



Universidad
Zaragoza



Trabajo Fin de Máster

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

“Y se hizo la luz” Proyecto didáctico sobre la enseñanza de la luz
en una clase de 2º de la ESO

‘And there was light’ Didactic project on the teaching of light in a
2nd ESO class.

Autor

Marta Lacort Beltrán

Director

María Esther Cascarosa Salillas

FACULTAD DE EDUCACIÓN

Curso 2023/2024

ÍNDICE

I.	INTRODUCCIÓN	4
II.	JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO	6
III.	NÚCLEO DEL TRABAJO: PROPUESTA DIDÁCTICA	9
	A. Contexto didáctico de aplicación	9
	B. Análisis y evaluación	9
	C. Objetivos de aprendizaje	12
	D. Justificación y marco teórico	13
	E. Actividades.....	15
	F. Evaluación y análisis de los resultados	17
	G. Análisis crítico y conclusiones de la propuesta didáctica	22
IV.	CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES	26
V.	REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	29
VI.	ANEXOS	32

RESUMEN:

La enseñanza de la luz en segundo de la ESO ofrece una oportunidad única para acercar la física de manera accesible y motivante a los estudiantes. Estudiar sobre la luz permite a los alumnos conectar la física con situaciones de su vida cotidiana, como el uso de espejos, lentes o mezclas de colores. Además, ofrece la oportunidad de experimentar, lo que hace que su aprendizaje sea más significativo y fomente su pensamiento crítico. Mediante metodologías innovadoras, se introduce el método científico de un modo más amable.

PALABRAS CLAVE:

Luz, Física, Pensamiento crítico, Método científico, Aprendizaje significativo, Educación secundaria, metodologías innovadoras, aprendizaje cooperativo, evaluación continua y formativa.

I. INTRODUCCIÓN

Imagínate un mundo sin luz: sería un entorno oscuro y frío en el que la vida, tal y como la conocemos, sería imposible. A la vez, podemos pensar en la asombrosa realidad que la física nos permite entender: la luz; ese fenómeno tan cotidiano y, a la vez, tan misterioso que no sólo ilumina nuestros días, sino que también revela los secretos más profundos del universo.

La física es una asignatura que, en general, asusta cuando se escucha su nombre. Ya sea por el desconocimiento que existe de la misma, o tal vez por el exceso de conocimiento que hace comprender que la física trata de explicar la complejidad del mundo lo cual es, obviamente, complejo. Y la dificultad en la escuela, lejos de ser vista como un reto está profundamente rechazada por los alumnos. Es por ello que cobra tal importancia enseñar la física desde un punto de vista lúdico y motivante para los alumnos.

La física se podría definir como la ciencia básica que estudia la materia y la energía y sus interacciones, y que incorpora el estudio de la mecánica, acústica, termología, óptica, electromagnetismo y fenómenos atómicos. La humanidad ha estudiado a lo largo de su historia distintos ámbitos de conocimiento en donde la física ha tenido un lugar importante. Los materiales y fenómenos naturales son fácilmente observables y presentan características susceptibles a nuestra manipulación, por lo que la física ha sido una de las disciplinas más estudiadas y productivas en investigaciones que han llevado, finalmente, a desarrollos tecnológicos (Ramírez, 2022). Hablar de una naturaleza puramente dependiente de las leyes físicas fue importante, desde distintos puntos de vista, para la filosofía, la religión y la ciencia. Es por ello que se trata de una rama del conocimiento presente en nuestro día a día, lo que hace que su enseñanza en las escuelas sea esencial.

Por otro lado, como indica Ortiz-Zorrilla (2023), es bien conocida la necesidad de enseñar desde la Educación Secundaria Obligatoria las habilidades necesarias para el desarrollo del pensamiento crítico y, en general, para el desarrollo de las habilidades cognitivas del alumnado. La enseñanza de la asignatura de Física y Química y, en concreto, de la física en secundaria nos brinda una oportunidad de oro para el desarrollo del pensamiento crítico de los alumnos. Durante los últimos años, numerosos organismos internacionales han estado incidiendo en el desarrollo de competencias básicas, entre estas, las relacionadas con la capacidad de trabajo en grupo. La física proporciona la oportunidad de desarrollar muchas de estas competencias y su aplicación permite el desarrollo de hábitos y actitudes relacionadas con el cambio de creencias por conocimientos científicos. Además, al estar orientada a la resolución de problemas, permite el desarrollo de destrezas, actitudes y valores sociales relacionados con aspectos básicos de la formación ciudadana. En general, la importancia de la física en el sistema educativo no debe dejarse de lado.

En el encuadre de todo lo anterior, la elección del tema para el desarrollo de la propuesta didáctica en un curso de 2º de Educación Secundaria fue la luz. Esta elección se fundamenta en varias razones pedagógicas, científicas y metodológicas que lo convierten en un contenido esencial en la enseñanza de la física en segundo de la ESO. La luz es un fenómeno físico que no solo resulta accesible y relevante para los alumnos de este nivel educativo, sino que también es fundamental para desarrollar su comprensión sobre conceptos más avanzados de física y para potenciar sus habilidades de observación, análisis y experimentación científica.

En primer lugar, el estudio de la luz permite a los alumnos explorar conceptos fundamentales de la física como la reflexión, la refracción y la dispersión, que constituyen la base para entender temas más complejos en cursos posteriores, como la óptica avanzada, la electricidad y el electromagnetismo. Además, la luz es un tema que, por su presencia cotidiana y su relación con la percepción visual, suscita interés y facilita la conexión entre la teoría y la realidad de los estudiantes. En este sentido, el estudio de la luz se presenta como una oportunidad ideal para que

los alumnos apliquen el método científico mediante experimentos sencillos y significativos, como la observación de sombras, espejos, lentes y la descomposición de la luz en sus colores primarios.

Otro aspecto relevante es la aplicación de la enseñanza de la luz en el desarrollo del pensamiento crítico y la comprensión de la naturaleza de la ciencia. A través del análisis de modelos históricos sobre la naturaleza de la luz (como las teorías corpuscular y ondulatoria), los estudiantes pueden explorar cómo se construye el conocimiento científico y cómo éste cambia y se adapta a la evidencia disponible, fomentando en ellos una visión más dinámica y crítica de la ciencia.

Por último, la luz es un tema transversal que conecta distintas disciplinas, desde la biología (visión humana y fotosíntesis) hasta la tecnología (fibra óptica y energía solar). Esto permite trabajar en un enfoque interdisciplinar que enriquece el aprendizaje y responde a las demandas actuales de un aprendizaje contextualizado y aplicado.

En conclusión, he elegido la enseñanza de la luz en segundo de la ESO por su potencial para motivar a los estudiantes, desarrollar sus habilidades científicas y promover su interés en la física. Además, este enfoque facilita un aprendizaje significativo, y su adecuada enseñanza representa un reto y una oportunidad para mejorar la comprensión de la física en la educación secundaria.

II. JUSTIFICACIÓN DEL TRABAJO

Enseñar sobre la luz en la asignatura de Física en 2º de la ESO no es simplemente una cuestión de cumplir con un currículo; es una invitación a los estudiantes a explorar, descubrir y maravillarse. Al sumergirnos en el estudio de la luz, les proponemos a los alumnos un viaje fascinante que va desde los rayos de sol que atraviesan la atmósfera hasta los espejos que utilizamos cada día en nuestras vidas. Cada tema abordado, desde la reflexión en un espejo hasta la refracción a través de un prisma, no solo desarrolla su comprensión teórica, sino que también conecta con sus experiencias diarias y sus percepciones del mundo. El aula se convierte en un laboratorio de curiosidad, donde cada experimento y cada observación despiertan preguntas y alimentan el deseo de saber más.

Ha de ser, también, nuestro objetivo, no sólo enseñar una serie de conceptos fundamentales si no conseguir que el alumnado ejercite su capacidad de pensar críticamente y resolver problemas complejos. Diseñar experimentos, analizar resultados y debatir teorías en clase fomenta habilidades científicas que son esenciales, no solo para futuros físicos, sino para personas informadas y curiosas.

Enseñar sobre la luz es, en última instancia, enseñar sobre el potencial humano para entender y transformar el mundo. Es inspirar a los estudiantes a ver más allá de lo evidente, a preguntarse el porqué de las cosas y a buscar respuestas con creatividad y rigor. Es mostrarles que la Física no es solo una materia escolar, sino una herramienta poderosa para iluminar los misterios del universo y para iluminar su propio camino en la vida.

Para llegar al desarrollo de este proyecto didáctico, no sólo he tenido que escoger el tema sobre el que trabajar si no también integrar los conocimientos que he ido adquiriendo a lo largo del máster de manera que la programación de las sesiones y actividades tuviera sentido no sólo con respecto a la temporalización si no también a los objetivos a alcanzar, tanto didácticos como de innovación.

Es por ello que quiero destacar, en especial, dos actividades de todas las realizadas a lo largo del máster, que me han ayudado a ordenar lo aprendido y a desarrollar esta propuesta:

En primer lugar, destacaría la Programación Didáctica que tuve que realizar en la asignatura de Diseño curricular de Física y Química, la cual desarrollé sobre el tema de 2º de Bachillerato de Vibraciones y Ondas en la asignatura de física. Para esta actividad, me enfrenté a la necesidad de pensar actividades para llevar a cabo el desarrollo de determinados contenidos en el aula, no teniendo en cuenta tan sólo la teoría como tal sino todo lo que rodea al proceso de enseñanza.

Con ello, he tenido mi primer contacto con el currículo de Aragón de la asignatura de física y química, con lo que determina la ley que ha de ser incluido en la asignatura por cursos, y con todos los términos que se utilizan en el diseño de una programación. Especialmente, me ha parecido interesante cómo está todo relacionado, desde los bloques de saberes, a las competencias claves, descriptores operativos, competencias específicas y criterios de evaluación.

Me resultó especialmente complicado hacer que estuviera todo relacionado y, a su vez, centrarme en que las actividades fueran interesantes y motivadoras para el alumnado, que fueran óptimas para alcanzar los objetivos propuestos y que, además, lo hicieran mediante una metodología innovadora.

También me hizo tener en cuenta a la hora de diseñar actividades muchos otros aspectos que, de otra manera, se me hubieran pasado desapercibidos. Cómo integrar las tecnologías en la enseñanza diaria, cómo concretar la atención a la diversidad en las actividades, cómo implementar la evaluación, o cómo integrar las actividades extraescolares en el transcurso de la programación.

Es por todo esto que, aunque no fue la actividad que más he disfrutado del máster, creo que realmente me ha aportado una base totalmente necesaria para todas las actividades que he ido realizando a posteriori.

En segundo lugar, me gustaría destacar una actividad que, en cambio, disfruté mucho diseñando y presentándola con mi grupo y que, además, me acercó mucho a la realidad de un aula y, gracias a ella, me decidí a escoger la metodología de aprendizaje cooperativo en este proyecto didáctico. Se trata de la Propuesta de Innovación Docente que llevamos a cabo en la asignatura de Procesos y Contextos Educativos.

En esta actividad, llevamos una propuesta de innovación educativa en la que diseñamos clases más prácticas y emocionantes para el alumnado. Para ello, integramos experimentos y actividades prácticas como elementos fundamentales del aprendizaje. En lugar de limitarse a escuchar, promovimos la participación activa de los estudiantes, convirtiendo las aulas en auténticos laboratorios donde la curiosidad y la experimentación fueran claves. Nuestro objetivo principal era formar estudiantes activos y autónomos, con la convicción de que cada uno tiene una capacidad innata para aprender y descubrir por sí mismo, y nos comprometimos a nutrir y fortalecer esas habilidades.

El impacto que buscamos iba más allá del rendimiento académico: aspiramos a un desarrollo integral de habilidades prácticas que preparen a los estudiantes para enfrentar desafíos del mundo real. Evitamos la simple memorización de datos y adoptamos una evaluación holística que valore la creatividad, la resolución de problemas y la aplicación práctica del conocimiento. Además, promovimos la autoevaluación y coevaluación como herramientas esenciales para el autoaprendizaje y la reflexión personal.

Consideramos que el aprendizaje no es un camino unidireccional, sino una experiencia en la que cada estudiante es el protagonista de su propio desarrollo, haciendo del proceso una vivencia dinámica y significativa que trasciende las aulas, y formando individuos capaces y motivados para su futuro.

La libertad bajo la que sentí que diseñaba estas actividades, sin perder de vista el currículo, las competencias o los criterios de evaluación, fue lo que hizo que disfrutara tanto del desarrollo del proyecto. Me gustó mucho pensar actividades variadas y divertidas con las que trabajar con contenidos que nos propusimos, e implementar, sobre el papel, diferentes metodologías innovadoras.

He escogido estas dos actividades especialmente porque, como se suele decir, la virtud está en el término medio. Y creo que estas dos actividades son los dos extremos y creo que, efectivamente, lo que tengo que buscar en la realidad es un término medio entre ambas. Por un lado, alejarme de la teoría pura y dura de la primera actividad y dedicar más tiempo a generar contenidos y actividades que puedan ser disfrutables por el alumnado; es decir, poner el foco mucho más en el aprendizaje del alumno que en la burocracia; pues en esa actividad el tiempo que dediqué a la burocracia fue un 80% respecto al 20% que dediqué a pensar en la enseñanza.

En contraposición, en la segunda actividad fue totalmente a la inversa. Di rienda suelta a mi imaginación a la hora de diseñar las actividades y quizás me alejé demasiado de lo que es la realidad del aula y las herramientas disponibles que se tienen. Diseñé sobre lo ideal más que sobre la realidad. Esta es la razón principal por la que creo que hay que buscar el término medio entre todo esto, y dedicar por supuesto tiempo a la normativa, pero a la vez poner el foco en lo que es realmente importante: el aprendizaje de los alumnos.

El objetivo de esta propuesta es, pues, intentar alcanzar ese término medio. Bajo la normativa actual, intentar diseñar una propuesta lo más atractiva posible para el alumnado, y que sea realista conforme a las posibilidades que tenemos en el aula, con respecto a recursos como con respecto al tiempo de enseñanza.

Como ya se ha indicado, el aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria se trata, en muchas ocasiones, de un proceso muy costoso para los alumnos. Es por ello que cobra tanta importancia la metodología en la enseñanza de las mismas. Se trata de asignaturas que suelen ser complejas para los estudiantes, por su limitado nivel de abstracción y comprensión lógica del mundo que les rodea. En esta idea radica la importancia de la enseñanza de estas asignaturas de una manera contextualizada para que los alumnos puedan conectar los contenidos con situaciones y experiencias de sus vidas diarias.

En concreto, la enseñanza de la asignatura de física suele ser costosa, y la transmisión de contenidos como las ondas o la luz, se torna una tarea ardua. Esta es la principal razón por la que se propone trabajar este tema de una manera práctica, a través de experiencias en las que los alumnos puedan experimentar con diferentes herramientas y manipularlas de manera que el aprendizaje sea significativo para ellos.

Con un cambio de metodología, dejando a un lado las tediosas clases magistrales, y haciendo al alumno no sólo participe sino protagonista del proceso de aprendizaje, la enseñanza de la física puede convertirse en un episodio divertido, que enganche a los alumnos y que les motive a seguir investigando en la modelización del mundo.

Esperamos, con esto, poner un granito de arena en la transmisión de las teorías físico matemáticas que explican el mundo y que hacen tan bonito su estudio.

III. NÚCLEO DEL TRABAJO: PROPUESTA DIDÁCTICA

A. Contexto didáctico de aplicación

La propuesta didáctica que se expone a continuación lleva por título “Y se hizo la luz”. En ella se presentan los conceptos básicos del tema de la luz, dentro de la asignatura de física y química en un curso de 2º de la ESO. Si bien el estudio de la luz no aparece en el currículo como tal, se ha decidido llevar a cabo una serie de sesiones destinadas a la enseñanza de conceptos básicos del tema.

Por un lado, los contenidos de esta unidad pueden complementar los saberes relacionados con el movimiento y la energía que estudian los alumnos en unidades anteriores (cinemática y energía); y, por otro lado, se puede aprovechar para llevar a cabo la enseñanza de conceptos de la asignatura de una manera más lúdica e interactiva aplicando metodologías innovadoras. Con ello, además, se puede demostrar al alumnado que el aprendizaje de la ciencia puede ser motivante a la par que divertido.

El Instituto de Educación Secundaria en el que se va a encuadrar esta propuesta es el IES Goya, ubicado en Zaragoza. Se encuentra en el distrito Universidad de Zaragoza que, según datos del padrón municipal de 2021, tiene una población de 50,342 habitantes. Esta área es diversa, con un 13% de población extranjera y una edad media de 47 años. Aproximadamente un 40% de los residentes tiene estudios universitarios, y la renta media por persona es de 15,200 euros.

Con respecto al aula de actuación, se trata de una clase de 2º de la ESO conformada por 28 alumnos, de los cuales 5 son ACNEAEs, y hay presencia de varios alumnos repetidores. El porcentaje de alumnos extranjeros es muy alto, pero no existen problemas con respecto al idioma ya que todos ellos son latinos. El horario de clases condiciona las clases y su organización: una hora a 6ª, una a 5ª (12:20-13:10) y otra a 2ª (9:10-10:00).

B. Análisis y evaluación

La impartición de la asignatura de física y química comienza en 2º curso de Educación Secundaria, por lo que este curso se trata de la primera vez que los alumnos ven determinados conceptos. Con ello, no quiere decir que no tengan conocimientos previos que les puedan ayudar en su aprendizaje. Es por ello que es importante conocer tanto a los alumnos y su punto de partida, como los contenidos relacionados con la materia que hasta el momento han aprendido y que pueden ser de utilidad en las nuevas enseñanzas.

Para conocer los conocimientos previos, se ha de realizar un análisis del currículo de 1º de la ESO. Especialmente, se van a analizar los currículos respectivos a las asignaturas de Biología y Geología y de Matemáticas, que son las que pueden aportar más contenidos comunes y de utilidad para lo que queremos impartir.

En la asignatura de Biología y Geología, se hace una introducción al pensamiento y prácticas científicas; se expone el método científico: el planteamiento de preguntas e hipótesis, observación, diseño y realización de experimentos, el análisis y la comunicación de los resultados, así como el uso de material de laboratorio y de herramientas digitales necesarias para el análisis de datos y la difusión de las conclusiones (bloque A: Proyecto científico¹, del currículo de Aragón).

¹<https://educa.aragon.es/documents/20126/2773111/%5B02.02%5D+Biolog%C3%ADa+y+Geolog%C3%ADa.pdf/b5aeb2a1-efde-3f38-a617-762f81002b2c?t=1661254635291>

En cuanto a la asignatura de matemáticas, aporta en gran medida las herramientas matemáticas de base necesarias para comprender la física. Es por ello que se encuentran relaciones con prácticamente todos los bloques de saberes del primer curso de la asignatura. El bloque A. Sentido numérico, les aporta herramientas para relacionar los contextos cotidianos con el uso de los números. El B. Sentido de la medida, enfrenta a los alumnos a experiencias de medición directa de áreas y volúmenes para profundizar su comprensión del área de figuras bidimensionales y del área y el volumen de objetos tridimensionales, y el uso de diferentes fórmulas que han de desarrollar desde la investigación. El bloque C. Sentido espacial, les presenta una primera aproximación a la geometría plana y, por último, el bloque D. Sentido algebraico y pensamiento computacional, les expone por primera vez al lenguaje simbólico (álgebra) y su aplicación para la resolución de problemas.

Todo esto expuesto, está directamente relacionado con los contenidos a impartir sobre el tema de la luz en el proyecto didáctico que se expondrá a continuación. Por un lado, los saberes de la asignatura de Biología y Geología nos van a permitir presentar el método científico y actividades de indagación con una base de conocimiento del método. Por otro lado, los conocimientos adquiridos en la asignatura de Matemáticas permiten tener una base de conocimientos en el uso de los números y su relación con el entorno que facilitarán la comprensión de diferentes situaciones y su resolución que propondremos en la unidad.

Es importante tener en cuenta que, independientemente de lo que marca el currículo, se ha de conocer el punto de partida real de los alumnos. Para ello, y en el marco de la propuesta didáctica, se llevó a cabo una evaluación inicial de los conocimientos de los alumnos acerca de las ondas en general, así como acerca de la luz. El desarrollo de la misma se comentará más adelante.

En este curso, los estudiantes están en una etapa de desarrollo cognitivo que les permite abordar conceptos abstractos y complejos con mayor profundidad y madurez. De hecho, así como indica Piaget en su teoría del desarrollo cognitivo, se encuentran en la etapa de las operaciones formales en la cual los adolescentes pueden resolver problemas de manera más sistemática (Saldarriaga-Zambrano, 2016).

En los adolescentes de 13 y 14 años se produce un progreso en una variedad de habilidades cognitivas: la capacidad de pensar de forma abstracta, razonar sobre ideas y conceptos hipotéticos, considerar múltiples perspectivas y posibilidades, y analizar situaciones complejas (Stanford Children's Health, s.f.). Por otro lado, también se potencia la habilidad para emplear la lógica y el pensamiento deductivo, facilitándoles la formulación de hipótesis, la creación de experimentos mentales y la obtención de conclusiones fundamentadas en principios universales.(Junta de Castilla y León, 2017).

Además, la capacidad de reflexionar sobre sus propios procesos mentales aumenta, así como la habilidad para monitorear y regular su cognición, y el desarrollo de estrategias de aprendizaje más sofisticadas. De este modo, comienzan a asimilar una mayor conciencia acerca de sus pensamientos (Psyntesis, 2020).

A los 13-14 años, hay avances en varias habilidades cognitivas. La memoria a corto plazo alcanza su punto álgido, el procesamiento de información tiende a su rendimiento óptimo, la comprensión verbal continúa desarrollándose con la ampliación del vocabulario, y el razonamiento perceptivo mejora la capacidad de análisis visual y espacial (García-Ron, 2011). Aún así, cabe recordar que

el desarrollo cognitivo individual muestra una amplia variabilidad en cada adolescente (Altas Capacidades y Talentos, 2024).

El desarrollo de estas nuevas capacidades cognitivas también afecta el aprendizaje. Los adolescentes adoptan una mayor capacidad de entender los conceptos abstractos y complejos, examinar los problemas desde varios ángulos diferentes y de cuestionar e intercambiar todo tipo de ideas. También muestran interés por cuestiones trascendentales como la moral y la justicia (Artiles Hernández, 2022). Los docentes pueden aprovechar esas habilidades para incentivar a los estudiantes de esta edad a tener un pensamiento más crítico o creativo.

En resumen, entre 13 y 14 años es un período importante de desarrollo cognitivo, el desarrollo del pensamiento abstracto y el pensamiento formal. Sin embargo, este es un proceso gradual que continúa hasta la adolescencia.

En cuanto al tema que nos concierne (la luz), se ha de tener muy en cuenta las ideas previas que mantienen ya que “muchas de las concepciones de los estudiantes sobre los fenómenos naturales y cotidianos son opuestas a las científicas” como señalan los estudios de Driver et al. (1999). De hecho, este mismo autor en una investigación previa (Driver et al., 1992) destacó cómo los alumnos asocian la luz a la fuente que la produce o a sus efectos, en lugar de a las ondas asociadas que son las que producen un efecto. También que, a estas edades, es cuando comienzan a dejar a un lado la idea de que la sombra es una luz más oscura y empiezan a entender que es generada por cuerpos que no dejan pasar la luz (Luna et al., 1997). De hecho, les cuesta asociar la idea del movimiento de la luz a través del espacio, probablemente por la velocidad tan alta que hace que les parezca instantánea. Por último, como indican Hierrezuelo Moreno (1991) hay muchos alumnos que asocian el fenómeno de la visión a algo asociado a la presencia o ausencia de luz, y no tanto al ojo como un agente activo.

Por último, Bravo y Rocha (2008), describieron los conocimientos de los alumnos con respecto al tema de la luz como: “Podemos ver gracias a que tenemos ojos y podemos mirar los objetos” donde la única variable son los ojos, “Podemos ver porque miramos y la luz está iluminando al objeto que miramos” donde reconocen que es necesaria la luz para ver pero no que la misma debe provenir del objeto y no de la fuente. Habiendo alumnos que presentan ideas más completas “Para que podamos ver, la luz debe incidir en el objeto y reflejarse”.

Según Pesa (1998), las dificultades que enfrentan los alumnos de 2º de la ESO en el aprendizaje del concepto de la luz y la formación de imágenes incluyen la comprensión de cómo la luz incide sobre los objetos, se refleja y forma imágenes en el ojo, así como la relación entre la luz, los objetos y la visión. Estas dificultades se relacionan con la reflexión, la propagación de la luz y la formación de imágenes. Algunos alumnos también tienen problemas para explicar por qué los objetos son visibles y cómo se relacionan la luz, los objetos y la formación de imágenes en el proceso visual.

Lucero et al. (2006), destacan varios problemas a la hora de la adquisición de contenidos de física: los alumnos buscan afanosamente la aplicación de fórmulas para resolver problemas, trabajan en el laboratorio de manera automática sin pensar sobre lo que están haciendo, les cuesta interpretar físicamente los resultados que obtienen o no saben describir con palabras fenómenos físicos. Con respecto al tema de la luz, les cuesta justificar los fenómenos teóricos involucrados, comprender el proceso de formación de imágenes, o conectar lo visto experimentalmente con los resultados matemáticos obtenidos.

Con respecto a las principales dificultades que encuentran los alumnos en el aprendizaje del tema de la luz, se encuentran aquellas directamente relacionadas con la asignatura de Física, pero también existen otras derivadas de problemas de base de matemáticas.

Con respecto a estos problemas basados en la falta de conocimientos de matemáticas, en el informe PISA de 2009 en el cual se evaluó el rendimiento de los alumnos de 13 y 14 años de un modo comparativo, se situó a España por debajo de los resultados de la media de la OCDE en competencia matemática (Instituto de Evaluación del Ministerio de Educación, 2010). Igualmente, Fernández (2013), organiza las dificultades encontradas en el aprendizaje de las matemáticas en aquellas directamente relacionadas con el alumno como falta de conocimientos básicos previos o déficits de atención, aquellas relacionadas con la asignatura, como la necesidad de abstracción requerida por la asignatura, entendimiento del lenguaje y otras dificultades como el clima del aula o el centro, el currículo, su propio contexto, entre otras.

Con el objetivo de suplir las dificultades encontradas en la enseñanza del tema de la luz, así como en el proceso de aprendizaje de los estudiantes, y tratando de superar el método tradicional tan criticado en las últimas décadas, se trata de adoptar nuevas metodologías que nos permitan adaptarnos a los cambios sociales y las nuevas tendencias educativas.

Es importante tener en mente que la física no se aprendió a partir de leyes y teorías, si no a partir de las observaciones de los físicos. Es por ello que parece la mejor forma de transmitir todo este conocimiento: mediante la participación activa de los estudiantes. Para ello, se prevé que la mejor manera es planteando distintas experiencias interactivas e incluso de laboratorio, diseñando actividades que requieran del uso de las nuevas tecnologías, o accediendo a nuevas metodologías activas cuyo centro sea el alumno y su motivación.

Es el caso, por ejemplo, de la enseñanza por proyectos (ABP) cuyo objetivo es conseguir que sean los alumnos, una vez más, los protagonistas de su propio aprendizaje, pero a través del “hacer”; es decir, que sea la experiencia la que les lleve a alcanzar el aprendizaje de los nuevos contenidos (Galeana, 2006).

Otro recurso, según García-Molina (2011), es el de la ciencia recreativa que permite captar la atención del alumnado incrementando su interés por la ciencia, por medio de la realización de experiencias generalmente con materiales de uso cotidiano que no generan un coste excesivo y que convierten la enseñanza aprendizaje en algo divertido. Esto llega a ser un punto positivo para conseguir mejorar la actitud que los alumnos tienen frente a esta materia.

Por último, y con respecto al proyecto didáctico que aquí se va a presentar, me gustaría destacar la metodología de aprendizaje cooperativo, que promueve la interacción no solo entre alumno y profesor, sino también entre los propios estudiantes, de modo que todos se benefician del aprendizaje colaborativo. Los alumnos dependen entre sí para aprender, y sus esfuerzos individuales no solo contribuyen a su propio beneficio, sino también al del grupo. (Lara, 2020).

C. Objetivos de aprendizaje.

Los objetivos didácticos de esta propuesta son los siguientes:

OD1: Comprender el concepto de onda y localizar situaciones cotidianas en las que aparezca

OD2: Conocer las características de las ondas: amplitud, frecuencia, periodo, longitud de onda y velocidad.

OD3: Identificar las diferencias entre la luz y el sonido: velocidad, necesidad (o no) de materia y oscilación longitudinal o transversal.

OD4: Calcular magnitudes a partir de la fórmula del MRU

OD10: Conocer el espectro electromagnético y su relación con la frecuencia y longitud de onda

OD11: Conocer las diferencias entre colores luz y colores pigmento

OD12: Conocer las diferencias entre los fenómenos de la refracción, reflexión y dispersión.

OD13: Conocer los diferentes tipos de espejos y sus aplicaciones.

OD14: Conocer los diferentes tipos de lentes y sus aplicaciones.

OD15: Entender los defectos de refracción y las lentes que los corrigen.

Por otro lado, y en relación a la metodología que se va a llevar a cabo, se plantean varios objetivos de innovación:

OI1: Utilizar una metodología que incentive la consecución de los objetivos didácticos mediante recursos materiales y digitales

OI2: Utilizar una metodología que se adapte a la diversidad de la clase

OI3: Utilizar una metodología que motive a los alumnos

OI4: Utilizar una metodología que favorezca el aprendizaje entre iguales

D. Justificación y marco teórico.

✓ De la propuesta didáctica

La enseñanza de la luz cuenta con una larga tradición en la escuela, remontándose a los estudios rudimentarios sobre la formación de sombras a partir de objetos opacos. Sin embargo, es con el surgimiento de la óptica geométrica como propuesta teórica, a principios del siglo XVII, cuando realmente comienza la enseñanza moderna de los fenómenos ópticos en el ámbito educativo (García de Cortázar, 2023). Aunque la óptica geométrica ha sido históricamente la teoría predominante, en la actualidad la óptica ondulatoria también forma parte activa de los programas de bachillerato. Esto implica la necesidad de nuevos y esquemáticos modelos, tanto cuantitativos como cualitativos, que permitan a los estudiantes acceder de forma comprensible a las diferentes manifestaciones de la luz.

Entre los fenómenos más comunes que se abordan en las clases de Física y Química destaca la formación de imágenes en espejos planos y esféricos, así como en lentes y sus diversas aplicaciones. Sin embargo, este estudio no siempre cuenta con un fundamento teórico básico adecuado o unos conocimientos previos sólidos para comprender los modelos matemáticos y cualitativos más generales. Además, la formulación convencional de las leyes de la imagen, basada en la distancia del objeto, se apoya en procedimientos heurísticos que, aunque útiles para los estudiantes, no siempre proporcionan una visión completa de las posibilidades de los distintos dispositivos ópticos. Por otra parte, la tendencia a abordar el estudio de las lentes desde la óptica geométrica, con el objetivo de interpretar fenómenos visuales complejos, puede hacer que los alumnos pierdan de vista manifestaciones más sencillas y significativas desde una perspectiva experimental (Daza Colorado, 2024).

Según Díaz, et al. (2000), la enseñanza de la física y la química, debe afrontar la diversidad de capacidades en el aula, adaptando las tareas a las habilidades individuales de los estudiantes. El objetivo es fomentar el desarrollo desde el razonamiento concreto hacia el razonamiento formal. Por ello, es fundamental entender estos cambios y promoverlos, orientando a los estudiantes hacia las operaciones formales mediante actividades que favorezcan el uso de modelos. Esta etapa es

idónea para ello, ya que, al tener un razonamiento más avanzado, los estudiantes pueden manejar mejor ideas abstractas o incluso conceptos teóricos que aún no se han observado en la realidad.

Por otro lado, Shayer y Adey (1986), a partir de las tablas obtenidas del libro la ciencia de enseñar ciencias, desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo que aportan información sobre las exigencias cognitivas de cada contenido, establecieron los contenidos con referencia a la enseñanza de la luz.. En un nivel concreto avanzado se puede llegar a usar un modelo de propagación lineal como por ejemplo un láser, para explicar la reflexión por ejemplo en un espejo plano, llegando a establecerse la relación de los ángulos de entrada y salida. Y mediante el modelo de propagación lineal en este nivel podrán comprender la relación del tamaño de las sombras en función de la proximidad del objeto a la luz, llegando a entender los eclipses con mayor profundidad. En el nivel formal inicial se establece que pueden llegar a usar las leyes de las lentes para tratar imágenes reales. Pero, por contra, parece complicado partir del modelo de las ondas ya que no existe una relación clara entre los fenómenos de la luz y sus propiedades.

Otros autores contemporáneos han abordado la enseñanza del tema de la luz en educación secundaria. Es el caso, por ejemplo, de Francisco Javier Perales Palacios y José Joaquín García García que, en su artículo "Por qué, qué, cómo y cuándo enseñar sobre la luz", justifican la necesidad de enseñar sobre la luz en la educación primaria y secundaria, revisan los contenidos relacionados con la luz en los currículos actuales de la LOMCE, y analizan las posibles dificultades de aprendizaje que pueden presentar los alumnos. Además, proponen qué contenidos podrían abordarse en las diferentes etapas educativas y cómo hacerlo.

De igual manera, se han escrito numerosas tesis y trabajos de fin de máster basados en la enseñanza de estos contenidos en clases de secundaria. Es el caso de la tesis doctoral de Vargas, 2020. En su tesis de grado, Vargas desarrolla una estrategia didáctica para el aprendizaje de la teoría de la luz de Newton en educación media. Su propuesta se basa en la epistemología y la experimentación, y busca fortalecer la enseñanza y el aprendizaje de este tema. El autor diseña una secuencia didáctica que permite la comprensión del desarrollo histórico de los modelos de la luz del siglo XVII y aplica procedimientos experimentales para reinterpretar el modelo mecanicista de la luz. O el caso de Morión, 2016, que en su Trabajo Fin de Máster presenta un diseño de unidad didáctica sobre "La luz y el sonido" para el segundo curso de secundaria. Su propuesta se basa en un modelo de enseñanza constructivista y tiene en cuenta las ideas previas de los estudiantes sobre la luz. La autora incorpora actividades experimentales y modelos para explicar fenómenos como la reflexión, refracción y dispersión de la luz.

En resumen, y según los autores que han publicado sobre el tema, parece importante incorporar parte de la historia del desarrollo de las teorías sobre la luz en el proceso de enseñanza-aprendizaje del alumnado, para que los estudiantes comprendan mejor de dónde vienen las ideas actuales. Todos coinciden, de igual manera, en la importancia de incluir experiencias prácticas para enseñar los conceptos relacionados con la luz, así como modelos y analogías que puedan facilitar a los alumnos la comprensión de conceptos abstractos sobre todo relacionados con las ondas.

✓ De la metodología

En el aula se va a trabajar de una manera innovadora, cercana a la metodología del aprendizaje colaborativo, aunque con ciertas diferencias, pues no se van a establecer los roles que dicta dicha metodología si no que se va a incentivar el trabajo entre iguales en grupo. Esta metodología favorece la interacción no sólo entre el alumno y el profesor, sino también entre alumnos, de manera que todos se aprovechan del conocimiento entre iguales. Los alumnos dependen unos de otros para aprender y sus esfuerzos individuales no son solo en beneficio propio, sino del grupo. Para ello, organizaremos el aula en diferentes grupos formados por 4 alumnos cada uno de ellos

(para un total de 7 grupos). Cada grupo tendrá un cuaderno de trabajo común en el que irá recogiendo su actividad diaria. Estos grupos los organizan los propios alumnos de la manera que ellos consideren, de forma que se mejore la experiencia individual, ya que es un grupo-clase que, en general, trabaja muy bien.

Se pretende, de esta forma, no sólo organizar el aula de una determinada manera, sino que se favorezca el aprendizaje entre los alumnos, cada uno se haga responsable de su mejoría, y sea capaz de ayudar a los demás. Aunque el trabajo es grupal, cada alumno es responsable individualmente de su propio aprendizaje, lo que puede ser fuente de motivación (Lara, 2020).

Al trabajar en grupo, se quiere que cada alumno ponga en juego sus habilidades sociales y las desarrolle al máximo para ser capaz de explicar de una manera fluida y coherente sus ideas, argumentarlas, debatirlas con los compañeros. Discrepar con asertividad, resolver los conflictos que se puedan plantear y respetar durante todo el proceso a sus compañeros motivándolos en la consecución del objetivo común. Para que el aprendizaje sea cooperativo, no basta con estar juntos. Para que haya relaciones dentro del grupo tiene que haber interdependencia positiva (Vélez, 2019).

Estos grupos de trabajo fueron grupos base: cuando había una actividad grupal, los alumnos se tenían que poner siempre con los mismos compañeros. Aunque la evaluación de cada sesión se tratará más tarde, dado que se quería hacer una evaluación formativa, cada vez que hacían una actividad, todos tenían que ir anotando las respuestas en su cuaderno o en la hoja que se les proporcionara, pero solo nos entregaban la de un componente del grupo. Corregí esa actividad y se la devolví, para que el resto de compañeros se autocorrigieran la actividad a partir de la corregida.

A modo de refuerzo positivo, se creó el juego de “las palabras”. Cada vez que entregaban una actividad y la corregía, al grupo se le entregaba una palabra relacionada con la sesión. En caso de que la actividad estuviera muy bien hecha, se les daba dos palabras. El objetivo de darles palabras era que al final del bloque hicieran una historia con esas palabras (cuantas más mejor, de ahí la necesidad de conseguir palabras), que les subiría la nota final del bloque.

Para darle consistencia al formato de las sesiones, todas empezaron con un vídeo relacionado con lo que se fuera a trabajar en la sesión. Después de visualizarlo, se hacía una lluvia de ideas sobre los fenómenos físicos que se pudieran ver. De esta forma, empezábamos las sesiones de una forma amena y se enganchaba a los alumnos a lo que se fuera a explicar ese día. Asimismo, servía para evaluar los conocimientos previos que tenían los alumnos de forma rápida y adaptarme a lo que sabían, muchas veces haciendo referencia a comentarios que hubieran hecho durante esta lluvia de ideas. Inicialmente se planteó que los vídeos fueran fragmentos de películas, pero dado que buscábamos cosas muy concretas, terminamos mostrando vídeos en general.

Después del vídeo, se trabajó la teoría que correspondiese, siempre de una forma dinámica en la que los alumnos fueran aportando sus ideas. Cuando era posible, se dejaba la parte del final de la clase para que los alumnos hicieran algo práctico por grupos, bien fuera ejercicios, actividades con simuladores o experimentación con objetos que se les proporcionara (instrumentos, espejos, etc.). Estas actividades las hicimos al final de la clase porque los alumnos se alteraban mucho y luego era difícil captar de nuevo su atención.

E. Actividades

A continuación, se exponen las actividades que se han llevado a cabo en el aula con la finalidad de alcanzar los objetivos didácticos propuestos, y con la intención de mejorar ciertas habilidades cognitivas y de aprendizaje de los alumnos (objetivos de innovación).

ACTIVIDAD 1: las ondas

En esta actividad se trabajan los objetivos didácticos OD1 y OD2.

La sesión comienza realizando una evaluación inicial de los conocimientos de los alumnos acerca de las ondas en general, así como acerca de la luz y el sonido. Para ello, se realiza una lluvia de ideas entre todos. La forma de motivar esa lluvia de ideas es proyectar en la pizarra un vídeo² en el que se ve un hombre tirando una piedra al agua, generando así una onda. Como docentes no nombramos las ondas, sino que dejamos que los alumnos fueran los que las nombraran por primera vez. La forma de recoger la información de esta evaluación inicial es a través del diario del profesor.

Una vez se han comentado las ideas que tienen los alumnos acerca del vídeo, se pasa a trabajar el concepto de onda, así como sus características. Para ello, se parte de las ideas que han comentado los alumnos acerca de las ondas para ir construyendo, por medio de preguntas, la definición de onda, como una perturbación (variación de una magnitud física) que se propaga en el espacio transportando energía, pero no materia. A continuación, se utiliza un muelle para ilustrar la diferencia entre las ondas longitudinales y transversales. Para trabajar las características de las ondas se utiliza un simulador de Phet³ sobre ondas en una cuerda. A partir de él, se explican el periodo, la frecuencia, la amplitud, la longitud de onda y la velocidad de propagación.

Como parte práctica de la actividad, los alumnos se juntan por grupos base para indagar con el simulador con sus propias manos. Se les guía con las preguntas recogidas en el anexo I. Los alumnos contestan a las preguntas en una hoja por grupo, que luego entregan, y es la forma en que se evalúa la actividad (además del diario de profesor, que se realiza en todas las sesiones).

ACTIVIDAD 2: ¿Qué es la luz? Introducción, espectro electromagnético y color

En esta actividad se van a trabajar los objetivos didácticos OD1, OD3, OD10 y OD11.

Se comienza la actividad viendo un vídeo⁴, que nos ayuda a introducir el tema de la luz. Se comienza la sesión haciendo preguntas sobre qué conocen de la luz, qué características hemos aprendido ya sobre ella y en qué se diferencia del sonido. Previamente a las sesiones de la luz, se han dado varias correspondientes a las ondas de sonido, por lo que se pretende hacer una relación con lo que acaban de aprender y ver qué semejanzas y qué diferencias podemos encontrar entre la luz y el sonido. Así, aplicando las características generales de las ondas introducimos el espectro electromagnético. Se hace, tras la explicación, una actividad conjunta de toda la clase en la que voluntariamente van saliendo alumnos a colocar diferentes flashcards de tipos de ondas (ondas de radio, de teléfono, radar, de la zona visible, ultravioleta...) en un espectro vacío. Relacionamos también esto con la cantidad de energía que poseen las ondas y lo dañinas que pueden ser para el ser humano. Relacionamos el vídeo que hemos visto inicialmente con el espectro electromagnético.

Tras esta actividad, se comienza a trabajar el tema de los colores luz y los colores pigmento. Se presentan las diferencias y se relaciona con la asignatura de plástica, ya que acaban de trabajar el círculo cromático. Para trabajar los colores luz, se les presenta un simulador⁵ de manera que es más sencillo que lo vean, ya que les cuesta más pensar en cómo van a generarse los colores.

Por último, se les plantea una actividad a hacer en los grupos base: se proporciona a todos los grupos tres trozos de papel transparente, uno azul, otro rojo y otro verde. Y se les pide que, con

² Vídeo para la evaluación inicial: <https://youtube.com/shorts/MDKSPImQ92A?si=rjr7h1OjHAKw3Upn>

³ Simulador sobre ondas en una cuerda: <https://phet.colorado.edu/es/simulations/wave-on-a-string>

⁴ Vídeo introductorio de la luz [44. ¿Cómo ver luz infrarroja?](#) del minuto 1:20 al 1:32

⁵ <https://www.educaplus.org/luz/colprima.html>

ellos, hagan todo lo que se les ocurra para conseguir diferentes colores. Pueden pegarlos sobre fondos de colores, pueden utilizar linternas... Pedimos que escriban todo lo que hagan en un informe y nos lo entreguen.

La evaluación de esta actividad se realiza con diario del profesor y a través de la evaluación del informe de la actividad que nos entreguen.

ACTIVIDAD 3: Refracción y reflexión de la luz. Defectos refractivos. Práctica de indagación sobre espejos y lentes

En esta actividad se van a trabajar los objetivos didácticos OD12, OD13, OD14 y OD15.

Se comenzará la sesión con un vídeo⁶ introductorio de los diferentes tipos de lentes. Quiero que lo vean para que vayan pensando de qué va a ir la sesión, aunque la primera parte explicativa no va a estar tan relacionada con las lentes como con la transmisión de la luz y los fenómenos ópticos que existen: transmisión, refracción, reflexión, dispersión, difracción, absorción. Así, se relacionarán estos conceptos con los materiales transparentes, translúcidos y opacos.

Una vez explicada esta primera parte, nos centraremos en la reflexión y la refracción. Introduciremos los diferentes tipos de espejos y de lentes, y mostraremos mediante el trazado de rayos qué es lo que hacen cada uno de estos instrumentos cuando reciben rayos de luz.

Por último, se les propone una práctica en el laboratorio para que indaguen sobre las lentes positivas y negativas, así como con espejos cóncavos, convexos y planos. Tienen para ello un pequeño guión para seguir en la práctica, y pueden experimentar todo lo que quieran con los elementos para resolverlas (se trata de las mismas preguntas para todos los elementos):

- ¿Qué ocurre cuando te pones delante del espejo?, ¿y detrás?
- ¿Qué ocurre si te acercas al espejo?, ¿y si te alejas?
- ¿Hay algún momento en el que la imagen se dé la vuelta?, ¿qué creéis que está pasando?

Esta hoja se incluye en el Anexo II.

ACTIVIDAD 4: Repaso

Previo a la prueba de la evaluación final, se plantea un repaso mediante un juego interactivo online. Se lleva a cabo con la aplicación *Kahoot!*. En el juego se plantean preguntas con 4 opciones de respuesta relacionadas con todos los contenidos trabajados durante las sesiones anteriores y muy dirigidas a que los alumnos se autoevalúen y conozcan cómo llevan la materia y a qué deben dedicarle más tiempo en el estudio (Anexo III).

ACTIVIDAD 5: Prueba de evaluación final

Se evalúan algunos objetivos didácticos de forma individual a los alumnos a través de una prueba escrita, que se incluye en el Anexo IV. La evaluación se llevó a cabo de manera conjunta con el tema del sonido, por lo que hay ciertas preguntas correspondientes a ese tema. Al final de esa prueba se incluyen algunas preguntas abiertas para evaluar la docencia y algunos de los objetivos de innovación.

F. Evaluación y análisis de los resultados

La evaluación de las actividades de la propuesta didáctica se va a ir llevando a cabo a la vez que suceden las actividades propuestas, de manera que además se puedan ir adaptando a las necesidades de los alumnos en cada momento. Dado que en todas ellas se generan preguntas al

⁶ <https://twitter.com/gunsrosesgirl3/status/1755551426351112270?t=m2OYi9HY18cv95nYjBHTUw&s=08>

inicio para conocer el estado del conocimiento del alumnado, deberemos ir adaptando el grado de dificultad de cada sesión a los conocimientos que presenten los alumnos. Por otro lado, se irá teniendo en cuenta el grado de consecución de los objetivos didácticos planteados para, posteriormente, incidir en aquellos que quizás hayan sido menos alcanzados.

Para poder ir recogiendo toda esta información que el profesor va observando, el mismo tendrá un diario en el que irá registrando lo que percibe por observación directa. Por otro lado, se tendrán en cuenta las producciones de los alumnos, ya que en todas las sesiones hay una entrega por parte de los alumnos. Estas entregas se tendrán en cuenta, sobre todo, para conocer cómo de exitoso está siendo el proceso de enseñanza-aprendizaje y poder adaptarnos a las necesidades de los alumnos.

ACTIVIDAD 1

La evaluación inicial se llevó a cabo, como se ha indicado anteriormente, mediante preguntas en voz alta al alumnado. De esta manera, se recogió información general de la clase en el diario del profesor. Lo recogido fue lo siguiente:

Enseguida hablan de ondas. No saben cómo definirlo, pero hacen referencia a que es algo que se propaga en todas las direcciones. Algunos alumnos también lo relacionan con las ondas del pelo, y otros dibujan una oscilación con el dedo. Saben que el sonido no se propaga por el espacio y que la luz, sí. También mencionan que la luz va mucho más rápido (un alumno, de hecho, sabía las velocidades) y lo relacionan con los fuegos artificiales. Al hablar de la propagación de las ondas, hacen referencia a ondas expansivas, y dicen que las partículas van desde el origen hasta nosotros.

Respecto a la explicación de las ondas, los alumnos han ido respondiendo bien las preguntas que se hacen sobre la marcha. En cuanto a la evaluación de las preguntas que los alumnos realizan con el simulador de ondas en una cuerda, parece que los estudiantes han entendido bien las diferentes características, porque responden bien a casi todas las preguntas. Lo único que no terminan de ver bien es si cambia o no la velocidad de propagación al cambiar la frecuencia o la amplitud, pues al medir los tiempos, hay mucho error humano al poner y parar el cronómetro. En la sesión siguiente se hace un inciso en este aspecto para que les quede claro y se les entrega un documento con la explicación de las respuestas que se esperaba obtener (Anexo I).

ACTIVIDAD 2

Esta actividad que estaba propuesta para una sesión, finalmente se tuvo que terminar en la siguiente puesto que no dio tiempo a realizar todo lo propuesto. La última actividad, correspondiente al color, se dejó para el siguiente día.

Al comenzar, se hace una ronda de preguntas para valorar el punto de partida tanto con respecto al tema de la luz, el cual es completamente nuevo para ellos, como sobre lo anteriormente trabajado con respecto al sonido. Las anotaciones en el diario del profesor son:

Los alumnos recuerdan las propiedades de las ondas, y son capaces de caracterizar las ondas de sonido. Recuerdan las características que habíamos nombrado previamente sobre la luz.

Respecto al desarrollo de la sesión y la actividad relacionada con el espectro electromagnético:

Van saliendo de uno en uno voluntariamente a colocar tarjetas en el espectro. Los compañeros que están sentados le ayudan e incluso se crean pequeños debates interesantes entre ellos.

Por último, se lleva a cabo una actividad relacionada con el color. Los resultados de la misma son informes escritos por los alumnos en los que explican los colores que han conseguido encontrar trabajando de diferentes maneras con los papeles de colores. En general, todos han trabajado sobre

fondo blanco realizando mezclas aditivas y escribiendo sobre el color resultante. Pero hay dos grupos de la clase de castellano que han trabajado poniendo los papeles en linternas de manera que han conseguido, mezclando las tres luces, obtener la luz blanca (ver imagen anexa).

ACTIVIDAD 3

Esta actividad se ha llevado a cabo en dos sesiones. En la primera sesión ya se introduce la parte teórica de la transmisión de la luz y, al disponer de más tiempo, pudimos dedicarle más esfuerzo



a entender el porqué de estos fenómenos e incluso introducir el concepto de índice de refracción. Durante la explicación, se van haciendo preguntas al grupo clase y lo que queda recogido en el diario del profesor:

Los alumnos responden, en general, correctamente a las preguntas que se les van planteando. Intentan suponer qué es lo que va a pasar mediante el trazado de rayos con las lentes y explican sus respuestas. Miran, con las lentes de alguno de los compañeros, si se cumplen las cosas que se están explicando.

En la segunda sesión, se plantea la práctica de laboratorio en la que deben experimentar con diferentes lentes y espejos, y rellenar un informe. Hacemos las siguientes observaciones:

Los estudiantes se toman muy en serio la práctica ya que la disfrutan mucho y les gusta experimentar con las lentes. Esto les aporta un grado de motivación extra para responder adecuadamente a las preguntas que se les plantean. En general, responden bien a todas ellas y da tiempo a realizar pequeñas explicaciones durante la práctica de las dudas que les van surgiendo.

En la siguiente sesión, de repaso, se comentarán las preguntas que más les ha costado: aquellas correspondientes a la inversión de las imágenes con alguno de los elementos ópticos.

ACTIVIDAD 4

La actividad planteada para el repaso, lejos de ser una actividad en la que nosotras quisiéramos evaluar a los alumnos, pretendíamos que fuera una forma de autoevaluación para los alumnos. Mediante su desempeño, podían conocer cómo llevaban la materia previamente a realizar la prueba escrita.

Además, también queríamos que fuera una actividad que les sirviera para sintetizar toda la materia, la importancia de cada parte y a qué aspectos debían poner más énfasis en el estudio.

Los resultados del repaso, que se ha llevado a cabo en pequeños grupos o parejas, se presentan a continuación, con el porcentaje de aciertos en cada pregunta.

Pregunta ▾	Tipo ▾	Correcto/incorrecto ▾
1 ¿Qué tipo de onda es el sonido?	Quiz	11%
2 ¿A qué elemento óptico corresponde esta imagen?	Quiz	33%
3 ¿En qué unidades se mide la velocidad?	Quiz	78%
4 ¿Cómo se llama esta propiedad de las ondas?	Quiz	67%
5 Si tenemos una camiseta negra...	Quiz	89%
6 ¿Qué tipo de onda es la luz?	Quiz	67%
7 ¿Cómo es este material?	Quiz	44%
8 ¿Cuáles son los colores primarios LUZ?	Quiz	44%
9 ¿Qué diferencia hay entre estos dos sonidos?	Quiz	11%
10 ¿Qué está ocurriendo?	Quiz	89%
11 ¿En qué unidades se mide el periodo?	Quiz	67%
12 ¿Qué diferencia hay entre estos dos sonidos?	Quiz	100%
13 ¿A qué elemento óptico corresponde esta imagen?	Quiz	67%
14 ¿Podemos escuchar todas las frecuencias del sonido?	Quiz	100%
15 ¿Qué orden es correcto según la frecuencia (de menor a mayor)?	Quiz	78%
16 ¿Qué propiedad está relacionada con las mujeres que rompen una copa cantando?	Quiz	78%
17 ¿En qué unidades se mide la frecuencia?	Quiz	100%
18 ¿Qué diferencia hay entre estos dos sonidos?	Quiz	100%
19 ¿Qué está ocurriendo?	Quiz	89%
20 ¿Cómo se llama esta propiedad de las ondas?	Quiz	89%
21 ¿En qué unidades se mide la longitud de onda?	Quiz	100%
22 ¿A qué elemento óptico corresponde esta imagen?	Quiz	100%
23 Es una fuente de luz natural	Quiz	56%

ACTIVIDAD 5

La evaluación de los aspectos más importantes de la prueba escrita se detalla en la Figura 1. Los porcentajes de respuestas bien respondidas son buenos. Aún así, se pueden destacar algunos puntos:

- A la hora de comprender los conceptos de las ondas, les cuesta caracterizarlas.
- La óptica geométrica ha sido lo que mejor han entendido.
- Los ejercicios relacionados con el MRU: aunque durante las clases los alumnos demostraron haber comprendido la relación entre el MRU y los cálculos a realizar en ese tipo de problemas, el porcentaje de estudiantes que han cometido errores al despejar de la fórmula de la velocidad ha sido notable.

Cabe destacar el hecho de que la pregunta que mejor han respondido es el bonus 2, referente a ordenar el espectro, algo que no era de esperar.

Análisis de los resultados de la prueba escrita

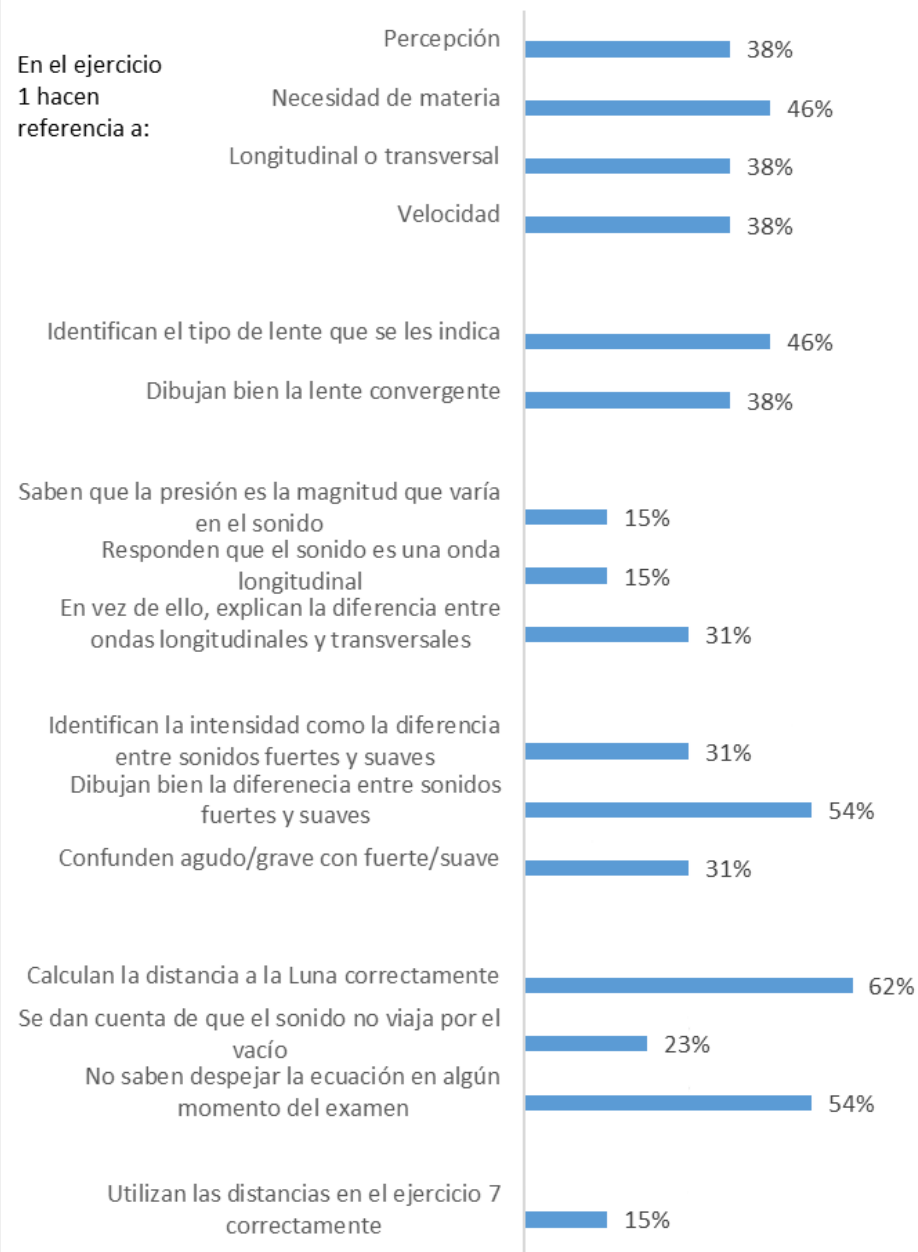
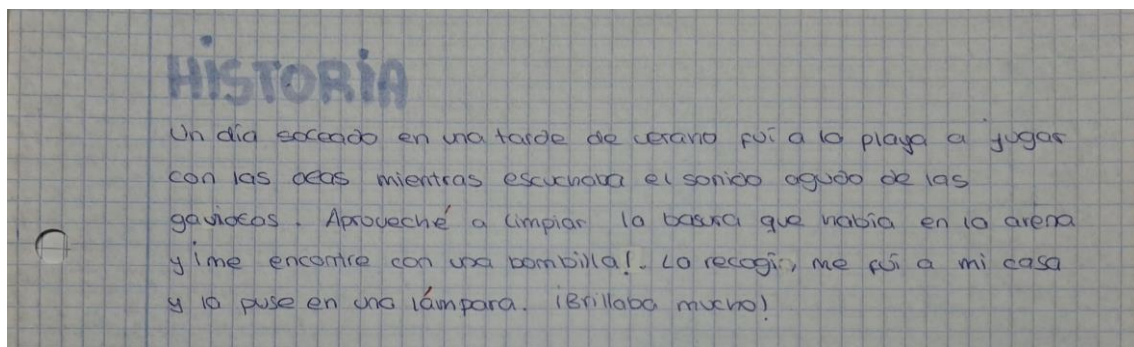
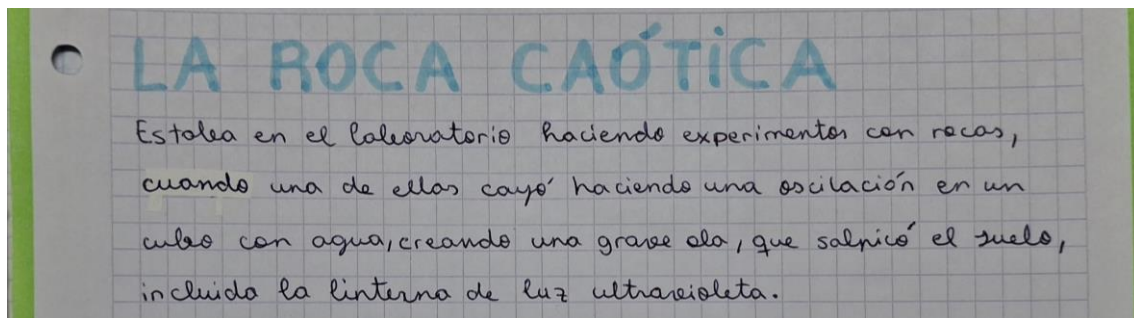


Figura 1: Análisis de los resultados de la prueba escrita

Por último, y a modo de curiosidad, se muestran algunas de las historias que realizaron los alumnos a partir de las palabras:



G. Análisis crítico y conclusiones de la propuesta didáctica

Una vez puesta en práctica la propuesta didáctica en el aula, se pueden sacar muchas conclusiones acerca de la misma.

Por un lado, me parece importante reflexionar acerca de la temporalización y programación de la unidad que hice antes de comenzar su implementación. En cuanto al tiempo dedicado a cada contenido, en general ha sido el adecuado en todos ellos, aunque en determinados momentos se ha sobreestimado el tiempo disponible para cada sesión y se ha programado en exceso. Es cierto, que siempre se ha dicho que es mejor tener actividades extra por si acaso, que que falte material. Pero de esta manera, ha habido cosas que se han tenido que ir quedando fuera. Esto ha ocurrido porque no he tenido en cuenta que no quería cortar las preguntas iniciales y las reflexiones de los alumnos siempre que fueran del tema. Además, siempre cuesta más organizar la clase de lo ideal, por lo que se pierde más tiempo del deseado.

Por otro lado, me gustaría destacar el valor del trabajo en grupo y los buenos resultados que ha tenido. Siempre ha existido la idea de que trabajando en grupo se pierde más tiempo, y no se ha valorado que quizás esa “pérdida” de tiempo era tiempo invertido en el aprendizaje de los alumnos de una manera mucho más significativa.

Por ello, para valorar la propuesta, no sólo me ha parecido importante comprobar los resultados de la prueba escrita final, sino el día a día en el aula, e incluso tener en cuenta los objetivos de innovación. Por ello, en el desarrollo de esta propuesta didáctica, ha resultado fundamental la evaluación continua y constante tanto del alumnado como de la labor docente. Para ello, se ha considerado que el mejor método es por medio de feedback durante las clases, así como mediante las preguntas finales añadidas en la prueba de evaluación final. Estas preguntas nos ayudan, como docentes, a mejorar nuestra práctica en futuras ocasiones y mejorar sobre nuestros errores. También son una manera de conocer las preferencias de los alumnos y saber con qué tipo de actividades disfrutaban y aprenden más.

Los objetivos de innovación se han evaluado a partir del diario del profesor y de las encuestas de respuesta abierta que realizaron los alumnos el último día.

En las preguntas de respuesta abierta que se les hicieron el último día, casi todos los alumnos han respondido que les ha gustado la nueva forma de docencia porque tenía más actividades prácticas e interactivas. Han destacado la actividad con las lentes. También les ha gustado mucho que en la parte de óptica fueron al laboratorio.

3. ¿Propondrías algún cambio?
Ir más días a la sala de científicos

Por las respuestas de los alumnos, se puede considerar que se han encontrado más motivados (OI3). De hecho, el alumno repetidor escribe:

6. Si quieres decir algo más...
no, solo que me ha encantado el trabajo vuestro el mio a vosotros seguro que no pero bueno si ~~suerte~~ hubiera sabido que es así de interesante habría enmendado desde chico

Respecto al OI1, relativo a una metodología que favorezca la consecución de los objetivos didácticos, los alumnos han escrito que han dispuesto de más tiempo para asimilar los conceptos y que, en general, se han enterado mejor. Por tanto, se puede considerar que la metodología que se ha utilizado les ha servido para favorecer que alcancen los objetivos didácticos.

1. ¿Qué es lo que más te ha gustado de cómo hemos dado este tema?
Todo. Ha sido muy dinámico y me he enterado mejor de todo, encima todo estaba ~~est~~ muy bien explicado. Qué nos habéis dejado experimentar y comprobar por nosotros solos.

Respecto al trabajo en grupos, casi todos lo han valorado positivamente. De hecho, han hecho referencia a que así se podían ayudar entre ellos. Por tanto, se podría considerar que ha servido para trabajar con la diversidad de la clase (OI2) y han aprovechado para aprender entre ellos (OI4).

4. ¿Os ha gustado trabajar en grupos?
Si. Era mejor porque si no sabías algo te podías preguntar a tus compañeros.

Además, mientras los alumnos trabajaban por grupos, he tenido tiempo para centrarme en aquellas personas que tenían más dificultades, algo que también ha contribuido a trabajar con la diversidad.

6. Si quieres decir algo más...

que esas profes han sido muy majas y explicaban todo muy bien, que han tenido mucha paciencia y que si no entendias algo te lo explicaban más veces.

El trabajo en grupo, sin embargo, ha supuesto problemas para un par de personas que se encontraban en grupos en los que había compañeros que no querían participar y “minaban” el trabajo en grupo. Concretamente sus respuestas son:

3. ¿Propondrías algún cambio?

~~Si~~ (Nivelar los grupos)

4. ¿Os ha gustado trabajar en grupos?

Si, pero hay que equilibrar más el nivel de los grupos

6. Si quieres decir algo más...

me ha gustado mucho y he aprendido bastante
solo que habría que nivelar los grupos

4. ¿Os ha gustado trabajar en grupos?

~~Si~~ Si,

(Pero no con mi grupo)

porque a parte de una persona nadie más hacía algo)

Uno de los temas a valorar, una vez leído esto, es que quizás habría que replantearse lo de dejar que los alumnos hagan los grupos como ellos quieran, y tal vez para evitar estos problemas hubiera sido más favorable hacer los grupos de manera que quedaran más nivelados.

Respecto a lo que menos les ha gustado, muchos han indicado que era el hecho de tener que copiar en el cuaderno. Un par de alumnos del grupo bilingüe han hecho referencia a la cantidad de temario dado y a la velocidad en que se ha dado. Esto seguramente se deba a que la parte de óptica del final la tuvimos que pasar más rápido por la falta de tiempo y la ya mencionada presencia de actividades extraescolares.

3. ¿Propondrías algún cambio?

que no hubieran tantas cosas porque sino al final no me acuerdo de nada

2. ¿Y lo que menos?

Lo que menos es que he sido todo muy rígido.

3. ¿Propondrías algún cambio?

* Solo proporcione a los alumnos de la titulación en la explicación.

En cuanto a la valoración propia de mis objetivos de innovación, así como los alumnos han valorado muy positivamente todo el trabajo realizado, yo creo que hay algún punto de mejora y algunas actividades que se podrían haber planteado mejor. Por ejemplo, me hubiera gustado tener más tiempo para hacer la práctica con las lentes y espejos, pues la disfrutaron mucho y sé que podrían haber experimentado mucho más con estos elementos y podríamos haber llegado a profundizar más, relacionando de manera más clara las lentes con los defectos refractivos, o con los diferentes instrumentos ópticos. Además, también me planteo que con el guión puedo haber cortado la imaginación de los alumnos a la hora de manipular los elementos, pero de igual manera quizás les he dado más pie a pensar determinadas cosas. Necesitaría más experiencias reales para terminar de pulir este tipo de prácticas.

También podría destacar como puntos a mejorar la gestión del tiempo que hemos hecho. Inicialmente, he planteado las clases mucho más largas y poco a poco, conforme avanzaba la propuesta, he ido adaptando las clases que, como ya he dicho, eran mucho más lentas de lo que inicialmente pensaba. Todo esto también me ayuda a pensar que, para otra ocasión, tendría que intentar no dar más materia de la que se puede en el tiempo disponible.

Por último, me hubiera gustado ser capaz de enganchar a todos los alumnos del aula gracias a la metodología innovadora, pero en determinados casos no ha sido posible, lo cual me hace plantearme que hay casos de alumnos en los que hacerlos participar en las clases no es tan fácil como cambiar la metodología, y que para poder engancharlos necesitamos más tiempo para intentar buscar la raíz del problema y buscar una forma de hacerlos partícipes.

IV. CONCLUSIONES Y CONSIDERACIONES FINALES

El aprendizaje de las ciencias en la educación secundaria se ha tratado, en muchas ocasiones, de un proceso muy costoso para los alumnos. Es por ello que cobra tanta importancia la metodología en la enseñanza de las mismas. Se trata de asignaturas que suelen ser complejas para los estudiantes, por su limitado nivel de abstracción y comprensión lógica del mundo que les rodea. En esta idea radica la importancia de la enseñanza de estas asignaturas de una manera contextualizada y motivante para que los alumnos puedan conectar los contenidos con situaciones y experiencias de sus vidas diarias.

En concreto, la enseñanza de la asignatura de física suele ser costosa, y la transmisión de contenidos como las ondas o la luz, se torna una tarea ardua. Esta es la principal razón por la que se propone trabajar este tema de una manera práctica, a través de experiencias en las que los alumnos puedan experimentar con diferentes herramientas y manipularlas de manera que el aprendizaje sea significativo para ellos.

Con un cambio de metodología, dejando a un lado las tediosas clases magistrales, y haciendo al alumno no sólo partícipe sino protagonista del proceso de aprendizaje, la enseñanza de la física puede convertirse en un episodio divertido, que enganche a los alumnos y que les motive a seguir investigando en la modelización del mundo.

Día tras día, en la experiencia práctica, he ido viendo cómo los alumnos iban ganando confianza y motivación con respecto a las sesiones. Así han ido teniendo la actitud perfecta para transmitirles no sólo los contenidos teóricos del tema escogido, sino también la forma de engancharse a la física, de percibir la importancia de la misma en nuestras vidas, de encontrar explicaciones a eventos cotidianos que nunca se habían planteado. Ha sido, al relacionar la ciencia con sus experiencias del día a día, cuando se han ido motivando en el estudio de la misma. Y esto lo he podido percibir gracias a que, cada día, al comenzar la sesión, venían con muchas preguntas a resolver de eventos que, de repente, habían entendido. Y con muchas ganas de conocer cosas nuevas, de hacer nuevas actividades y, en definitiva, de aprender. Con ello puedo afirmar que los objetivos propuestos en el proyecto didáctico han sido, en general, alcanzados. Si bien no todos han sabido demostrar todo lo que sabían en la prueba final, soy consciente de su mejora en el día a día y de la participación activa y formativa que han tenido en el aula. Para mí, como docente, ha sido un privilegio observar cómo los alumnos se han ayudado mutuamente, se han preocupado no sólo de su aprendizaje individual sino también del de los compañeros, cómo han mostrado respeto por la materia y las actividades... En definitiva, por cómo han participado de su aprendizaje.

Por otro lado, en cuanto a los aspectos negativos de lo vivido en las aulas, cabría destacar el cómo el calendario te ahoga con respecto a las cosas que quieres llevar a cabo. Esta sensación no ha sido sólo la que transmiten los profesores por los pasillos, sino que las he vivido yo misma a la hora de querer poner en práctica muchas actividades. Por un lado, las actividades extraescolares dificultan, en muchas ocasiones, el adecuado transcurso del curso. Con ello, no ofrezco una opinión negativa de cara a las mismas, pues creo que se trata de actividades formativas muy interesantes para el desarrollo integral del alumnado. Pero es cierto que, cuando no son actividades para todo el grupo clase, hace que exista una posible descompensación de los grupos que es difícil de resolver. Esto hace que en muchas ocasiones haya materia que haya que dejar a un lado por la falta de tiempo. Por otro lado, la falta de recursos personales dificulta en muchas ocasiones la realización de actividades más lúdicas para los alumnos, pues son difícilmente controlables (sobre todo con los ratios tan altos que hay) en espacios que ofrecen muchos estímulos. Esta es la razón principal por la que, por ejemplo, se ha dejado de ir tanto a los laboratorios siendo estas actividades realmente formativas para los alumnos. Y como estos

ejemplos, muchos otros. Y esto, al fin y al cabo, perjudica al alumno y a su formación siendo, en realidad, el centro alrededor del que debería girar la educación.

En otro orden de cosas, también me ha parecido interesante a la par que duro observar cómo existen cantidad de alumnos cuya desmotivación es tal que no aprovechan en absoluto las clases. Esta experiencia me hace reflexionar enormemente sobre la realidad que vivirán estos alumnos en su día a día que les ha llevado a sentir esta desgana diaria, y la necesidad de tiempo y herramientas por parte de los profesores para poder abordar estos casos tan complejos inexistentes hoy en día.

Por lo tanto, la sensación que me llevo de la experiencia en las aulas es agrídulce. Por un lado, he disfrutado mucho de poder poner en práctica todo lo aprendido durante el máster, pero por otro lado me ha dado la oportunidad de observar y vivir en primera persona muchas experiencias que están lejos de ser cambiadas en un futuro próximo.

Con respecto a mi experiencia personal en el Máster de Profesorado en la especialidad de Física y Química, he experimentado muchas emociones durante su transcurso. Hace unos años, decidí estudiar Magisterio de Educación Infantil, porque sentía que, como dijo Nelson Mandela, la educación era el arma más poderosa para cambiar el mundo. Cuando terminé la carrera y tuve mis primeras experiencias en aulas reales, me desencanté de este mundo, pues sentía que dedicaba mucho más tiempo a cosas que no tenían que ver realmente con la educación de los alumnos en sí misma.

Años más tarde, decidí darle una segunda oportunidad, pues ese amor que he sentido hacia la educación no lo he perdido en todo este tiempo. Sin embargo, quise cambiar de nivel para conocer una nueva realidad. Quise conocer a estudiantes más mayores, en los que igualmente puedes dejar huella aunque sea de otra manera. Siempre he pensado que los profesores que yo tuve en secundaria me cambiaron, de alguna manera, personalmente. Si pienso en alguien que a lo largo de mi etapa educativa me marcará, esa sería mi profesora de física del instituto. Y esa sensación que yo tengo hacia ella es la que me gustaría que, en el caso de ser profesora en el futuro, tuviera algún alumno conmigo.

Así que esa es la motivación con la que comencé a estudiar este máster. Por eso, y por mi amor a la física el cual me gustaría ser capaz de transmitir a los alumnos para que, lejos de cogerle miedo, la puedan llegar a disfrutar como la disfruto yo.

Por toda esta trayectoria anterior, siento que la experiencia que he tenido yo en este máster no es la habitual o la misma que han vivido mis compañeros de clase. Por un lado, porque tenía muchos conocimientos previos ya asentados (aunque algo olvidados) que me han ayudado a que la materia fuera mucho más sencilla para mí o, al menos, no fuera todo nuevo. Por otro lado, porque me ha permitido no dejar de trabajar mientras lo estudiaba de manera que la experiencia no la he podido vivir al 100%, lo cual me hubiera gustado mucho más.

Pero, de igual manera, he experimentado un proceso de aprendizaje y de crecimiento personal que me ha aportado mucho y que ha transformado mi visión sobre la enseñanza en esta etapa. Así como de primeras sentía que lidiar con los estudiantes adolescentes no me iba a gustar, he encontrado en ello una satisfacción; ya no tanto la de enseñarles contenidos teóricos como la de conectar con ellos para poder ser una referencia.

Además, el máster me ha proporcionado una base teórica y metodológica para afrontar los retos de la enseñanza actualizada y una perspectiva de la educación mucho más integral. También me

ha ayudado a desarrollar habilidades prácticas y pedagógicas y me ha aportado muchas herramientas de trabajo esenciales para mi futuro profesional.

Cabe destacar, entre los aprendizajes que más valoro del máster, la actualización en cuanto a metodologías activas que he tenido. Si bien es cierto que prácticamente todas las metodologías comentadas a lo largo del máster las había estudiado anteriormente, me ha parecido muy interesante la forma de adaptarlas a cursos mucho más avanzados de educación. Con ello, también he aprendido la importancia de adaptar mi método de enseñanza a las necesidades de cada estudiante. Esto es un punto clave desde la etapa infantil, pero es mucho más complicado de reconocer en etapas posteriores. Por esta razón, otro de los aprendizajes que más he disfrutado durante el máster ha sido la gestión emocional individual y grupal, así como la dinamización de la clase. Esto es algo que cambia totalmente de una etapa a otra, y los problemas que pueden surgir en el aula son totalmente diferentes en este momento. Es por ello que todo lo que ha tenido que ver con el aprendizaje de psicología de la educación, psicología social e individual de cada alumno me ha resultado de gran interés.

En relación a esto, siento que la atención a la diversidad en secundaria nada tiene que ver con la que se lleva a cabo en infantil. Si bien es cierto que cobra la misma importancia, el nivel de desarrollo de los alumnos es totalmente divergente y entran en juego muchos aspectos psicológicos que en infantil no afectan de igual manera. La etapa adolescente acarrea muchos problemas y necesidades a nivel individual de cada alumno y el profesor es un agente muy relevante con el que los estudiantes pasan muchas horas al día. Es por ello que me resulta esencial la buena formación del profesorado en estos aspectos para poder diagnosticar a tiempo las dificultades o problemas del alumnado y ofrecerles una respuesta y solución válida lo antes posible. Los docentes somos una figura esencial en el desarrollo de los alumnos en la etapa secundaria. Con todo esto, he encontrado la necesidad de fortalecer mis habilidades de gestión emocional para poder afrontar posibles etapas de estrés y, a la vez, ofrecer un modelo de autocontrol y empatía en el aula. Se trata, ésta, de una competencia crucial a la hora de establecer relaciones sanas con los estudiantes.

Directamente relacionado con esto, me parece esencial la nueva corriente que existe con respecto a la evaluación, aunque me parece que aún queda mucho por mejorar en la aplicación práctica de esta corriente. Creo que la etapa educativa de todos nosotros ha estado siempre marcada por la evaluación: la presión ante los exámenes, las entregas, las notas... En vez de estar marcada por el aprendizaje real. Yo soy la primera que reconozco que en muchas ocasiones he obtenido muy buenas calificaciones en asignaturas de las que, probablemente al día siguiente no podía recordar nada. Porque creo que, a veces, en la rutina se pierde el foco de lo que es realmente importante y cuál debe ser nuestro objetivo principal como docentes. Y éste ha de ser que nuestros alumnos aprendan, independientemente de que luego sean capaces de demostrarlo mejor o peor en una prueba escrita que, quizás no sea la forma en la que ellos más cómodos se sienten. Y suena a contradicción defender todo esto tras haber hecho una prueba escrita final de evaluación en el proyecto didáctico aquí presentado. Y sí, lo es. Pero no es más que la demostración de lo aquí dicho: el cómo al final se necesita una nota para justificar que lo que los alumnos han ido haciendo durante las unidades tiene un resultado tangible. Supongo que aún nos queda mucho por hacer y mejorar en este aspecto y ojalá pueda aportar mi granito de arena en un futuro.

Para concluir, no me queda más que defender la educación como una forma de desarrollo en libertad de los alumnos, como algo mucho más holístico que la transmisión de conocimientos teóricos y como parte esencial de la vida de todo el mundo. Soy consciente de que mi aprendizaje no termina aquí, igual que no terminó aquel día que finalicé mi carrera de magisterio.

V. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Altas Capacidades y Talentos. (2024). ¿Qué significa tener las altas capacidades? Recuperado de <https://www.altascapacidadesytalentos.com/que-significa-tener-las-altas-capacidades/>

Andrey Bernate, J. & Puerto Garavito, S. C. (2023). Impacto de la Educación Física en las competencias ciudadanas: Una revisión bibliométrica. *Ciencia y Deporte*. [sld.cu](https://doi.org/10.15359/cyde.2023.35.1)

Artiles Hernández, C. (2022). El niño y la niña con altas capacidades intelectuales. *Pediatría Integral*. Recuperado de <https://www.pediatriaintegral.es/publicacion-2022-03/el-nino-y-la-nina-con-altas-capacidades-intelectuales/>

Bravo, B., Rocha, A. (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.

Castro Maldonado, J. J., Gómez Macho, L. K., & Camargo Casallas, E. (2023). La investigación ELSEV aplicada y el desarrollo experimental en el fortalecimiento de las competencias de la sociedad del siglo XXI. *Tecnura*, 27(75), 140-174. [scielo.org.co](https://doi.org/10.17105/tecnura.2023.27.75.140-174)

Daza Colorado, J. G. (2024). El comportamiento de la luz, de la mecánica clásica a la cuántica: el experimento de Young en la escuela. Recuperado de [pedagogica.edu.co](https://doi.org/10.17105/tecnura.2024.28.1.1-10)

Díaz, M. J. M., Crespo, M. Á. G., & Julián, M. S. G. (2000). La Física y la Química en Secundaria (Vol. 15). *Narcea Ediciones*. Recuperado de https://books.google.es/books?hl=es&lr=&id=my7PIoEUZG0C&oi=fnd&pg=PA7&dq=La+F%C3%ADsica+y+la+Qu%C3%ADmica+en+Secundaria.++madrid+narcea&ots=exIVSBa54Z&sig=63I_DDMT-t3RK9wzAgdzwGYSh7s#v=onepage&q=La%20F%C3%ADsica%20y%20la%20Qu%C3%ADmica%20en%20Secundaria.%20%20madrid%20narcea&f=false

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

Fernández-Lázaro, Á. (2013). Dificultades y errores en el aprendizaje de las matemáticas en ESO y Bachillerato. Análisis de un caso práctico (TFM).

Galeana, L. (2006). Aprendizaje basado en proyectos. *Revista Ceupromed*, 1(27), 1-17. Recuperado de <https://500historias.com/lecturas/El-aprendizaje-basado-en-proyectos.pdf>

García de Cortázar Nebreda, M. (2023). La construcción de la física moderna en la sociedad española del siglo XVIII: obras, autores y públicos. Recuperado de [uv.es](https://doi.org/10.17105/tecnura.2023.27.75.140-174)

García Molina, R. (2011). Ciencia recreativa: un recurso didáctico para enseñar deleitando. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 8 (Núm. Extraordinario), 370-392, 2011. Recuperado de <https://revistas.uca.es/index.php/eureka/article/view/2728>

García-Ron, A., & Sierra-Vázquez, J. (2011). Niños con altas capacidades intelectuales. Signos de alarma, perfil neuropsicológico y sus dificultades académicas. *Anales de pediatría continuada*, 9(1), 69-72. Recuperado de <https://www.elsevier.es/es-revista-anales-pediatría-continuada-51-articulo-ninos-con-altas-capacidades-intelectuales--S1696281811700105>

Hierrezuelo Moreno, J., Molina González, E., Montero Moreno, A., Mozas Arroyo, T., Ruiz Rodríguez, G., & Valle Nuñez, V. D. (1991). Aprendizaje en física y química II. Comentarios. Recuperado de <https://redined.educacion.gob.es/xmlui/handle/11162/59364>

- Junta de Castilla y León. (2017). Instrucción de 24 de agosto de 2017. Recuperado de <https://www.educa.jcyl.es/dpburgos/es/apebu/inclusion-orientacion-educativa-absentismo/diversidad-inclusion-educativa/alumnado-necesidad-especifica-apoyo-educativo-normativa-bas.ficheros/1140093-ATDI%20%20Instrucci%C3%B3n%20de%2024%20de%20agosto%20de%202017.pdf>
- Lara, D. C. P., & Gómez, V. J. G. (2020). Metodologías activas para la enseñanza y aprendizaje de los estudios sociales. *Sociedad & Tecnología*, 3(2), 2-10. Recuperado de <https://institutojubones.edu.ec/ojs/index.php/societec/article/view/62/414>
- Lucero, I., Concari, S., & Pozzo, R. (2006). El análisis cualitativo en la resolución de problemas de física y su influencia en el aprendizaje significativo. *Investigações em Ensino de Ciências*, 11(1), 85-96
- Luna Pérez, M., & Solís Ramírez, E. (1997). Las ideas previas del alumnado en Ciencias: una recopilación sobre los núcleos de contenidos del primer ciclo de la ESO. *Título abierto: revista del CEP de Sevilla*, 3, 63-74.
- Morión Puerto, I. (2016). Diseño de la unidad didáctica “La luz y el sonido”, para el segundo curso de secundaria (Master's thesis). Recuperado de <https://rodin.uca.es/bitstream/handle/10498/18476/FINAL.%20TFM.%20Inmaculada%20Mori%C3%B3n.pdf?isAllowed=y&sequence=1>
- Ortiz-Zorrilla, F., Taveras-Espinal, J., & Bennasar-García, M. (2023). Juegos recreativos en el fomento de las capacidades físicas durante la clase de educación física. *Revista Innova Educación*, 5(3), 52-70. revistainnovaeducacion.com
- Palacios, F. J. P., & García, J. J. G. (2016). Por qué, qué, cómo y cuándo enseñar sobre la luz. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (85), 9-14.
- Pesa, M. A., & de Cudmani, L. C. (1998). ¿Qué ideas tienen los estudiantes respecto a la visión?. *Revista Educación y pedagogía*, 21, 15-33.
- Psythesis. (2020). Coeficiente intelectual por edad. Recuperado de <https://psynthesispicologia.es/inteligencia/coeficiente-intelectual-por-edad/>
- Ramirez, R. M. (2022). 19.-El valor de la investigación cualitativa y la comprensión: Un examen crítico. *Revista EDUCARE-UPEL-IPB-Segunda Nueva Etapa 2.0*, 26(1), 389-405. investigacion-upelipb.com
- Saldarriaga-Zambrano, P. J., Bravo-Cedeño, G. D. R., & Loo-Rivadeneira, M. R. (2016). La teoría constructivista de Jean Piaget y su significación para la pedagogía contemporánea. *Dominio de las Ciencias*, 2(3 Especial), 127-137.
- Shayer, M. y Adey, P. (1986). *La ciencia de enseñar ciencias. Desarrollo cognoscitivo y exigencias del currículo*. Madrid: NARCEA
- Stanford Children's Health. (s.f.). Cognitive development in adolescence. Recuperado de <https://www.stanfordchildrens.org/es/topic/default?id=cognitive-development-in-adolescence-90-P04694>
- Vargas Vargas, S. J. (2020). Estrategia didáctica para el aprendizaje de la teoría de la Luz de Newton en Educación Media a partir de la Epistemología.

Vélez, A. P., & Olivencia, J. J. L. (2019). Metodologías cooperativas y colaborativas en la formación del profesorado para la interculturalidad. *Tendencias pedagógicas*, (33), 37-46. <https://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=682873>

VI. ANEXOS

Anexo I: preguntas sobre simulador de ondas

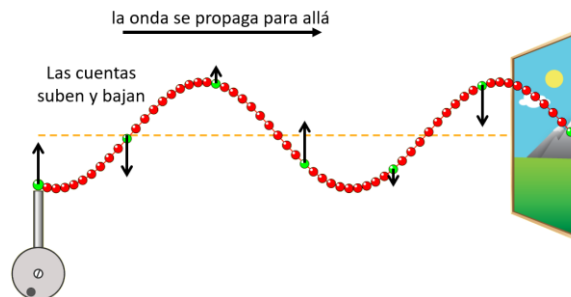
Contestad a las siguientes preguntas

1. ¿Qué movimiento hace cada una de las cuentas de la cadena?
2. ¿La amplitud de alguna bola puede ser más grande de la que tiene la primera?
3. Al cambiar la amplitud de la primera cuenta, ¿cambia la amplitud del resto de las cuentas?
4. Al cambiar la amplitud de la primera cuenta, ¿cambia la distancia entre las crestas de la onda?
5. Si cambias la frecuencia, ¿qué ocurre con las crestas? (se juntan, se separan, etc.)
6. Si cambias la frecuencia, ¿cambia también la amplitud?
7. Si partes de una cadena horizontal (puedes pulsar el botón parar y reiniciar), ¿cuánto tiempo cuesta que la última cuenta se mueva después de dar al play? ¿Cambia si cambiamos la amplitud o la frecuencia? ¿Cómo calcularías la velocidad de la onda?

Respuestas esperadas:

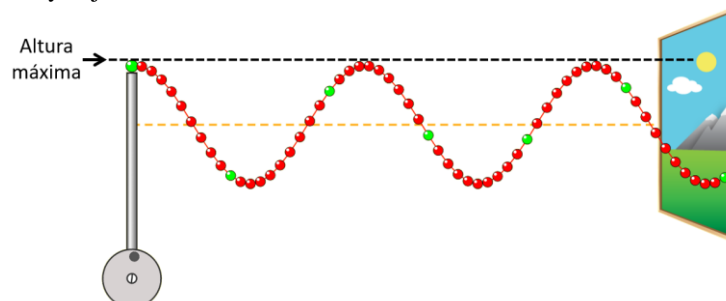
1) ¿Qué movimiento hace cada una de las cuentas de la cadena?

Cada una de las cuentas sube y baja. Por tanto, la onda es transversal.



2) ¿La amplitud de alguna bola puede ser más grande de la que tiene la primera?

Todas las bolas suben y bajan hasta la misma altura.

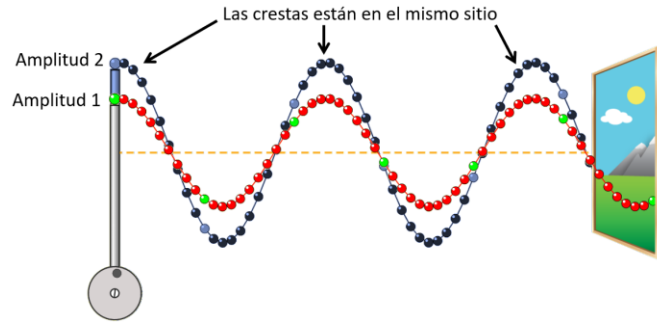


3) Al cambiar la amplitud de la primera cuenta, ¿cambia la amplitud del resto de las cuentas?

Sí, todas cambian.

4) Al cambiar la amplitud de la primera cuenta, ¿cambia la distancia entre las crestas de la onda?

No, las crestas están en el mismo sitio.

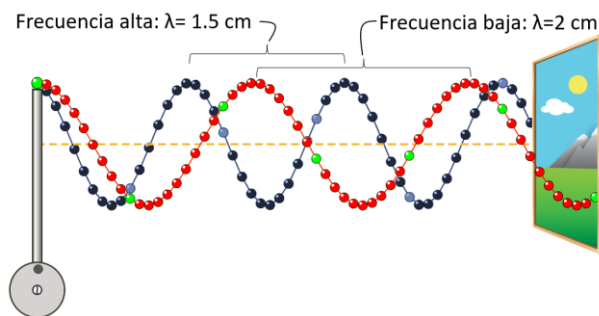


5) Si cambias la frecuencia, ¿qué ocurre con las crestas? (se juntan, se separan, etc.)

Al bajar la frecuencia, las crestas se separan.

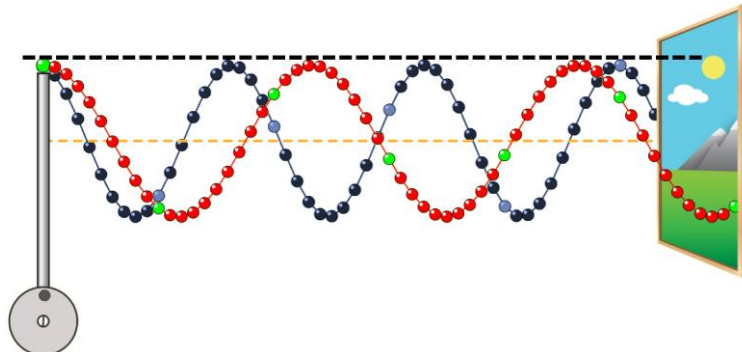
Al subir la frecuencia, las crestas se juntan.

Por ejemplo:



6) Si cambias la frecuencia, ¿cambia también la amplitud?

La amplitud no cambia.



7) Si partes de una cadena horizontal (puedes pulsar el botón parar y reiniciar), ¿cuánto tiempo cuesta que la última cuenta se mueva después de dar al play? ¿Cambia si cambiamos la amplitud o la frecuencia? ¿Cómo calcularías la velocidad de la onda?

Desde que la primera cuenta empieza a moverse, la última cuenta tarda en moverse aproximadamente 1,5 s.

Cambiando la amplitud o la frecuencia, este tiempo no cambia. Puede cambiar un poco los decimales porque tardamos en darle con el dedo al cronómetro un poco más o un poco menos cada vez que medimos (es un error experimental). Podemos calcular la velocidad si medimos cuánto espacio ha recorrido la onda: y cuánto tiempo le cuesta:

$$\Delta s = 7 \text{ cm} \quad v = \frac{\Delta s}{\Delta t} = \frac{7 \text{ cm}}{1,5 \text{ s}} = 5 \text{ cm/s}$$

$$\Delta t = 1,5 \text{ s}$$

Anexo II: hoja de práctica de lentes y espejos

PRÁCTICA ÓPTICA CON ESPEJOS Y LENTES

Alumnos del grupo: _____

ESPEJO PLANO

¿Qué ocurre cuando te pones delante del espejo?, ¿y detrás?

¿Qué ocurre si te acercas al espejo?, ¿y si te alejas?

¿Hay algún momento en el que la imagen se dé la vuelta?, ¿qué creéis que está pasando?

ESPEJO CÓNCAVO

¿Qué ocurre cuando te pones delante del espejo?, ¿y detrás?

¿Qué ocurre si te acercas al espejo?, ¿y si te alejas?

¿Hay algún momento en el que la imagen se dé la vuelta?, ¿qué creéis que está pasando?

ESPEJO CONVEXO

¿Qué ocurre cuando te pones delante del espejo?, ¿y detrás?

¿Qué ocurre si te acercas al espejo?, ¿y si te alejas?

¿Hay algún momento en el que la imagen se dé la vuelta?, ¿qué creéis que está pasando?

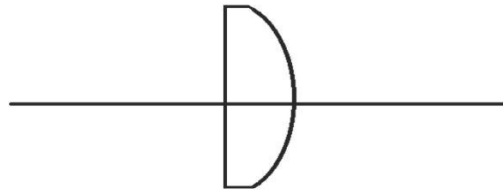
LENTE POSITIVA

¿Qué ocurre cuando te pones delante de la lente?, ¿y detrás?

¿Qué ocurre si acercas la lente a un objeto?, ¿y si la alejas?

¿Hay algún momento en el que la imagen se dé la vuelta?, ¿qué creéis que está pasando?

Intenta dibujar cómo es el trazado de los rayos al atravesar la lente.



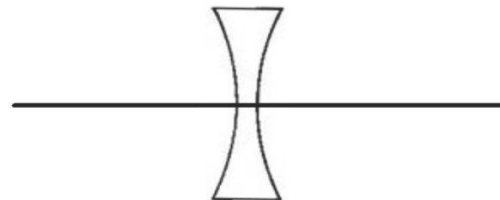
LENTE NEGATIVA

¿Qué ocurre cuando te pones delante de la lente?, ¿y detrás?

¿Qué ocurre si acercas la lente a un objeto?, ¿y si la alejas?

¿Hay algún momento en el que la imagen se dé la vuelta?, ¿qué creéis que está pasando?

Intenta dibujar cómo es el trazado de los rayos al atravesar la lente.

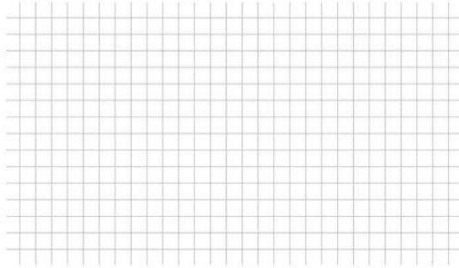


5. Pulso dos veces la misma tecla de un xilófono, pero una vez le doy fuerte, y la otra, suave. (1,5p.)

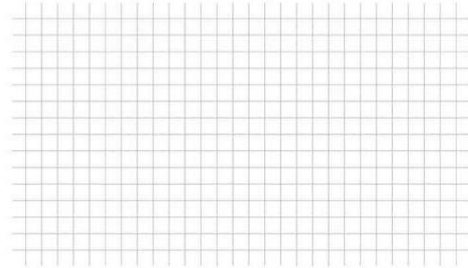
a) ¿Qué cualidad del sonido nos hace distinguir un sonido fuerte de uno suave? (0,5p.)

b) ¿Qué cualidad o cualidades tienen en común los dos sonidos? (0,5p.)

c) Dibuja una onda fuerte y una suave correspondientes a la misma nota musical. (0,5p.)



Sonido fuerte

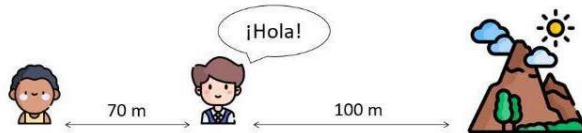


Sonido suave

6. a) Calcula a qué distancia está la Luna si sabemos que la luz tarda en llegar de la Luna a la Tierra 1,3 segundos. Dato: $v_{\text{luz en el vacío}} = 300.000.000 \text{ m/s}$ (1p.)

b) Si Paco está en la Luna y empieza a gritar, ¿cuánto tiempo tardamos en escucharlo desde la Tierra? Dato: $v_{\text{sonido en el aire}} = 340 \text{ m/s}$ (0,5p.)

BONUS 1 (1p.): Dos amigos, Gonzalo y Jorge, se han ido a la montaña a hacer una excursión. Hay un momento en el que se separan un poco entre ellos y Jorge grita "¡HOLA!". Sabiendo que el sonido tiene una velocidad de 340 m/s , y que la distancia a la que se encuentran los amigos es la que aparece en el dibujo:



a) ¿Sabrías decir cuánto tiempo tarda Gonzalo en escuchar el primer "HOLA"?

b) ¿Cuánto tiempo tarda cada uno en escuchar el eco?

BONUS 2 (0,5p.). Marca la respuesta correcta. De menor a mayor frecuencia, estas ondas estarían ordenadas según el espectro electromagnético:

- a) Ondas microondas, Rayos X, Bombilla
- b) Radiactividad, Ondas de radio, Rayos UVA
- c) Ondas del teléfono, Radar, Rayos ultravioleta
- d) Radiografía, Bombilla, Ondas de radio

EVALUACIÓN FINAL

1. ¿Qué es lo que más te ha gustado de cómo hemos dado este tema?

2. ¿Y lo que menos?

3. ¿Propondrías algún cambio?

4. ¿Os ha gustado trabajar en grupos?

5. ¿Qué nota te pondrías en este tema (la luz y el sonido)?

6. Si quieres decir algo más...