueba de este Proyecto de Innovación Docente son los que a continuación se detallan:

- Conocer las ideas alternativas que presentan los alumnos/-as con respecto a la luz y sus propiedades.
- Diseñar actividades ilustrativas y económicamente asequibles que fomenten el desarrollo de distintas habilidades en el alumnado, como la observación, el análisis y la extracción de conclusiones.
- Utilizar distintos recursos TIC que ayuden a la comprensión de los conceptos y refuercen los conocimientos adquiridos.
- Incrementar la motivación de los estudiantes, su curiosidad e implicación en la clase mediante experiencias sencillas, llamativas y visuales, favoreciendo así su interés por la materia de Física y Química.
- Conseguir, mediante la propuesta diseñada y trabajada en el aula, que se modifiquen las concepciones erróneas de los alumnos/-as y hacerles evolucionar hacia el conocimiento científico correcto.

### **Fundamentación teórica**

Los docentes actuales no pueden considerar que la mente de los estudiantes es similar a una “página en blanco”.

Diversas investigaciones, realizadas desde la disciplina pedagógica de la Didáctica de las Ciencias, muestran que los alumnos/-as del curso 2º ESO parten de algunas nociones básicas sobre la luz, aprendidas durante la etapa de Educación Primaria, que es importante tener en cuenta (Beléndez, Pascual y Rosaldo, 1989).

Los estudiantes tienen sus propias ideas que les permiten dar explicaciones a los distintos fenómenos cotidianos. Estas concepciones pueden, por un lado, concordar con los nuevos conocimientos enseñados en las clases de las disciplinas científicas (Novack, 1998); o, por otro lado, ser erróneas y muy influyentes, dando lugar a contradicciones en el proceso de construcción del conocimiento científico (Pozo, 1992).

Centrándonos en el tema de estudio, las ideas alternativas que tienen los estudiantes sobre la luz, sus propiedades y su relación con la visión han sido objeto de estudio de distintos investigadores.

Deval (1985) señala que, para muchos discentes, la luz es un concepto ambiguo pues no consiguen diferenciar entre luz y fuente de luz. Además, en algunas ocasiones, niegan la propagación en línea recta de la luz y, en otras, la aceptan de manera incompleta al restringirla, únicamente, a la dirección horizontal.

Pesa y de Cudmani (1998) y, posteriormente, Bravo y Rocha (2008), hacen hincapié en las concepciones alternativas que poseen nuestros estudiantes acerca de la luz y de la visión. Para algunos jóvenes de los institutos únicamente se puede ver un objeto gracias a los ojos; otros, afirman que se puede ver porque la luz ilumina el objeto que se está mirando; y un número reducido de discentes, de manera más acertada, consideran que para ver es necesario que la luz incida sobre un objeto y se refleje.

Siguiendo con esta idea, Pesa, de Cudmani y Bravo (1995) exponen que, debido a experiencias previas y cotidianas de reflexión con espejos, los estudiantes desconocen la posibilidad de que un objeto opaco o rugoso refleje la luz.

En un estudio sobre el proceso de percepción del color, Bravo, Pesa y Pozo (2010) señalan que los alumnos/-as consideran el color como una propiedad intrínseca de los objetos, que es consecuencia de la pintura o del tipo de material a partir del cual se han fabricado y que, además, no saben emplear ni relacionar con el color los conceptos de absorción y reflexión de la luz.

Lograr el aprendizaje significativo del alumnado y la superación de las concepciones alternativas erróneas es un proceso complejo que dependerá tanto de la motivación personal y del interés del alumnado como del papel que desempeñe el profesorado en la dinámica y en la originalidad de sus clases.

Por ello, toda profesora o profesor deben actuar como guía en el proceso de construcción del aprendizaje, conociendo las ideas previas de su alumnado y diseñando actividades que inviten a los estudiantes a reflexionar sobre sus ideas erróneas y avanzar así hacia los conocimientos científicos correctos.

## **Metodología**

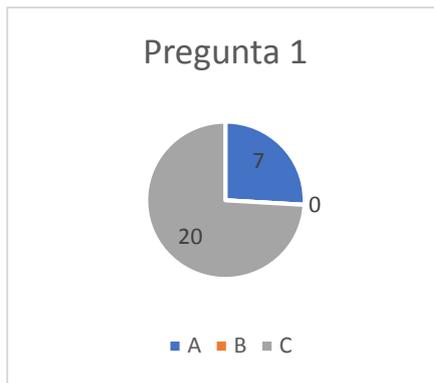
*Elaboración de un cuestionario de preguntas de elección múltiple y análisis de las ideas previas de los alumnos/-as*

Atendiendo a algunas de las ideas alternativas encontradas en la bibliografía y expuestas en el apartado anterior, se ha elaborado un cuestionario (Anexo 1), que consta de seis preguntas de elección múltiple, con el objetivo de conocer qué concepciones previas poseen los estudiantes de Secundaria sobre la luz y sus propiedades para, de esta manera, tenerlas en cuenta a la hora de diseñar las actividades que se programen.

A continuación, se analizan las ideas previas de los alumnos/-as de 2º ESO “B” y 2º ESO “C-D” del IES “Goya” de Zaragoza en base a sus respuestas:

### a) Pregunta 1. ¿Qué es una sombra?

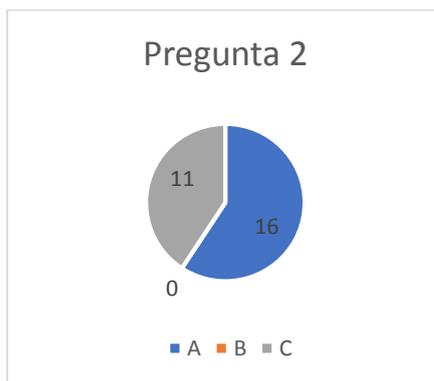
Esta pregunta implica el concepto de propagación en línea recta de la luz. Como se observa en el Gráfico 1, la mayor parte de mis alumnos/-as han contestado la opción correcta. Sin embargo, siete discentes no parecen conocer que la luz viaja en línea recta y, a consecuencia de ello, al encontrarse con un objeto opaco no llegan rayos de luz a determinadas zonas formando así las sombras.



**Gráfico 1.** Respuestas dadas por los estudiantes a la Pregunta 1.

**b) Pregunta 2. ¿Cómo es la superficie de un espejo?**

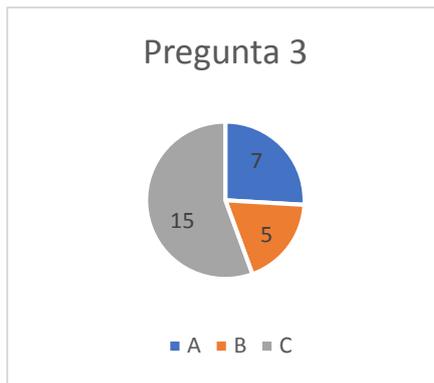
Todos los alumnos/-as distinguen que la superficie de un espejo no es rugosa. Sin embargo, parte de ellos parecen no conocer la existencia de espejos curvos (Gráfico 2).



**Gráfico 2.** Respuestas dadas por los estudiantes a la Pregunta 2.

**c) Pregunta 3. ¿Cómo vemos un libro?**

En esta cuestión se observa que los discentes presentan conocimientos incompletos acerca del proceso de visión y que no saben distinguir claramente entre los distintos tipos de reflexión (Gráfico 3).



**Gráfico 3.** Respuestas dadas por los estudiantes a la Pregunta 3.

d) Pregunta 4. ¿Cómo funciona un espejo?

Tal y como se muestra en el Gráfico 4, debido a sus experiencias cotidianas, la mayoría de los alumnos/-as conocen que la luz se refleja en un espejo.



**Gráfico 4.** Respuestas dadas por los estudiantes a la Pregunta 4.

e) Pregunta 5. ¿Qué ocurre cuando un rayo se refracta?

Todos los discentes reconocen que, al pasar de un medio a otro, el rayo de luz cambia su dirección, pero, sin embargo, ninguno tiene conciencia de la variación de velocidad que también tiene lugar.



**Gráfico 5.** Respuestas dadas por los estudiantes a la Pregunta 5.

**f) Pregunta 6. ¿Cómo crees que funciona una lupa?**

Los jóvenes estudiantes no relacionan el concepto de refracción con las lentes. La mayoría piensa que la lupa se comporta de manera similar a un espejo.



**Gráfico 6.** Respuestas dadas por los estudiantes a la Pregunta 6.

*Actividades desarrolladas y temporalización*

Las actividades que van a exponerse en este trabajo se desarrollan en dos sesiones de 50 minutos cada una.

A continuación, se describen, una por una, las distintas actividades realizadas en cada una de las sesiones.

Sesión 1

En esta primera sesión, llevada a cabo en el laboratorio de Física, se desarrollan una serie de actividades, prácticas y sencillas, que tienen como objetivo principal la interiorización de conceptos científicos mediante la experimentación y la observación. Se pretende así que los alumnos/-as tomen el papel protagonista y se muestren activos y

motivados, en todo momento, con la finalidad de que “construyan” una serie de modelos que reflejen tanto el concepto de luz como sus propiedades. El papel del profesorado será, por tanto, guiar a sus discípulos durante la experiencia práctica.

A continuación, se describen las distintas actividades realizadas durante la primera sesión.

*a) Actividad 1. Taller de sombras: ¿cómo se propaga la luz?*

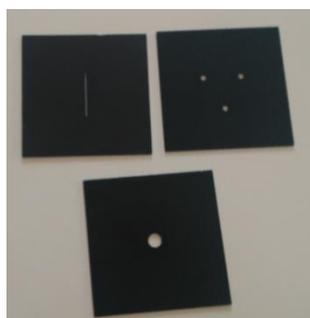
El objetivo de esta actividad es demostrar que la luz se propaga en línea recta.

Para ello, se utilizan, como materiales, una linterna, una pantalla blanca y filtros con distintas ranuras o agujeros.

En primer lugar, se proyecta la luz de la linterna sobre la pantalla y, seguidamente, se coloca un cuerpo opaco (un estuche de uno de los alumnos) entre la linterna y la pantalla. Se pide que los discentes analicen por qué se ha producido la sombra y si, en el caso de que la luz no se propagase en línea recta, se formaría sombra o no.

En segundo lugar, se aleja y se acerca la linterna al objeto para que los jóvenes observen la forma en que varía la sombra. En este momento se explican las diferencias entre zona de sombra y zona de penumbra.

En tercer lugar, se reparten filtros con distintas ranuras a los alumnos/-as (Figura 1) y se pide que los coloquen de forma que la luz pueda verse en la pantalla. Seguidamente, se les indica que hagan distintas combinaciones con los filtros y que intenten anticipar qué figura se formará en la pantalla.



**Figura 1.** Ejemplos de algunos filtros utilizados en la experiencia.

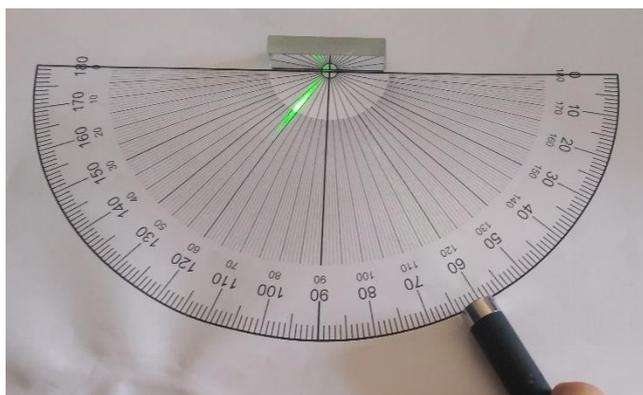
En cuarto lugar, se introduce el tema de los eclipses, fenómenos astronómicos de interés, que son consecuencia de la propagación rectilínea de la luz. Se explican las diferencias entre un eclipse de Sol y un eclipse de Luna.

*b) Actividad 2. La reflexión de la luz.*

Esta actividad tiene como objetivo la comprensión de las leyes de la reflexión.

Los materiales utilizados son un puntero láser, un espejo de forma rectangular y de pequeño tamaño y un transportador de ángulos impreso en papel.

En primer lugar, se coloca el espejo sobre el papel y se apunta al espejo utilizando el puntero láser variando los ángulos de incidencia (Figura 2).



**Figura 2.** Montaje experimental empleado en la explicación de la reflexión de la luz.

Se pretende que los estudiantes de 2º ESO observen que el ángulo de incidencia de la luz sobre el espejo es igual que el ángulo de salida con el que se refleja.

Para finalizar se introducen, brevemente, los conceptos de reflexión especular y reflexión difusa.

*c) Actividad 3. Experimentando con espejos.*

El objetivo de esta actividad es ahondar en el concepto de reflexión especular utilizando espejos. Además, se pretende que los alumnos/-as conozcan los distintos tipos de espejos que existen en la actualidad y las imágenes que forman cada uno de ellos.

Los materiales utilizados son un espejo plano, uno cóncavo y otro convexo (Figura 3), facilitados por el profesorado del instituto.



**Figura 3.** Espejos utilizados durante la actividad.

Al comienzo de la actividad, se colocan los espejos sobre distintas mesas y se pide a los estudiantes que formen tres filas, una frente a cada espejo. A continuación, por orden y uno por uno, se pide que vayan acercándose a los espejos y que observen el tipo de imagen que se forma al variar su distancia con respecto al espejo.

*d) Actividad 4. La refracción de la luz.*

Mediante dos experiencias muy sencillas y visuales se pretende que los discentes conozcan qué es la refracción, por qué se produce y qué consecuencias tiene.

Para realizar esta actividad se necesitan tres vasos de vidrio, un bolígrafo, dos monedas y agua.

En primer lugar, se explica el concepto de refracción introduciendo un bolígrafo en el agua (Figura 4). El objetivo de este sencillo experimento es que los alumnos/-as vean que al cambiar de medio (aire-agua) y, por tanto, al desplazarse a distinta velocidad, el rayo de luz cambia de dirección, haciendo que el bolígrafo se vea torcido.



**Figura 4.** Refracción de la luz al cambiar de medio.

A continuación, para ver si los estudiantes han comprendido o no el concepto de refracción, se realiza otro experimento muy pragmático.

Previamente, y sin que lo sepan los alumnos/-as, se introduce una moneda dentro de un vaso y se coloca otra moneda debajo de otro vaso. Se echa agua a los dos vasos y se observa que una de las dos monedas desaparece (Figura 5). Se pide a los jóvenes, sorprendidos por la experiencia, que traten de explicar el motivo de dicha desaparición.



**Figura 5.** Refracción de la luz: la moneda que desaparece.

*e) Actividad 5. Taller de lentes.*

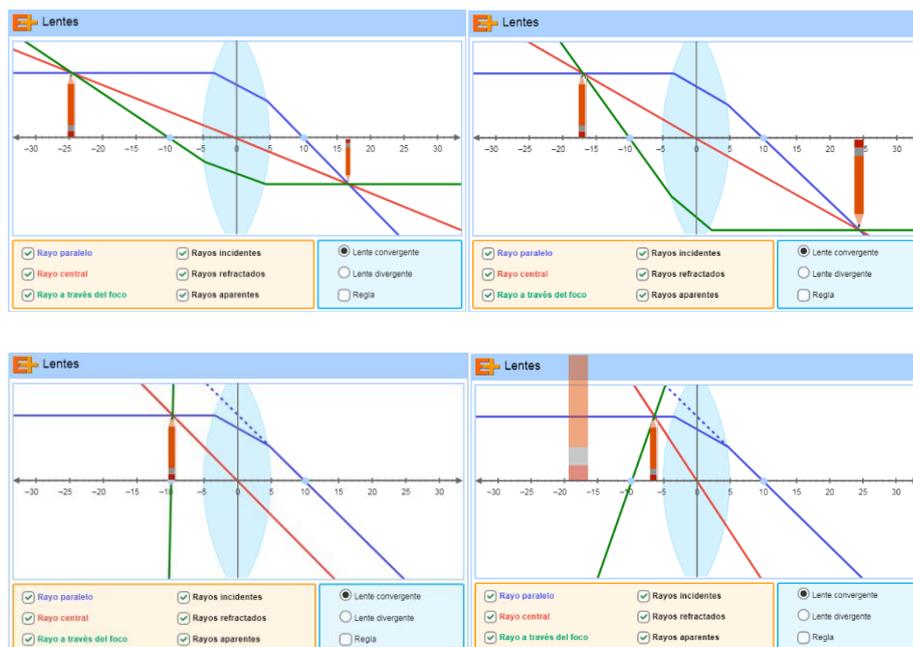
El objetivo de la actividad es que los alumnos/-as sepan diferenciar los distintos tipos de lentes y las imágenes que forman cada una de ellas.

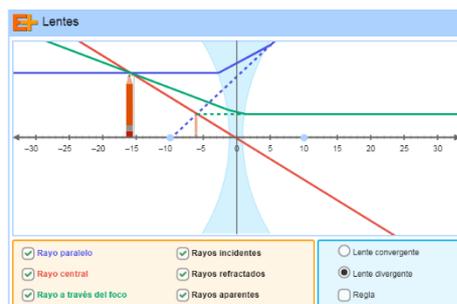
Para ello, en primer lugar, se utilizan como materiales una lente convergente y otra divergente (Figura 6) y se van pasando a los distintos estudiantes para que observen las diferencias que presentan en su forma. A continuación, se explica que, como consecuencia de esas diferencias, las lentes convergentes concentran los rayos de luz en un punto mientras que las divergentes los separan. Se aprovecha el momento para poner ejemplos de objetos que utilizan lentes convergentes y divergentes en la vida cotidiana.



**Figura 6.** Lente convergente (izquierda) y divergente (derecha) mostradas a los estudiantes.

Seguidamente, utilizando una simulación web gratuita, se muestra a los discentes las imágenes que forman cada tipo de lente (Figura 7).





**Figura 7.** Imágenes formadas por los distintos tipos de lentes, en función de la posición del objeto, extraídas del enlace <http://www.educaplus.org/luz/lente2.html>.

*f) Actividad 6. Cámara oscura: ¿cómo ve el ojo humano?*

El objetivo de la actividad es que los adolescentes de 2º ESO observen cómo son las imágenes invertidas que se forman en la retina. Además, se pretende que, al haber trabajado en la actividad anterior qué imágenes forman las lentes convergentes y las divergentes, deduzcan qué tipo de lente es el ojo humano.

Como materiales a emplear, se construye una cámara oscura que se muestra al alumnado durante la actividad realizada en el laboratorio (Figura 8).



**Figura 8.** Cámara oscura construida (izquierda) e imagen invertida que se forma (derecha).

## Sesión 2

El objetivo de esta sesión es el refuerzo y el afianzamiento de los conceptos tratados en la sesión práctica de laboratorio, mediante el uso de simulaciones de ordenador y la resolución de una serie de ejercicios (Anexo 2).

Durante la sesión, los alumnos/-as trabajarán de manera autónoma e individual. El profesorado estará atento, en todo momento, e intentará resolver las posibles dudas que puedan surgir al respecto.

Las direcciones de enlace de las distintas simulaciones empleadas son las siguientes:

- <http://www.educaplus.org/games/ondas>
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/node/69-espejos-y-lentes>
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/254-sombra-y-penumbra>
- <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/509-propagacion-rectilinea>

## **Resultados y discusión**

Con la finalidad de realizar una exposición más clara de los resultados obtenidos, así como un análisis más ordenado y detallado de estos, el presente apartado va a ser dividido en dos secciones. En un primer momento, se discutirá si la actividad desarrollada durante el Prácticum III ha logrado alcanzar los objetivos para los que fue diseñada. Seguidamente, se expondrán los resultados obtenidos por los estudiantes tras la realización de la prueba escrita y se discutirá si se ha conseguido transmitir o no a los alumnos/-as los conocimientos científicos de la Unidad Didáctica trabajada.

### *Evaluación de la actividad “Descubriendo las propiedades de la luz”*

La actividad propuesta y dividida en dos sesiones, una de laboratorio y otra de ordenadores, resulta, al tratarse de una actividad práctica, difícil de evaluar de una manera “convencional”.

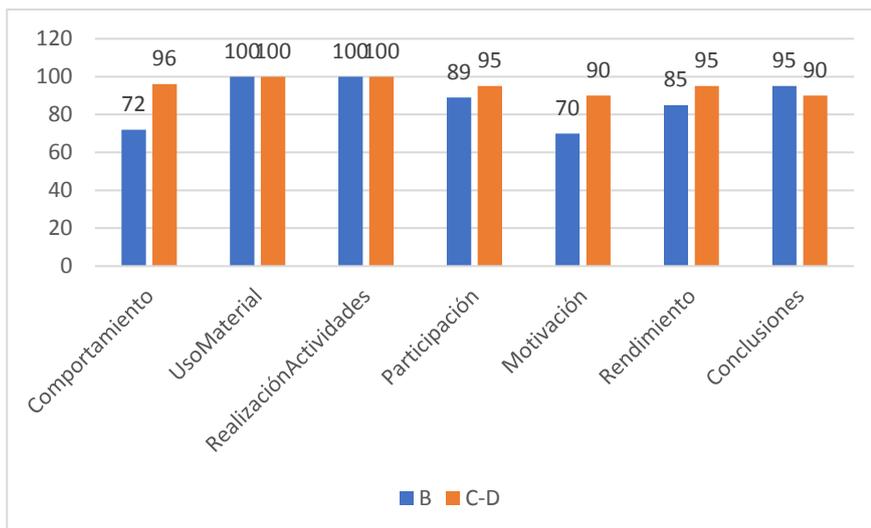
Puesto que lo que se pretendía era que los alumnos/-as observasen, probasen las distintas experiencias, sacasen conclusiones a partir de ellas y, en definitiva, aprendiesen de una manera más amena y entretenida, no se creyó conveniente evaluarlos en las experiencias prácticas mediante una nota numérica tradicional.

No obstante, y con la finalidad de tener en cuenta una serie de aspectos metodológicos, se elaboró la siguiente rúbrica (Tabla 1).

**Tabla 1.** Rúbrica empleada para la evaluación de la actividad.

<b>Aspectos observados</b>	<b>Grado de superación de los aspectos observados</b>			
	(Nada: 1; Poco: 2; Regular: 3; Bien: 4)			
	1	2	3	4
Comportamiento y atención				
Buen uso del material				
Realización de las actividades propuestas				
Participación				
Motivación				
Rendimiento				
Conclusiones extraídas				

En el Gráfico 7 se muestran los resultados obtenidos para cada uno de los aspectos observados. Al ser distinto el número de alumnos/-as en las dos clases (catorce discentes en el “B” y trece en el “C-D”), se ha realizado una regla de proporcionalidad directa para poder comparar los resultados.



**Gráfico 7.** Resultados obtenidos mediante la rúbrica y tras la observación de los distintos aspectos.

Tal y como puede verse, los dos grupos alcanzaron puntuaciones muy altas, siendo un poco inferiores las del grupo “B” en los aspectos de “comportamiento y atención” y “motivación”. Esto es consecuencia de que, al llevar a los alumnos/-as al laboratorio, una parte de ellos se distraía con los objetos y materiales que había alrededor, hecho que hacía que no prestasen la suficiente atención a las actividades que se estaban realizando.

Como consecuencia de esto, y aunque, inicialmente, no estaba programada, se preparó la sesión de prácticas en los ordenadores del instituto para poder reforzar los conocimientos tratados en la primera sesión.

En cuanto al uso del material, ambos grupos se mostraron cuidadosos e hicieron un buen empleo durante la realización de las actividades, sin que se produjera ningún tipo de incidencia.

La participación fue muy buena en ambos grupos y las conclusiones extraídas fueron acertadas y consiguieron o parecieron modificar algunas de las concepciones alternativas que presentaron los estudiantes al inicio de la Unidad Didáctica.

#### *Evaluación de los alumnos/-as mediante la realización de una prueba escrita*

En el Anexo 3 se adjunta una copia del examen realizado por el alumnado del IES “Goya”, compuesto por siete preguntas, algunas de ellas tipo test y, otras, de razonamiento y aplicación.

Tras la realización del examen, el porcentaje de aprobados en el grupo 2º ESO “B” ha sido del 100%. Mientras, en el grupo “C-D” ha sido algo inferior, pues equivale a un 70% del total.

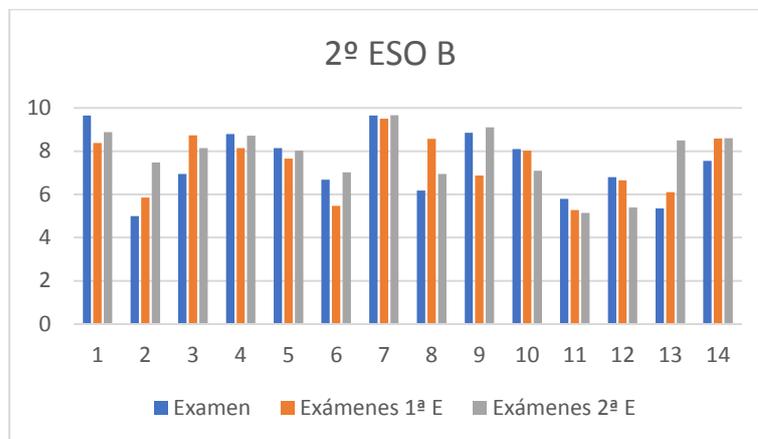
A continuación, se exponen, en los gráficos, los resultados obtenidos por los alumnos/-as de ambos grupos. En primer lugar, se va a realizar una comparación entre los dos grupos. Al observar los gráficos puede verse que las calificaciones obtenidas por los estudiantes del grupo “B” (Gráfico 8) son, en líneas generales, bastante superiores a las del grupo “C-D” (Gráfico 9). Esto se puede deber a que el grupo “B” pertenece al programa bilingüe alemán (grupo más “selectivo”) y que, en el “C-D” por ejemplo, algunos estudiantes presentan mayores dificultades a la hora de comprender la materia, son repetidores o van encaminados hacia la FP básica. De todos modos, he de subrayar el interés que todos los jóvenes mostraron por las experiencias realizadas.

En segundo lugar, se va a realizar una comparación entre la nota del examen de la Unidad Didáctica trabajada y la media de los exámenes de la primera y la segunda evaluación.

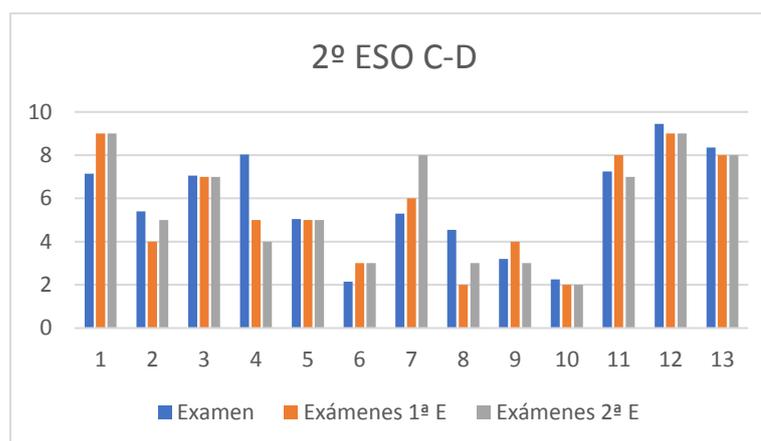
Por un lado, fijando la atención en el Gráfico 8, se observa que gran parte de los alumnos/-as han seguido una tendencia similar a la que llevaban, siendo su calificación muy similar a la de ambas evaluaciones (discentes 4, 5, 7, 11 y 14). Son llamativos los resultados obtenidos por los estudiantes 2, 3, 8 y 13 los cuales han obtenido notas un poco inferiores. El alumno 1 ha aumentado ligeramente su calificación. Sin embargo, hay que decir que, aunque en el examen se ha evaluado toda la Unidad Didáctica trabajada, en las preguntas referidas a lentes, espejos y propagación rectilínea de la luz, la mayoría de los jóvenes de este grupo han sabido realizarlas correctamente. No obstante, algunos alumnos han mostrado dificultades a la hora de describir la imagen que forma un determinado tipo de lente o espejo.

Por otro lado, atendiendo al alumnado del grupo “C-D” (Gráfico 9) se observan situaciones similares a las del grupo anterior: una parte de los discentes han obtenido una nota muy similar a su media (alumnos/-as 3, 5, 11, 12 y 13), otros han obtenido una calificación bastante inferior (alumnos/-as 1 y 7) y otros la han aumentado (alumna número 4, en mayor proporción, y alumnos número 2 y 8, en menor). Sin embargo, en este caso hay que resaltar que varios estudiantes de este grupo, a la hora de dar respuesta a las cuestiones del examen, han confundido las lentes con los espejos y, algunos de ellos,

al igual que en el grupo “B”, no han sabido diferenciar adecuadamente qué imágenes se forman.



**Gráfico 8.** Calificaciones obtenidas por los estudiantes del grupo “B”.



**Gráfico 9.** Calificaciones obtenidas por los estudiantes del grupo “C-D”.

Esto puede ser debido a que el tiempo dedicado al desarrollo del PID (dos sesiones) no ha sido el suficiente para trabajar, con mayor detenimiento, algunos de estos nuevos conceptos (tipos de espejos y lentes e imágenes que forman) y para que los alumnos/-as los comprendiesen e interiorizasen mejor. Sin embargo, al tener que explicar todo el temario en seis sesiones de 50 minutos, se ha hecho imposible poder dedicar más tiempo al desarrollo de las actividades del PID.

Otra de las causas de que algunos discentes hayan empeorado su nota, con respecto a la media que llevaban, puede ser consecuencia del tipo de examen planteado puesto que, alguna de las preguntas como, por ejemplo, la de relacionar, que en un

principio parecía bastante sencilla, ha ocasionado grandes “quebraderos de cabeza” a algunos estudiantes, cuando se pretendía todo lo contrario.

## **Conclusiones**

Una vez analizados tanto el desarrollo de la experiencia como los resultados finales obtenidos tras la realización del examen, se presentan las conclusiones extraídas.

En primer lugar, el tiempo dedicado al desarrollo del PID y, en general, a la explicación de la Unidad Didáctica, no ha sido el necesario, en mi opinión, para que parte de los alumnos/-as comprendan e interioricen los conceptos trabajados. No hay que olvidar que se trata de discentes de 2º ESO, muchos de ellos aún bastante inmaduros, por lo que una explicación de los contenidos en un tiempo mayor de seis sesiones, probablemente, les hubiese resultado una experiencia mucho más productiva. Además, algunos de los ejercicios planteados en el examen han resultado difíciles y confusos para algunos estudiantes, a pesar de que su planteamiento y enunciado era sencillos.

No obstante, las actividades prácticas realizadas en el laboratorio, así como las simulaciones en el ordenador, han resultado entretenidas, llamativas (por ejemplo, la actividad de comparar la imagen formada en los distintos tipos de espejos o la formación de imágenes invertidas en la cámara oscura) y, aunque no se haya visto reflejado en algunas calificaciones, considero que han sido útiles puesto que se han ampliado los conocimientos del alumnado en cuanto a la existencia de espejos curvos y planos, o en lo que respecta a cómo ve el ojo humano.

Por ello, en general, estoy bastante satisfecha con la experiencia desarrollada en el IES “Goya” y pienso que, con un mayor tiempo disponible para tratar más despacio los contenidos y profundizar, de esta forma, mejor en ellos, la actividad propuesta podría resultar de gran ayuda para los alumnos/-as ya que, mediante experiencias visuales y pragmáticas se trabajan de manera más adecuada algunos contenidos que pueden resultar complicados y abstractos para nuestros estudiantes si sólo se abordan de manera eminentemente teórica.

## Referencias

Aragón, M. M., Oliva, J. M. y Navarrete, A. (2014). Desarrollando la competencia de modelización mediante el uso y aplicación de analogías en torno al cambio químico. *Enseñanza de las Ciencias*, 32 (3), 337-356.

Ausubel, D. F. (1968). *Educational Psychology: A cognitive view*. Nueva York: Holt, Rinehart y Winston.

Beléndez, A., Pascual, I. y Rosaldo, L. (1989). La enseñanza de los modelos sobre la naturaleza de la luz. *Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 271-275.

Bravo, B., Pesa, M. A. y Pozo, J. I. (2010). Los modelos de la ciencia para explicar la visión y el color: las complejidades asociadas a su aprendizaje. *Enseñanza de las Ciencias*, 28 (1), 113-126.

Bravo, B. y Rocha, A. L. (2008). Los modos de conocer de los alumnos acerca de la visión y el color: síntesis de resultados. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 7 (3), 582-596.

Carrascosa, J. (2005a). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (2), 183-208.

Carrascosa, J. (2005b). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2 (3), 388-402.

Chamizo, J. A., Sosa, P. y Zepeda, S. (2005). Análisis de las ideas previas de la química. *Enseñanza de las ciencias*, número extra, VIII Congreso, 1-5.

Delval, J. (1985). Las ideas espontáneas de los alumnos en el aprendizaje de las ciencias: el caso de la luz. *Investigaciones y experiencias*, 1 (1), 119-131.

Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (2), 109-120.

García-Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 8, 370-392.

Hopkins, N. (2007). *Georgia O'Keeffe, a Private Friendship: Walking the Sun Prairie Land*. Santa Fe: Sunstone Press.

Novak, J. D. (1988). Constructivismo humano: un consenso emergente. *Enseñanza de las Ciencias*, 6 (3), 213-223.

Pesa, M. A. y de Cudmani, L. C. (1998). ¿Qué ideas tienen los estudiantes respecto a la visión? *Revista de Educación y Pedagogía*, 10 (21), 15-33.

Pesa, M. A., de Cudmani, L. C. y Bravo, S. (1995). Formas de razonamientos asociados a los sistemas preconceptuales sobre la naturaleza y propagación de la luz: resultados de un experimento piloto. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, 12 (1), 17-31.

Pozo, J. I. (1992). *Psicología de la comprensión y el aprendizaje de las ciencias. Curso de actualización científica y didáctica*. Madrid: MEC.

## ANEXO 1. CUESTIONARIO INICIAL

1.- *¿Qué es una sombra?*

- a) Una luz más oscura.
- b) Un reflejo de los objetos.
- c) Una zona a la que no llegan rayos de luz.

2.- *¿Cómo es la superficie de un espejo?*

- a) Completamente lisa.
- b) Rugosa.
- c) Siempre plana.

3.- *¿Cómo vemos un libro?*

- a) Reflexión especular.
- b) Reflexión difusa.
- c) Porque lo estamos mirando.

4.- *¿Cómo funciona un espejo?*

- a) Refractando la luz.
- b) Reflejando la luz.
- c) Absorbiendo la luz.

5.- *¿Qué ocurre cuando un rayo se refracta?*

- a) Cambia de dirección.
- b) Cambia de dirección y de velocidad.
- c) Nada.

6.- *¿Cómo crees que funciona una lupa?*

- a) Reflejando la luz.

b) Aumentando la intensidad de la luz.

c) Refractando la luz.

## **ANEXO 2. PRÁCTICA DE ORDENADORES: LA LUZ Y SUS PROPIEDADES**

Vamos a realizar distintas simulaciones en el ordenador para observar las propiedades de la luz.

Busca y experimenta con las siguientes simulaciones:

### **1.- PROPAGACIÓN EN LÍNEA RECTA DE LA LUZ**

Entra en los siguiente enlaces: <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/254-sombra-y-penumbra> y <https://www.edumedia-sciences.com/es/media/509-propagacion-rectilinea>

- a) ¿Qué pasa con la luz cuando se encuentra con un objeto opaco?
- b) ¿Qué diferencia hay entre la zona de sombra y la de penumbra? ¿Podrías identificarlas en la simulación?
- c) ¿A qué fenómeno de la naturaleza te recuerda?

### **2.- REFLEXIÓN. LABORATORIO DE ESPEJOS**

Entra en el siguiente enlace: <https://www.edumedia-sciences.com/es/node/69-espejos-y-lentes>

- a) Espejo plano. ¿Qué tipo de imagen forma un espejo plano?
- b) Espejo cóncavo. ¿Cómo es la imagen que se forma en un espejo cóncavo en función de la posición del objeto?
- c) Espejo convexo. ¿Cómo es la imagen que se forma en un espejo convexo? ¿Varía en función de la posición del objeto?
- d) ¿Qué tipo de espejo crees que se usa en los probadores de las tiendas? ¿Con qué tipo de espejo vemos más cerca?

### 3.- REFRACCIÓN. LABORATORIO DE LENTES.

Entra en el siguiente enlace: <http://www.educaplus.org/games/ondas>

a) Describe cómo es la imagen que se forma al utilizar una lente convergente. ¿Es diferente al variar al acercar o alejar el objeto a la lente?

b) Describe cómo es la imagen que se forma al utilizar una lente divergente. ¿Es diferente al variar al acercar o alejar el objeto a la lente?

c) ¿Qué lente crees que es similar a nuestros ojos? Describe cómo es la imagen que se forma en la retina.

d) ¿Qué lente crees que tiene una lupa?

### ANEXO 3. EXAMEN 2º ESO. UNIDAD 9: LUZ Y SONIDO

1. (1 punto) Relaciona:

*Le pusieron una multa por poner la música excesivamente alta*

- Tono
- Intensidad

*¡Qué desagradable ese sonido tan agudo!*

- Timbre
- Amplitud

*Intentó hacerse pasar por Marta, pero reconocí la voz de Ana*

- Frecuencia

2. (2 puntos) Indica si son **verdaderas** o **falsas** las siguientes oraciones, **justificando** tu respuesta

- En un espejo cóncavo, vemos nuestra imagen invertida.
- El arcoíris se forma por efecto de la reflexión de la luz blanca.
- Los objetos blancos se ven de ese color porque el material absorbe ondas de todas las frecuencias.
- Para oír cuanto antes al Séptimo de Caballería acercándose, los indios del Oeste pegaban la oreja al suelo, en lugar de alzar la cabeza al cielo.

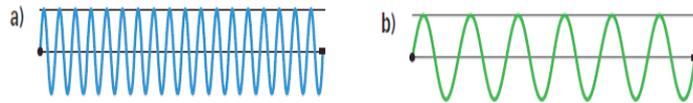
3. (1 punto) Bruno y Ana son dos astronautas que han salido al espacio para reparar una avería de la nave. Bruno necesita que Ana le dé instrucciones. Como tiene problemas con la radio de su traje, empieza a gritar y a mover los brazos, pero Ana no puede oírlo. Finalmente, Ana se da cuenta de sus gestos, se



acerca a él y junta su escafandra (traje protector) con la de su compañero. ¡Qué alivio, ahora ya pueden oírse!

¿Por qué, al principio, Ana **no podía oír** los gritos de Bruno, pero **sí podía ver** sus gestos?

4. (a) (0.5 puntos) Señala la **amplitud** y la **longitud de onda** en las siguientes ondas.



(b) (0.5 puntos) Una de ellas corresponde a ondas de radio, y la otra a rayos X. ¿Cuál es cuál? ¿Cómo lo sabes?

(c) (0.5 puntos) En función de lo energética que sea una onda, afectará más o menos a nuestra salud ¿Cuál de estos dos tipos de ondas electromagnéticas será más perjudicial? Justifica tu respuesta.

5. (1 punto) Un cohete de fuegos artificiales explota a **1 km** de altura sobre nosotros. **Calcula** qué **tiempo** tardamos en oír el sonido de la explosión. ( $v_{\text{sonido}} = 340 \text{ m/s}$ )

6. (1.5 puntos) Elige la opción correcta.

*La frecuencia se mide en:*

- a) Hercios (Hz).
- b) Julios (J).
- c) Decibelios (dB).

*Las pantallas de televisión y las de los ordenadores forman todos los colores a partir de los tres colores primarios luz, que son:*

- a) Rojo, amarillo y azul.
- b) Amarillo, cian y magenta.
- c) Rojo, verde y azul.

*¿Quién escuchará primero el sonido de un motor de un barco: un buzo debajo del agua o un pescador en una barca? Ambos están a la misma distancia del motor del barco.*

- a) El pescador.
- b) El buzo.
- c) Los dos al mismo tiempo.

*En un eclipse de Sol:*

- a) El Sol se interpone entre la Luna y la Tierra.
- b) La Tierra se interpone entre la Luna y el Sol.
- c) La Luna se interpone entre la Tierra y el Sol.

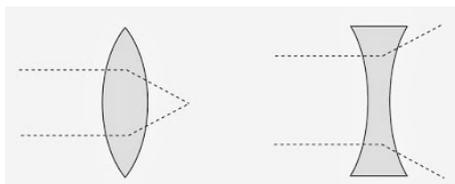
*Al introducir un bolígrafo en un vaso de agua lo vemos “torcido”. Esto se debe a que:*

- a) Nuestra visión no es perfecta. Se trata de una ilusión óptica.
- b) El rayo de luz cambia de dirección al pasar del agua al aire.
- c) Vemos un reflejo del bolígrafo en la superficie del agua.

*Un espejo convexo da una imagen:*

- a) Siempre menor que el objeto y derecha, independientemente de la posición.
- b) Siempre menor que el objeto e invertida, independientemente de la posición.
- c) Dependiendo de la posición del objeto, la imagen será mayor y derecha o menor e invertida.

7.- a) **Indica** qué **tipos de lentes** se muestran en la figura. (0'25 puntos)



b) (0,75 puntos) Explica las **diferencias** que hay entre ellas.

c) (1 punto) **Elige una** de las lentes y **explica cómo es la imagen** que se forma dependiendo de lo cerca o lejos que se encuentre el objeto de la lente.