



Universidad
Zaragoza



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

Especialidad en Física y Química

TRABAJO FIN DE MÁSTER

CURSO 2021/2022

**Propuesta para la enseñanza de las fuerzas en 2º de ESO a
través de un simulador virtual y la educación vial**

*Proposal for the teaching of forces in 2nd ESO using a virtual
simulation and road-safety education*

Autor: Andrés Miguel Cuartero

Directora: Rosa María Salvoch Bagüés

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER.....	3
2.1. Actividad 1: Retos de “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química”	3
2.2. Actividad 2: Proyecto de Innovación Docente, de “Innovación e investigación educativa en física y química”	5
3. PROPUESTA DIDÁCTICA: <i>ENSEÑANZA DE LAS FUERZAS A TRAVÉS DE UN SIMULADOR VIRTUAL Y LA EDUCACIÓN VIAL EN 2º DE ESO</i>	6
3.1. Evaluación inicial	6
3.1.1. Ideas alternativas y dificultades de aprendizaje.....	7
3.1.2. Diseño y utilidad de la evaluación inicial	8
3.1.3. Análisis de los resultados de la evaluación inicial.....	9
3.2. Objetivos del currículo	10
3.3. Marco teórico.....	13
3.4. Contexto de aula	15
3.5. Actividades	15
3.5.1. Actividad 1: ¿Es una fuerza?	16
3.5.2. Actividad 2: Representando fuerzas	16
3.5.3. Actividad 3: Las fuerzas como agentes deformadores	17
3.5.4. Actividad 4: Simulando la ley de Hooke	18
3.5.5. Actividad 5: Física y educación vial	21
3.6. Evaluación y calificación.....	24
3.7. Análisis de los resultados de aprendizaje	26
3.8. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuestas de mejora	28
4. CONSIDERACIONES FINALES	30
BIBLIOGRAFÍA.....	33
ANEXO I. Física y educación vial.....	37
ANEXO II. Cuestionario de evaluación inicial.....	38
ANEXO III. Guion de la actividad del simulador.....	39
ANEXO IV. Evaluación de la actividad 4 por parte del profesor.....	41
ANEXO V. Evaluación de la actividad 4: autoevaluación y coevaluación	42
ANEXO VI. Encuesta de valoración de la actividad docente.....	43

Nombre del alumno	Andrés Miguel Cuartero
Director del TFM	Rosa María Salvach Bagüés
Tutor del Centro de Prácticas II	José Luis Blasco Polo
Centro Educativo	IES Luis Buñuel (Zaragoza)
Curso en el que se desarrolla la propuesta	2º de ESO
Tema de la propuesta	Las fuerzas

1. INTRODUCCIÓN

En primer lugar, presento aquellos aspectos de mi trayectoria académica necesarios para entender los motivos que me han llevado a querer dedicarme a la docencia. Desde los primeros cursos de la ESO ya sentía una gran curiosidad por las ciencias. Mis asignaturas favoritas entonces eran Física y Química y Matemáticas, pero no tenía demasiado claro por cuál de ellas decidirme, ya que me gustaban prácticamente por igual. No fue hasta 2º de Bachillerato bien entrado cuando opté por estudiar el grado de Física, animado por la curiosidad de poder entender un poco mejor el mundo que nos rodea desde la perspectiva de esta ciencia y, a fecha de hoy, me reafirmo en la decisión que tomé. Tras finalizar el grado en 2020, con el objetivo de completar la formación recibida, cursé el Máster de Física y Tecnologías Físicas de la Universidad de Zaragoza.

Sin embargo, desde hacía ya tiempo deseaba poder dedicarme a la docencia. Ya desde que estudiaba en el instituto disfrutaba ayudando a mis compañeros de clase y a mis hermanos pequeños con algunas de las asignaturas, especialmente aquellas relacionadas con las ciencias, lo que hizo que ya desde entonces, incluso sin haber decidido aún la carrera universitaria que quería estudiar, considerara la docencia como una opción a la que me gustaría dedicarme en el futuro. Posteriormente, durante la carrera, di clases particulares a alumnos de ESO y Bachillerato. Esto hizo que la idea de dedicarme a la enseñanza fuera tomando cada vez más y más fuerza, lo que me llevó a cursar este Máster de Profesorado en Secundaria y Bachillerato. Además, una parte importante de mis familiares cercanos se han dedicado durante toda su vida profesional a la enseñanza. Si bien es cierto que su labor se centraba más en etapas anteriores a secundaria, como infantil o primaria, desde pequeño he podido conocer algunas de sus experiencias en la enseñanza, siendo estas en su mayoría positivas, por lo que estoy seguro de que esto también ha influido en mi gusto por la docencia.

Ahora, tras casi haber finalizado el Máster y haber pasado por mi primer contacto directo con la labor docente en un centro educativo durante el Prácticum II, puedo decir que me siento todavía más animado y motivado para dedicarme a la enseñanza en el futuro. Valoro de forma especialmente positiva la formación recibida en el primer cuatrimestre del Máster sobre psicología y organización escolar, ya que, viniendo de una carrera de ciencias como la que he

estudiado, estas temáticas eran bastante desconocidas para mí hasta ahora. También quiero destacar lo aprendido en el segundo cuatrimestre sobre didáctica de la física y la química, ya que gracias a ello he remodelado el esquema que tenía en mi cabeza sobre lo que significa enseñar ciencias, pudiendo conocer y aplicar estrategias metodológicas muy variadas que trascienden la clase tradicional y en las que el alumno desempeña un papel que va más allá del de mero oyente del profesor. Pero, sin ninguna duda, la experiencia que más me ha gustado de todo el Máster es mi estancia en el centro de prácticas durante el Prácticum II. Es allí donde de verdad he podido reafirmar que mi vocación docente es real. Quiero agradecer especialmente la labor y disposición de mi tutor en este periodo, José Luis Blasco, ya que gracias a él he aprendido mucho observando e impartiendo clases.

El centro educativo en el que realicé los Prácticum I y II es el IES Luis Buñuel. Se trata de un centro educativo urbano y de titularidad pública ubicado en el distrito de La Almozara de la ciudad de Zaragoza. La mayor parte del alumnado del centro proviene de este distrito, en el que se distinguen dos zonas diferentes: el antiguo barrio de La Química, con población principalmente de clase obrera; y la zona del ensanche, con población de familias jóvenes de clase media (IES Luis Buñuel, 2020). El distrito de La Almozara cuenta con un 15% de población inmigrante, siendo Rumanía, Marruecos, Nicaragua, Colombia y China los cinco primeros países en cuanto a procedencia de esta población (Oficina de Organización y Servicios Generales y Observatorio Municipal de Estadística, 2021). Además, en menor medida, a este IES también acuden alumnos de los barrios de El Gancho y el Actur. El primero es un barrio de clase trabajadora, con niveles de ingresos económicos notablemente por debajo de la media de la ciudad de Zaragoza. El segundo es un barrio de clase media, con ingresos económicos ligeramente por encima de la media de Zaragoza. Por tanto, el alumnado que acude al IES Luis Buñuel es muy heterogéneo, proviniendo este de niveles socioeconómicos, orígenes y culturas muy variados.

El centro cuenta con 110 profesores y 1219 alumnos. La oferta educativa comprende las etapas de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional Básica (FPB), Ciclos Formativos de Grado Medio (CFGM) y Ciclos Formativos de Grado Superior (CFGS). Entre los Bachilleratos que se pueden cursar en este instituto, se encuentran los de Humanidades y Ciencias Sociales (HCS) y el de Ciencias. Por su parte, los Ciclos Formativos ofertados se agrupan en tres familias profesionales: Textil, Confección y Piel; Sanidad; y Servicios Socioculturales y a la Comunidad. En cuanto a las instalaciones del centro, las aulas ordinarias están equipadas con proyectores y pizarras digitales. Además, el instituto dispone de 5 aulas de informática, con 16 ordenadores cada una, y de un conjunto de 15 ordenadores portátiles, que pueden reservar los profesores en la conserjería del centro para poder utilizarlos en sus clases con el alumnado. Otras instalaciones relevantes son el laboratorio de química y el laboratorio de física. El primero de ellos está ampliamente equipado y los alumnos realizan prácticas en él con regularidad. Sin embargo, el segundo apenas dispone de material, por lo que la realización de prácticas de física es mucho menos frecuente.

El objetivo de este Trabajo Fin de Máster es realizar una síntesis de los aprendizajes adquiridos en las diferentes asignaturas del Máster y en los dos Prácticum, sobre todo en el último de ellos. La temática central en torno a la que giran todas las actividades que se presentan en este trabajo es la relativa a las fuerzas en 2º de ESO. De forma más específica, los contenidos que se tratan con estas actividades son el concepto de fuerza y los efectos que estas producen: deformaciones y cambios en el estado de movimiento. En primer lugar, se presentan dos actividades realizadas a lo largo del Máster, especificando cómo se ha aplicado cada una de ellas en el Prácticum II. En concreto, las actividades escogidas son los retos trabajados en la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química” y el Proyecto de Innovación Docente de la asignatura de “Innovación e investigación educativa en física y química”. Ambas se aplicaron durante el Prácticum II para la enseñanza del tema de las fuerzas en el desdoble no bilingüe del grupo de 2º de ESO B. Seguidamente, se plantea una propuesta didáctica sobre la misma temática, también aplicada durante el Prácticum II. Esta consta de una evaluación inicial, un marco teórico, cinco actividades, un análisis de los resultados de aprendizaje y una propuesta de mejora. Dos de las cinco actividades propuestas se describen con un mayor grado de detalle en otro apartado de este documento. En una de ellas se propone hacer uso de un simulador virtual para la enseñanza de la ley de Hooke, mientras que en la otra se relacionan las leyes de Newton con la educación vial. Finalmente, se concluye el trabajo con unas consideraciones finales sobre el proceso de realización de este trabajo y todo lo aprendido a lo largo del Máster.

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES REALIZADAS EN ASIGNATURAS DEL MÁSTER

En este apartado se realiza un análisis didáctico de dos actividades realizadas en asignaturas del Máster, detallando cómo se han trasladado los contenidos desarrollados en estas a mi intervención durante el Prácticum II. En concreto, las dos actividades escogidas para ello son:

1. Los retos incluidos en el cuaderno del profesor elaborado para la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química”.
2. El Proyecto de Innovación Docente, de la asignatura de “Innovación e investigación educativa en física y química”.

2.1. Actividad 1: Retos de “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química”

En el periodo previo al Prácticum II, en la asignatura de “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química” del segundo cuatrimestre del Máster se nos planteaba de forma semanal un reto que generalmente consistía en reflexionar sobre el significado que tiene un determinado concepto o fenómeno propio de la física o la química para un alumno de secundaria según el curso en el que se encuentra y sobre cómo lo explicaríamos en cada caso.

Esta actividad me resultó de especial utilidad para el diseño de actividades durante el Prácticum, ya que tuve que impartir los contenidos referidos a las fuerzas en el curso de 2º de ESO y el primer reto de la asignatura consistía en responder a la siguiente pregunta, que se puede relacionar con diversos contenidos del tema de fuerzas: ¿qué y cómo explicar sobre el cinturón de seguridad de un vehículo en el aula de 2º de ESO, 4º de ESO y 2º de Bachillerato?

Por tanto, dediqué una de las sesiones de mi intervención a relacionar la temática de las fuerzas y el movimiento con la seguridad vial y, más específicamente, el cinturón de seguridad. En primer lugar, esto sirvió para ejemplificar el concepto de inercia, introducido ya previamente. El objetivo era justificar desde un punto de vista científico la importancia de llevar el cinturón de seguridad. Para ello, primero se visualizó el siguiente vídeo de la DGT: <https://www.youtube.com/watch?v=cGTiuRmc7cE> (Dirección General de Tráfico, 2014), con el objetivo de ilustrar que, cuando los pasajeros de un coche no llevan puesto el cinturón de seguridad y el vehículo choca, estos continúan moviéndose a la velocidad que este llevaba inicialmente hasta que un obstáculo los detiene. También se utilizó este contexto de la seguridad vial para introducir la Ley Fundamental de la Dinámica o 2ª Ley de Newton, presentando su fórmula matemática y formulando al alumnado un problema como el que se muestra en el [Anexo I](#), haciéndole justificar la importancia de llevar el cinturón de seguridad en un vehículo en base al resultado obtenido. En este caso, se trataba de que el alumnado reconociera que el cinturón aumenta el tiempo que tardamos en detenernos completamente, lo que hace que la aceleración¹ sea menor y, por tanto, la fuerza aplicada es menor.

El motivo que me llevó a aplicar esta actividad durante el Prácticum II es que considero especialmente relevante relacionar los contenidos de física con la vida cotidiana del alumnado para que este pueda encontrar un mayor sentido a la asignatura y así fomentar su motivación. La idea es tratar de lograr una alfabetización científica del alumnado, algo especialmente relevante en los cursos de la ESO, de forma que el alumnado perciba la física y, en general, la ciencia como algo útil y no como algo totalmente desconectado de la realidad. Varios autores remarcan la necesidad de que en la enseñanza de las asignaturas de ciencias se promueva la alfabetización científica del alumnado, con la finalidad de formar futuros ciudadanos que valoren la influencia de la ciencia en todas las esferas de su vida y de la sociedad (Bingle y Gaskell, 1994; Santos y Mortimer, 2001).

Al hacer reflexionar al alumnado sobre cómo la física puede ayudar a justificar hábitos de nuestra vida cotidiana como la seguridad vial, se trabajan las competencias sociales y cívicas. Se trata de una actividad que se puede englobar dentro del llamado enfoque CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad) que, en línea con la idea de fomentar la alfabetización científica del alumnado, tiene como objetivo dotar de sentido a la ciencia escolar relacionándola con la sociedad y la realidad del alumnado (Strieder et al., 2017). De acuerdo con Manassero et al. (2012), así se fomenta una imagen más realista de las intrincadas relaciones que existen entre ciencia, tecnología y sociedad.

¹ Los alumnos habían trabajado ya el concepto de aceleración con mi tutor en el periodo previo al Prácticum II.

Además, la educación y la seguridad vial constituyen uno de los elementos transversales del currículo de la ESO (Orden ECD/489/2016), de forma que deben tratar de relacionarse los contenidos curriculares de las diferentes materias con la seguridad vial.

Finalmente, comento lo que ha aportado esta actividad realizada en el Máster a mi formación como docente. En primer lugar, el hecho de haber trabajado esta actividad me ha abierto nuevas formas de abordar determinados conceptos o fenómenos científicos que de forma previa al Máster nunca había tenido en cuenta. Considero que me resultará de especial relevancia en mi futuro como docente para el diseño de situaciones de enseñanza en las que se fomente un aprendizaje significativo en lugar de memorístico y se favorezca una mayor motivación del alumnado. Además, esta actividad también me ha servido para mejorar y ampliar mi propio conocimiento didáctico del contenido, cuyo dominio considero esencial para una buena labor docente.

2.2. Actividad 2: Proyecto de Innovación Docente, de “Innovación e investigación educativa en física y química”

Para la asignatura de “Innovación e investigación educativa en física y química”, diseñé un Proyecto de Innovación Docente (PID) con el objetivo de aplicarlo durante el Prácticum II. Su título es: *Propuesta de innovación para la enseñanza de la ley de Hooke en 2º de ESO mediante un simulador virtual*. Así, esta actividad se aplicó de forma directa con el alumnado del desdoble no bilingüe del grupo de 2º de ESO B durante una sesión de clase. En la sesión previa, se habían introducido los conceptos necesarios para la aplicación de la actividad.

Para justificar didácticamente la relevancia de un Proyecto de Innovación Docente, en primer lugar, debe aclararse el significado del término “innovación educativa”. De acuerdo con Sein-Echaluce et al. (2014), la innovación educativa consiste en la introducción de cambios en los procesos de enseñanza-aprendizaje con el objetivo de conseguir mejoras en los resultados de aprendizaje, de modo que ello responda a unas necesidades, sea eficaz, eficiente y sostenible en el tiempo, y los resultados sean ampliables a diferentes contextos. En las asignaturas de ciencias experimentales, la innovación educativa puede contribuir a incrementar el interés del alumnado por el aprendizaje (Vergaño y Cárdenas, 2016). Además, también favorece la implementación de metodologías activas que promuevan un aprendizaje significativo (Serrano, 2018). De acuerdo con lo anterior, un cambio en un aspecto concreto del proceso educativo que se acompañe de unos objetivos definidos puede considerarse una innovación educativa.

En el caso de este PID, se optó por introducir una innovación en la metodología. La metodología habitual que seguía mi tutor era la clase magistral de teoría y resolución de ejercicios y/o problemas utilizando pizarra de tiza. En alguna ocasión, para ilustrar algunos de los conceptos que explicaba, recurría a actividades más experienciales que requerían el movimiento de los alumnos, pero el modelo de enseñanza era fundamentalmente tradicional. Las prácticas de laboratorio en la parte de física eran poco frecuentes, a causa del poco material disponible en el laboratorio. No utilizaban ni ordenadores ni simuladores virtuales durante las clases. Así, el cambio de metodología introducido en mi PID consistió en el paso

de la clase magistral, en la que el alumnado actúa como un mero oyente de las explicaciones del profesor, a un modelo basado en el uso de las TIC como herramienta para el aprendizaje a través del uso del siguiente simulador virtual sobre la ley de Hooke (Universidad de Colorado, s.f.): https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_es.html

Considero imprescindible la utilización de las TIC en los procesos de enseñanza-aprendizaje debido al gran peso que tienen estas en la sociedad actual. La gran mayoría del alumnado las utiliza de forma habitual en su vida cotidiana y, como tal, los docentes debemos fomentar que este desarrolle su competencia digital y aprenda a usarlas de forma correcta. La importancia de las TIC en la enseñanza se basa en que no solo permiten organizar y almacenar la información, sino que también hacen posible la transmisión de conocimientos y el desarrollo de destrezas y actitudes y pueden despertar ciertas habilidades ocultas hasta el momento. Además, el uso de las TIC en la asignatura de Física y Química puede favorecer la motivación del alumnado por aprender (Méndez, 2012).

Respecto a lo que ha aportado esta actividad a mi formación como docente, destacaría que, de forma previa al Máster, desconocía el significado del término “innovación educativa”. Mi visión de la enseñanza era esencialmente la de la clase magistral tradicional, que es la que más he experimentado en mi vida como estudiante. Por tanto, esta actividad ha contribuido a abrir mi mente a la incorporación de nuevas metodologías en mi futuro y, sobre todo, a mantener una actitud de continua revisión del conjunto de la actividad docente con el objetivo de tratar de lograr mejoras en los resultados de aprendizaje del alumnado.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA: ENSEÑANZA DE LAS FUERZAS A TRAVÉS DE UN SIMULADOR VIRTUAL Y LA EDUCACIÓN VIAL EN 2º DE ESO

En esta sección se detalla la propuesta didáctica aplicada durante el Prácticum II en el desdoble no bilingüe del grupo de 2º de ESO B. Los contenidos en los que ésta se centra son los relativos a las fuerzas, que se enmarcan en el bloque 4 (“El movimiento y las fuerzas”) de la asignatura de Física y Química en el curso de 2º de ESO. El título de la propuesta es: *Enseñanza de las fuerzas a través de un simulador virtual y la educación vial en 2º de ESO*.

3.1. Evaluación inicial

En este apartado, se comienza presentando una revisión bibliográfica sobre las principales dificultades de los estudiantes en el aprendizaje de la física y algunas de las ideas alternativas más comunes sobre la temática de las fuerzas. Posteriormente, se presenta la evaluación inicial diseñada para esta propuesta didáctica y, dado que esta se aplicó en el Prácticum II, finalmente se realiza un análisis de las respuestas dadas por los alumnos.

3.1.1. Ideas alternativas y dificultades de aprendizaje

De acuerdo con Angell et al. (2004), está extendida la idea de que la física es una asignatura que entraña una notable dificultad a nivel conceptual, siendo difícil tanto de aprender como de enseñar. Los profesores suelen remarcar que una de las principales dificultades del alumnado a la hora de afrontar la asignatura está ligada a la competencia matemática, siendo esta indispensable para la comprensión de los diferentes conceptos. Además, los estudiantes estiman que una importante dificultad de la asignatura radica en que los conceptos, en ocasiones, resultan demasiado abstractos (Oon y Subramaniam, 2011). Según Redish (1994), los estudiantes tienden a memorizar sin desarrollar en muchos casos una comprensión sobre los conceptos tratados. Así, pueden resolver problemas de forma mecánica, pero son incapaces de expresar una visión general de estos y de su aplicación en la vida cotidiana.

Uno de los aspectos que todo docente debe tener en cuenta al planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje en una asignatura como Física y Química es que estas, como ciencias experimentales que son, están sujetas a las ideas alternativas que el alumnado puede tener sobre ellas. Las ideas alternativas son representaciones mentales que tienen los alumnos sobre un cierto concepto o fenómeno científico que difieren en mayor o en menor medida de aquellas aceptadas por la comunidad científica (Furió et al., 2006). Estas suponen una dificultad notable para el aprendizaje de los conceptos científicos y pueden ser causa de importantes errores conceptuales. Sus fuentes son múltiples y variadas. Entre ellas destacan la influencia de experiencias cotidianas, el lenguaje coloquial utilizado habitualmente al relacionarse con otras personas o en los medios de comunicación, los libros de texto o incluso el propio profesorado (Carrascosa, 2005). Por tanto, los profesores de asignaturas sobre ciencias experimentales deben tener en cuenta la existencia de ideas alternativas entre sus estudiantes y partir de ellas como paso imprescindible, aunque no suficiente, si se quiere conseguir un aprendizaje significativo por parte del alumnado (Campanario y Otero, 2000).

En la literatura sobre didáctica de las ciencias experimentales han sido ampliamente estudiadas las ideas alternativas del estudiantado relacionadas con las fuerzas y el movimiento. Esto se debe a que, en el caso particular de esta temática, las ideas alternativas están muy arraigadas entre el alumnado y generalmente son muy resistentes al cambio, pues ya desde bien pequeños los niños están sujetos a la influencia de experiencias relacionadas con las fuerzas y el movimiento al empujar, lanzar o arrastrar objetos, que son interpretadas por ellos superficialmente (Carrascosa et al., 1991; Carrascosa y Gil, 1985). Además, es posible establecer un paralelismo entre varias de estas ideas alternativas y las explicaciones proporcionadas por pensadores y científicos de otros siglos (Pozo, 1987). Algunas de las ideas alternativas sobre las fuerzas más comunes entre el alumnado son:

- Los cuerpos poseen fuerza por sí mismos. Es decir, las fuerzas no son acciones externas y estas se van gastando poco a poco (Carrascosa, 1992).
- En ausencia de fuerza, todo objeto permanece en reposo (Mora y Herrera, 2009).

- El movimiento se produce en la dirección y el sentido de la fuerza (Carrascosa, 1992; Clement, 1982).
- Cuando un objeto se encuentra sobre una superficie, ésta solo sostiene el objeto, pero no ejerce ninguna fuerza (Mora y Herrera, 2009).
- Cuando un objeto cae, no actúa ninguna fuerza sobre este. Los objetos siempre quieren ir hacia abajo (Mora y Herrera, 2009).
- Cuanto mayor es la fuerza aplicada sobre un objeto, mayor es la velocidad de este (Mora y Herrera, 2009). Esta, a su vez, puede relacionarse con la idea alternativa de que los cuerpos más pesados caen más rápido, de modo que algunos estudiantes creen que cuanto mayor es el peso, mayor es la velocidad con la que cae un objeto (Carrascosa, 1992).
- La gravedad en la Luna es cero o despreciable (Carrascosa, 1992).

3.1.2. Diseño y utilidad de la evaluación inicial

Para la primera sesión de esta propuesta didáctica, se propone la realización de una evaluación inicial sobre las fuerzas con el objetivo de determinar las posibles ideas alternativas que tiene el alumnado del grupo-clase en el que se desarrolla la propuesta. Los instrumentos para la realización de una evaluación inicial son muy diversos, encontrándose entre ellos entrevistas individuales, cuestionarios, problemas sobre determinados fenómenos científicos... En el Prácticum II, se optó por realizar esta evaluación inicial a través de un cuestionario escrito individual que duró unos 25 minutos. Este cuestionario puede consultarse en el [Anexo II](#). El motivo por el que se eligió este instrumento de evaluación inicial es que involucra a todos los alumnos, incluidos aquellos que no suelen participar en las clases. Además, resulta idóneo para la obtención de datos cuantitativos sobre la prevalencia de ideas alternativas entre el alumnado (Carrascosa, 2005).

A la hora de diseñar el cuestionario utilizado para la evaluación inicial, se procuró incluir cuestiones de diferente tipo, como definiciones, enumeraciones, afirmaciones de verdadero o falso o representaciones en un dibujo, entre otras. Así, en primer lugar, se pidió a los alumnos que definieran lo que es para ellos una fuerza. Desde Educación Primaria, se trabajan ya las fuerzas y, además, el alumnado en su vida cotidiana experimenta situaciones en las que hay fuerzas involucradas desde una edad bien temprana. Sin embargo, es ya en la Educación Secundaria Obligatoria, cuando el acercamiento al concepto de fuerza es más riguroso. Por tanto, es esperable que el alumnado presente un importante número de ideas alternativas en un curso como 2º de ESO, primer curso en el que se estudia la asignatura de Física y Química en la etapa de secundaria. También se pidió a los alumnos que indicaran de forma razonada si dos afirmaciones eran verdaderas o falsas, para cuya selección se tuvieron en cuenta algunas de las ideas alternativas más comunes mencionadas anteriormente en el [apartado 3.1.1](#), como las ideas de que siempre que se aplica una fuerza sobre un cuerpo, este se mueve en el sentido en el que se aplica dicha fuerza y su velocidad aumenta. Asimismo, también se quiso averiguar si los estudiantes diferencian los conceptos de masa y peso y si reconocen algunas fuerzas relevantes, como la fuerza gravitatoria.

La utilidad de la evaluación inicial para esta propuesta didáctica radica en que permite determinar las posibles ideas alternativas que puede tener el alumnado sobre las fuerzas. Es imprescindible que el profesor las conozca para así poder planificar y desarrollar el resto de la propuesta didáctica en base a estas y a los conocimientos que posee el alumnado. Durante el Prácticum II, gracias a la evaluación inicial pude conocer que los alumnos habían estudiado de forma previa en la asignatura de Tecnología los esfuerzos que soportan las estructuras. Así, en la primera sesión, se partió de situaciones particulares como esta en la que efectivamente hay fuerzas implicadas para poco a poco ir generalizando el concepto de fuerza.

3.1.3. Análisis de los resultados de la evaluación inicial

Tras la realización de la evaluación inicial por parte del alumnado, se procedió a analizar sus respuestas. Se encontró que de los 16 alumnos que la realizaron, 4 de ellos definían el concepto de fuerza (pregunta 1) como presión. Casi la mitad (7 alumnos) lo relacionaban con el movimiento, hablando de las fuerzas como “algo que hace mover un objeto”, mientras que 5 alumnos lo vinculaban con las deformaciones, hablando de “doblar o romper” o “moldear” los objetos. Solamente un alumno relacionó de forma simultánea el concepto de fuerza con movimiento y deformaciones.

Uno de los hechos más llamativos es que, a la hora de nombrar ejemplos concretos de tipos de fuerzas (pregunta 2), 6 alumnos –la mitad de los que respondieron esta pregunta– nombraron los esfuerzos de flexión, torsión, cizalladura, compresión y tracción, y 3 alumnos hablaron de “fuerzas internas” y “fuerzas externas”, lo que se debe a que los alumnos habían estudiado los esfuerzos que soportan las estructuras en Tecnología, tal y como ellos mismos me confirmaron tras haber realizado el cuestionario. De esta forma, la idea de fuerzas de un número importante de ellos estaba muy vinculada a los esfuerzos mecánicos. Otros 3 alumnos mencionaron en genérico fuerzas según el efecto que estas producen: fuerzas “para tirar”, “para aplastar”, “para doblar” o “para romper”. Sin embargo, ningún alumno nombró en esta pregunta alguna de las fuerzas fundamentales de la naturaleza, como la fuerza gravitatoria o la electromagnética.

En cuanto a las afirmaciones de verdadero o falso, un total de 11 alumnos indicaron que era verdadera la frase que afirmaba que siempre que se aplica una fuerza sobre un cuerpo, este se mueve en el sentido en el que se aplica dicha fuerza (pregunta 3a). 5 de ellos no justificaron su respuesta, mientras que los 6 restantes proporcionaron una justificación coherente con su elección (por ejemplo, “pegar una patada a un balón”), pero obviaron que existen casos en los que dicha afirmación no es verdadera. Solo 5 alumnos indicaron y justificaron que dicha afirmación era falsa. En 2 de estos casos, la justificación se acercaba a lo que podría considerarse correcto científicamente. Por otro lado, se encontró que la idea alternativa que relaciona la aplicación de una fuerza con un aumento de la velocidad de los cuerpos (pregunta 3b) estaba menos arraigada en el alumnado. Solo 4 alumnos la marcaron como verdadera, mientras que 11 consideraron que era falsa, aunque solo en un caso la justificación puede considerarse correcta. De los primeros, 2 de ellos afirman que “cuanta más fuerza se aplica,

más rápido se mueve”. De los segundos, solo un alumno menciona la fuerza para frenar un objeto como contraejemplo a la afirmación dada.

Respecto al concepto de peso (pregunta 4), 4 alumnos lo relacionan con la masa, aunque en la pregunta sobre si masa y peso son lo mismo, solo 2 de ellos indican que sí es lo mismo. 10 alumnos reconocen que peso y masa no son lo mismo, pero ninguno de ellos explica adecuadamente la diferencia. Al definir peso, ningún alumno lo reconoce como una fuerza. Sin embargo, en la pregunta sobre si un objeto pesa lo mismo en la Tierra que en la Luna (pregunta 5), la gran mayoría de la clase –14 alumnos– afirma que no pesaría lo mismo. 7 de ellos justifican que se debe a que la gravedad en la Tierra y en la Luna son diferentes. En 3 casos, se afirma que es porque “en la Luna no hay gravedad y en la Tierra sí”. Otros 3 alumnos mencionan de una forma más genérica que es “debido a la gravedad”. Esta última respuesta resulta difícil de interpretar, ya que no queda claro si se refieren a que la gravedad es diferente o a que creen que solo existe gravedad en la Tierra. Solo un alumno indica que un objeto pesaría lo mismo en la Tierra que en la Luna.

Finalmente, en la pregunta de la fuerza que actúa sobre una pelota que se deja caer (pregunta 6), una parte importante de ellos (8 alumnos) indicaron que es la gravedad. 3 alumnos mencionaron que se trata de “la fuerza que se hace con la mano”, mientras que otro alumno nombró “la fuerza del viento y la presión de la Tierra”. Es destacable el hecho de que la mitad de los alumnos que respondieron el cuestionario sí reconocen la gravedad como una fuerza, pero cuando se les preguntó por casos concretos de fuerzas (pregunta 2), ningún alumno mencionó la fuerza gravitatoria.

Por tanto, de acuerdo con todo lo expuesto anteriormente, se puede concluir que las ideas alternativas más comunes que se encontraron entre el alumnado son las siguientes:

- Las fuerzas producen movimiento.
- Si se aplica una fuerza sobre un objeto, este se mueve en el sentido en que se aplica dicha fuerza.
- Siempre que se aplica una fuerza sobre un objeto, este aumenta su velocidad.
- Masa y peso son lo mismo.
- En la Luna no hay gravedad.

Como se observa, la gran mayoría de estas ideas alternativas concuerdan con las ya encontradas en la literatura sobre didáctica de las ciencias experimentales, mencionadas anteriormente en el [apartado 3.1.1](#).

3.2. Objetivos del currículo

Los objetivos generales de la materia de Física y Química del currículo (Orden ECD/489/2016) con los que se relaciona esta propuesta son:

- Obj.FQ.1. Conocer y entender el método científico de manera que puedan aplicar sus procedimientos a la resolución de problemas sencillos, formulando hipótesis, diseñando

experimentos o estrategias de resolución, analizando los resultados y elaborando conclusiones argumentadas razonadamente.

- Obj.FQ.2. Comprender y expresar mensajes con contenido científico utilizando la terminología científica de manera apropiada, clara, precisa y coherente tanto en el entorno académico como en su vida cotidiana.
- Obj.FQ.4. Interpretar modelos representativos usados en ciencia como diagramas, gráficas, tablas y expresiones matemáticas básicas y emplearlos en el análisis de problemas.
- Obj.FQ.6. Aplicar los fundamentos científicos y metodológicos propios de la materia para explicar los procesos físicos y químicos básicos que caracterizan el funcionamiento de la naturaleza.
- Obj.FQ.7. Conocer y analizar las aplicaciones responsables de la Física y la Química en la sociedad para satisfacer las necesidades humanas y fomentar el desarrollo de las sociedades mediante los avances tecnocientíficos, valorando el impacto que tienen en el medio ambiente, la salud y el consumo y por lo tanto, sus implicaciones éticas, económicas y sociales en la Comunidad Autónoma de Aragón y en España, promoviendo actitudes responsables para alcanzar un desarrollo sostenible.

Las competencias que se trabajan en esta propuesta didáctica son la competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT), la competencia en comunicación lingüística (CCL), la competencia digital (CD), la competencia de aprender a aprender (CAA) y las competencias sociales y cívicas (CSC).

Los objetivos didácticos que se establecen para esta propuesta didáctica son los siguientes:

- O.1. Comprender el concepto de fuerza.
- O.2. Reconocer que las fuerzas pueden producir cambios en el estado de movimiento y/o deformaciones.
- O.3. Representar la fuerza aplicada sobre un objeto.
- O.4. Reconocer que los objetos pueden clasificarse en rígidos, elásticos y plásticos según el efecto de la deformación que produce la aplicación de una fuerza.
- O.5. Comprender la relación de proporcionalidad directa entre la fuerza que se aplica a un muelle y el alargamiento que este experimenta.
- O.6. Reconocer el peso como una fuerza a la que están sometidos todos los objetos por el hecho de tener masa y que es ejercida por otro objeto que tiene masa.
- O.7. Desarrollar la capacidad de trabajar en grupo a través de la toma de medidas experimentales con un simulador virtual interactivo.
- O.8. Familiarizarse con los procedimientos científicos para determinar magnitudes.
- O.9. Utilizar correctamente el Sistema Internacional de Unidades al expresar la fuerza y otras magnitudes relacionadas.
- O.10. Comprender que puede existir movimiento sin necesidad de aplicar una fuerza.
- O.11. Reconocer que la aplicación de una fuerza sobre un cuerpo produce una aceleración proporcional a la fuerza aplicada.

- O.12. Valorar la importancia de tomar medidas de protección en el ámbito de la seguridad vial justificándolo científicamente desde las fuerzas y el movimiento.

Con el objetivo de explicitar cómo contribuye la propuesta didáctica diseñada a la consecución de los objetivos planteados, en la Tabla 1 se muestra la relación de los objetivos con las actividades y los contenidos. Asimismo, se indican los objetivos del currículo y las competencias que se trabajan en cada actividad.

Tabla 1

Relación entre actividades, objetivos del currículo, competencias, contenidos y objetivos de la propuesta didáctica.

Actividad	Objetivos del currículo	Competencias	Contenidos	Objetivos de la propuesta didáctica
0. Evaluación inicial	Obj.FQ.2 Obj.FQ.6	CCL CMCT	Concepto de fuerza. Ejemplos de fuerzas. Representación de una fuerza. Diferencia entre peso y masa.	Determinar las ideas alternativas y el punto de partida del alumnado.
1. ¿Es una fuerza?	Obj.FQ.6	CMCT	Concepto de fuerza.	O.1
2. Representando fuerzas	Obj.FQ.2 Obj.FQ.4 Obj.FQ.6	CMCT CCL	Efecto de las fuerzas.	O.2
			Representación de una fuerza.	O.3
3. Las fuerzas como agentes deformadores	Obj.FQ.2 Obj.FQ.6	CMCT CCL	Deformaciones. Objetos rígidos, elásticos y plásticos.	O.4
4. Simulando la ley de Hooke	Obj.FQ.1 Obj.FQ.2 Obj.FQ.4 Obj.FQ.6	CMCT CCL CD CAA	Ley de Hooke.	O.5
			Concepto de peso.	O.6
			Determinación de magnitudes. Utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación.	O.7
				O.8
			Sistema Internacional de Unidades.	O.9
5. Física y educación vial	Obj.FQ.2 Obj.FQ.4 Obj.FQ.6 Obj.FQ.7	CMCT CCL CSC	Cambios en el estado de movimiento: • Concepto de inercia. • Efecto acelerador de las fuerzas.	O.9
				O.10
				O.11
				O.12

3.3. Marco teórico

La propuesta didáctica diseñada comienza con la realización de una evaluación inicial con el objetivo de determinar el nivel de partida del alumnado. De acuerdo con Perales (1996), en las asignaturas de ciencias experimentales esta resulta de especial relevancia, ya que puede ayudar a determinar las ideas del alumnado sobre algunos conceptos científicos básicos. En ocasiones, estas se encuentran alejadas de las ideas que se consideran aceptadas por la comunidad científica, originándose lo que se conoce como ideas alternativas. Por tanto, el conocimiento de estas por parte del docente ofrece una valiosa información sobre la comprensión del alumnado de las ciencias naturales, como la física, y resulta fundamental como paso previo para la puesta en marcha de prácticas para lograr un cambio conceptual (Carretero et al., 1996).

Jiménez (2017) recomienda introducir el concepto de fuerza a partir de la noción de interacción. Sin embargo, antes de tratar la interacción mecánica es conveniente haber tratado previamente cuestiones como la necesidad de adoptar sistemas de referencia o la relatividad del movimiento. La idea de interacción debe presentarse como una acción recíproca, que se ejercen dos cuerpos entre sí, de modo que para interiorizar esta idea puede resultar útil la representación gráfica de situaciones sencillas en las que aparecen intervienen interacciones relevantes, indicando los elementos involucrados en cada una de ellas y relacionándolos mediante flechas de doble punta para representar las interacciones.

En cuanto a estrategias metodológicas, para esta propuesta didáctica se va a hacer uso de un simulador virtual a través de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) y del enfoque CTS. Además, en una actividad se introducen cambios en la forma de evaluar a través de la autoevaluación y la coevaluación.

En la sociedad de hoy en día, el uso de las tecnologías de la información y la comunicación está notablemente extendido entre amplias capas de la población. En unos pocos años, se ha evolucionado de una sociedad en la que lo analógico ocupaba la posición central a una sociedad en la que se han impuesto las nuevas tecnologías y el mundo digital. Esto implica importantes consecuencias para el ámbito educativo, ya que significa que las nuevas tecnologías constituyen una parte indisoluble de la realidad cotidiana del alumnado y, como tal, este debe aprender a emplearlas de forma correcta, desarrollando con ello su competencia digital. La utilización de las TIC en educación puede contribuir a la creación de situaciones de aprendizaje, así como a la introducción de procesos de innovación (Daza et al., 2009). Estas no solo hacen posible la organización y el almacenamiento de la información, sino que también permiten la transmisión de conceptos y conocimientos y el desarrollo de destrezas, habilidades y actitudes. Asimismo, su utilización en la materia de Física y Química puede contribuir a lograr una mayor motivación del alumnado (Méndez, 2012), lo que puede resultar de especial relevancia en un curso como 2º de ESO, en el que la asignatura de Física y Química es obligatoria para todo el alumnado y, además, un número importante de alumnos se sienten desmotivados con ella. Su predisposición frente a esta materia es negativa, ya que la perciben como una asignatura aburrida, difícil y excesivamente teórica (Solbes, 2011). Por

tanto, este es un aspecto que los futuros profesores deberíamos tener en cuenta al planificar nuestra actividad docente para así tratar de cambiarlo y fomentar vocaciones científicas.

Uno de los motivos por los que el uso de las TIC debe ser tenido en cuenta a la hora de planificar la docencia de una asignatura como Física y Química tiene que ver con la posibilidad de usar simuladores virtuales. Estos ilustran diferentes procesos de física o de química que se pueden adaptar a distintos niveles de sofisticación conceptual y técnica (Daza et al., 2009). Las ventajas del uso de simuladores en los procesos de enseñanza-aprendizaje de la materia de Física y Química son múltiples. Por un lado, pueden permitir la superación de algunas de las dificultades detectadas en la enseñanza de la Física (Perales et al., 2004; Sierra, 2003), posibilitando que las concepciones iniciales del alumnado evolucionen hacia otras más próximas a las ideas aceptadas por la comunidad científica (Sánchez et al., 2005). Por otro lado, también puede contribuir a aumentar el interés del alumnado al implicarlo activamente en el proceso de aprendizaje, se consiguen clases más dinámicas y participativas y se refuerza la comunicación entre el docente y los alumnos, así como de estos entre ellos. Además, los simuladores virtuales pueden constituir una herramienta de gran utilidad para realizar experiencias que no pueden llevarse a cabo en un laboratorio real, ya sea por su complejidad, peligrosidad o la escasez de material; y permiten modificar de forma rápida y cómoda las condiciones y parámetros experimentales (Reid et al., 2003; Sánchez et al., 2005; Sierra, 2003).

Otra de las metodologías que se adopta en otra actividad de este Proyecto Didáctico es la del llamado enfoque CTS (Ciencia-Tecnología-Sociedad). Este tiene el objetivo de dotar de sentido a la ciencia escolar, relacionándola de forma estrecha con la sociedad y la realidad del alumnado (Strieder et al., 2017) y tiene como finalidad el desarrollo de una educación que forme ciudadanos que conocen los problemas a los que se enfrenta la sociedad de hoy en día y los prepare para la toma de decisiones y de medidas (Vilches et al., 2011). Además, el enfoque CTS fomenta una visión más realista de las complejas relaciones que existen entre ciencia, tecnología y sociedad (Manassero et al., 2002). Una de las temáticas que permite introducir este tipo de enfoque para la enseñanza de las ciencias en secundaria es la educación vial. Esta se encuentra contemplada en los Objetivos de Desarrollo Sostenible fijados para la Agenda 2030, de forma que constituye una línea de trabajo para la consecución de una mejor calidad de vida para el ser humano (Asamblea General de las Naciones Unidas, 2015). Así, a través de la educación vial pueden tratarse en el aula las complejas relaciones entre ciencia, tecnología y sociedad.

Respecto a la evaluación de los aprendizajes que se pretenden alcanzar con esta propuesta didáctica, se propone la introducción de cambios en la forma de evaluar al alumnado a través de herramientas como la autoevaluación y la coevaluación. Estas mejoran y favorecen el aprendizaje del alumnado, haciendo que este desarrolle su autonomía y su actitud crítica. Además, el alumnado indica que de esta manera aprende más y remarca que estas herramientas le resultan útiles y motivadoras (Cavas et al., 2015).

3.4. Contexto de aula

Las actividades de esta propuesta didáctica se desarrollaron con el desdoble no bilingüe del grupo de 2º de ESO B, formado por 19 alumnos, de los cuales 10 son chicos y 9 son chicas. 18 de ellos acudían con regularidad al centro educativo, ausentándose generalmente solo en casos justificados. Sin embargo, una alumna ha estado todo este curso actual sin acudir al IES y, con una frecuencia bisemanal, los profesores remitían las tareas de su asignatura a la tutora. Las clases se desarrollaron de forma regular en el aula ordinaria del grupo, equipada con un ordenador, un proyector, una pizarra digital y una pizarra de tiza.

Se trata de un grupo participativo, pues el alumnado responde a una gran parte de las cuestiones que el profesor les plantea oralmente. Sin embargo, no preguntan muy habitualmente las dudas y dificultades con las que se van encontrando. Normalmente presentan un buen comportamiento durante las clases, de modo que las únicas conductas que se pueden considerar contrarias al desarrollo normal de la asignatura son hablar mucho en momentos puntuales, no traer hechos los deberes o estudiar exclusivamente el día de antes del examen. La motivación del alumnado hacia el aprendizaje de la asignatura no es demasiado elevada y sus resultados académicos no son especialmente altos, lo que entronca con lo comentado previamente en el [apartado 3.3](#) sobre la baja predisposición del alumnado hacia la asignatura de Física y Química y, en general, las ciencias.

La metodología a la que están acostumbrados en las clases con mi tutor de prácticas es fundamentalmente la clase magistral con pizarra de tiza, en la que el profesor expone los conceptos teóricos y se corrigen los ejercicios y/o problemas mandados como deberes. En ocasiones, esta corrección la realizan aquellos alumnos que se han encontrado con dificultades al intentar el ejercicio con la ayuda del profesor, mientras que otras veces los corrige este último exclusivamente. En la parte de la asignatura dedicada a química, era habitual la realización de prácticas de laboratorio, como consecuencia del buen equipamiento del laboratorio del centro. Sin embargo, en la parte de física ocurría lo contrario, siendo las prácticas de laboratorio muy poco frecuentes debido a la escasa disponibilidad de material para la realización de este tipo de prácticas. No utilizaban de forma habitual ni ordenadores ni simuladores durante las clases. De forma previa al Prácticum II, el alumnado trabajó los contenidos sobre cinemática con mi tutor, de manera que a mi llegada al Prácticum II el alumnado conocía ya los conceptos de posición, velocidad y aceleración.

3.5. Actividades

En este apartado, se presentan las 5 actividades de las que consta esta propuesta didáctica. Las actividades centrales son las dos últimas (actividades 4 y 5), de manera que estas se explican con un elevado grado de detalle. Por su parte, las actividades 1, 2 y 3 se describen más brevemente, pero se incluyen como parte de esta propuesta didáctica porque se consideran necesarias para el desarrollo de las actividades 4 y 5. Para cada actividad se detallan los objetivos de aprendizaje, los contenidos, la temporalización, los recursos necesarios, la metodología utilizada y los criterios e instrumentos de evaluación.

3.5.1. Actividad 1: ¿Es una fuerza?

Objetivo de aprendizaje: O.1. Comprender el concepto de fuerza.

Contenidos: concepto de fuerza.

Temporalización: 1 sesión de 50 minutos.

Recursos necesarios: cuaderno del alumno y pizarra de tiza.

Metodología utilizada: la primera parte de la actividad consiste en una clase magistral para introducir la unidad didáctica sobre las fuerzas. En ella se comienza presentando el concepto de fuerza como interacción entre dos cuerpos. Se puede partir de una situación particular en la que intervienen fuerzas y generalizar poco a poco el concepto de fuerza. En la siguiente parte de la actividad, se presentan al alumnado diferentes situaciones con el objetivo de que identifique si estas son el resultado de la aplicación de una fuerza o no. En caso afirmativo, debe representar en un diagrama los cuerpos que interaccionan e indicar mediante flechas las interacciones, tomando como referencia la propuesta de Jiménez (2017), que recomienda introducir el concepto de fuerza como interacción. El alumnado escribe las respuestas en su cuaderno y, posteriormente, se realiza una puesta en común en la pizarra.

Criterio de evaluación: CE.1. Reconocer la fuerza como una interacción entre cuerpos diferentes, identificando los cuerpos involucrados en dicha interacción.

Instrumento de evaluación:

- De forma posterior a la actividad, el cuaderno del alumno.
- De forma simultánea a la actividad, el profesor recoge información en su cuaderno sobre el transcurso de la actividad en clase y sobre el alumnado que realiza la corrección en la pizarra.

3.5.2. Actividad 2: Representando fuerzas

Objetivos de aprendizaje:

- O.2. Reconocer que las fuerzas pueden producir cambios en el estado de movimiento y/o deformaciones.
- O.3. Representar la fuerza aplicada sobre un objeto.

Contenidos:

- Efectos de las fuerzas.
- Representación de una fuerza.

Temporalización: 1 sesión de 50 minutos.

Recursos necesarios: cuaderno del alumno, pizarra de tiza, pizarra digital y proyector.

Metodología utilizada: se comienzan explicando los efectos que pueden producir las fuerzas (deformaciones y cambios en el estado de movimiento) y cómo se representan estas

cuando se aplican sobre un objeto. Para explicar los efectos de las fuerzas, se utiliza la pizarra de tiza para anotar las ideas fundamentales, a modo de esquema. Posteriormente, se presentan a los alumnos diferentes situaciones cotidianas en las que se ejercen fuerzas para que representen la fuerza aplicada e indiquen si el efecto que esta produce es estático, relacionado con una deformación; o dinámico, relacionado con un cambio en el estado de movimiento. La meta que se persigue con esta actividad es, sobre todo, que el alumnado se habitúe a argumentar de forma razonada una cierta respuesta: en este caso, cuál es el efecto que produce la aplicación de las fuerzas en una determinada situación. Se plantean situaciones en las que el efecto de la fuerza aplicada admite ser considerado tanto estático como dinámico, según cómo se razone la respuesta. La clave en esta actividad no es la respuesta dada, sino la justificación que lleva al alumno a elegir una cierta respuesta. El alumnado trabaja por parejas, escribiendo individualmente en su cuaderno las respuestas. Finalmente, se realiza una puesta en común para resolver cada situación.

Criterios de evaluación:

- CE.2. Argumentar razonadamente si el efecto de una fuerza es estático o dinámico.
- CE.3. Representar adecuadamente la fuerza aplicada sobre un objeto en un diagrama.

Instrumento de evaluación:

- De forma posterior a la actividad, el cuaderno del alumno.
- De forma simultánea a la actividad, el profesor recoge información en su cuaderno sobre el transcurso de la actividad en clase y sobre las intervenciones del alumnado que participa en la puesta en común.

3.5.3. Actividad 3: Las fuerzas como agentes deformadores

Objetivo de aprendizaje: O.4. Reconocer que los objetos pueden clasificarse en rígidos, elásticos y plásticos según el efecto de la deformación que produce la aplicación de una fuerza.

Contenidos:

- Fuerzas como causantes de deformaciones.
- Objetos rígidos, elásticos y plásticos.

Temporalización: 25 minutos.

Recursos necesarios: esponja de baño, taza de porcelana, botella de vidrio, palitos de madera, plastilina, goma, cuaderno del alumno, ordenador de aula, pizarra digital y proyector.

Metodología utilizada: se llevan al aula diferentes materiales, entre los que se encuentran los siguientes: a) esponja de baño; b) taza de porcelana; c) botella de vidrio; d) palitos de madera; e) plastilina; f) goma. En primer lugar, para cada uno de los objetos anteriores, el alumnado emite hipótesis sobre si estos se deforman al aplicarles una fuerza y, en caso afirmativo, si recuperan su forma original cuando deja de actuar la fuerza. A continuación, se

introducen las definiciones de objeto rígido, objeto elástico y objeto plástico y, con ellas, se pide a los alumnos que clasifiquen los objetos anteriores en rígidos, elásticos o plásticos, justificando razonadamente su elección. Los alumnos escriben la respuesta en su cuaderno y, a continuación, se realiza una puesta en común en la que cada objeto es clasificado por un alumno diferente.

Criterio de evaluación: CE.4. Distinguir entre objetos rígidos, elásticos y plásticos según cómo se comporten en términos de deformación al aplicar una fuerza.

Instrumentos de evaluación:

- De forma posterior a la actividad, el cuaderno del alumnado.
- De forma simultánea a la actividad, el profesor recoge información en su cuaderno sobre el alumnado que participa en la puesta en común y sobre la calidad de sus intervenciones.

3.5.4. Actividad 4: Simulando la ley de Hooke

Objetivos de aprendizaje:

- O.5. Comprender la relación de proporcionalidad directa entre la fuerza que se aplica a un muelle y el alargamiento que este experimenta.
- O.6. Reconocer el peso como una fuerza a la que están sometidos todos los objetos por el hecho de tener masa y que es ejercida por otro objeto que tiene masa.
- O.7. Desarrollar la capacidad de trabajar en grupo a través de la toma de medidas experimentales con un simulador virtual interactivo.
- O.8. Familiarizarse con los procedimientos científicos para determinar magnitudes.
- O.9. Utilizar correctamente el Sistema Internacional de Unidades al expresar la fuerza y otras magnitudes relacionadas.

Contenidos:

- Ley de Hooke.
- Concepto de peso.
- Determinación de magnitudes.
- Utilización de las Tecnologías de la Información y la Comunicación: simulador virtual.
- Sistema Internacional de Unidades.

Temporalización: 2 sesiones y media.

Recursos necesarios: 9 ordenadores portátiles del IES con conexión a Internet (1 ordenador por cada 2 alumnos), ordenador de aula, pizarra digital, proyector, pizarra de tiza y guion con las actividades que debe resolver el alumnado (ver [Anexo III](#)).

Metodología utilizada:

En la primera sesión de esta actividad se realiza una clase magistral en la que se profundiza en el efecto deformador de las fuerzas en objetos elásticos. En particular, se presenta al

alumnado la ley de Hooke. Durante el Prácticum II, se hizo énfasis en que la fuerza es directamente proporcional al alargamiento del muelle y no a su longitud. También se explicó la forma de representar gráficamente la fuerza aplicada frente al alargamiento del muelle, que en este caso es una recta. A continuación, se introdujo el concepto de peso presentando la situación de un objeto colgado de un muelle en posición vertical. Se hizo especial énfasis en la diferencia entre masa y peso, presentando el peso como una fuerza y remarcando que, por tanto, son magnitudes diferentes. Para finalizar la sesión, se mostró al alumnado la forma de calcular el peso ($P = m \cdot g$), explicando el significado de cada uno de los términos de esta expresión. Finalmente, se le pidió que calculara su propio peso en la Tierra y en la Luna. Así, en esta sesión se pretendía que el alumnado comprendiera el concepto de peso, que diferenciara entre peso y masa y que calculara el peso de un objeto a partir de su masa.

En la siguiente sesión, se hace uso del siguiente simulador virtual sobre la ley de Hooke, accediendo en el modo “estiramiento” (Universidad de Colorado, s.f.):

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_es.html

En él se pueden ir colgando masas de diferente valor de dos muelles distintos colocados verticalmente para ver lo que se alarga cada muelle y determinar la constante elástica de cada uno de ellos. El alumnado dispone de un guion con una breve explicación y 4 cuestiones a resolver que debe entregar al profesor tras la finalización de la actividad (ver [Anexo III](#)). En primer lugar, debe medirse el alargamiento de cada uno de los muelles y calcularse la fuerza ejercida sobre estos cuando se cuelgan de ellos masas de 50 g, 100 g y 200 g. A continuación, para cada muelle debe representarse una gráfica de la fuerza aplicada frente al alargamiento que este experimenta. Se pide al alumno que comente el tipo de gráfica obtenida y, en base a esta, la conclusión que extrae sobre la relación existente entre el alargamiento del muelle y la fuerza que se aplica a este. Después, el alumnado debe determinar la constante elástica de cada uno de los muelles. Finalmente, conocida esta, debe hallar el valor de unas masas incógnita aplicando la ley de Hooke.

Durante los primeros 15 minutos de la primera sesión, se realiza una explicación colectiva utilizando el proyector y la pizarra digital para que el alumnado se familiarice con el uso del simulador, haciendo especial énfasis en cómo realizar la toma de medidas. Así, se puede realizar alguna medida de prueba, preguntando a los alumnos cuál es el valor medido con el objetivo de cerciorarse de que saben utilizar el simulador correctamente. Tras ello, se entregan los ordenadores portátiles a los alumnos para que resuelvan una serie de cuestiones sobre la simulación.

El papel del alumno en esta actividad es:

- Por parejas, manipular el simulador y tomar las medidas correspondientes al alargamiento de cada muelle cuando se ejercen diferentes fuerzas sobre este en forma de distintas masas colgadas de los muelles.

- Individualmente, resolver las cuestiones planteadas en la hoja que se les entrega. Aunque los alumnos deben entregar la hoja de manera individual, se permite que comenten y resuelvan entre sí las diferentes dudas que les van surgiendo a lo largo de la sesión.

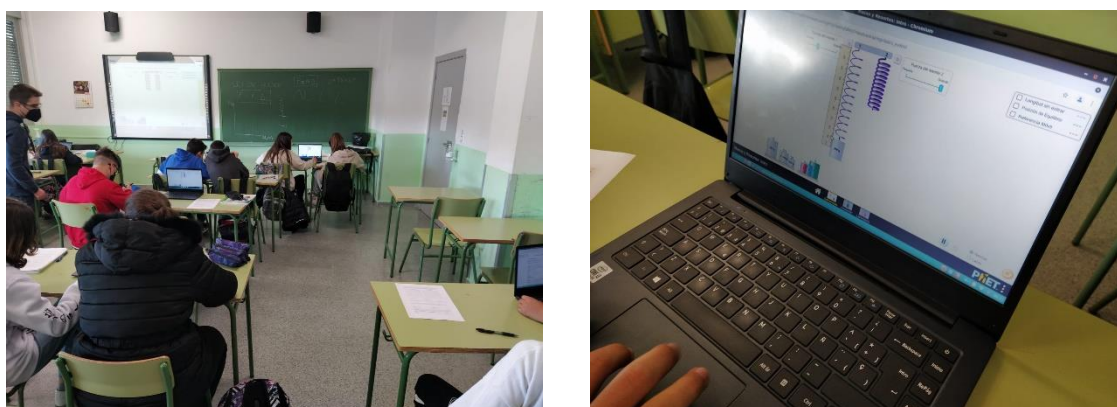
El papel del profesor durante la actividad consiste en:

- Explicar con anterioridad cómo debe utilizarse el simulador con el objetivo de asegurarse de que todos los alumnos saben emplearla.
- Supervisar y ayudar en caso de dificultades del alumnado mientras este trabaja con el simulador.

En la Figura 1 se muestran imágenes del trabajo con el simulador durante la aplicación de la actividad en el Prácticum II.

Figura 1

Trabajo del alumnado con el simulador durante la aplicación de esta actividad en el Prácticum II.



Finalmente, en la media sesión restante (25 minutos aproximadamente), los alumnos se autoevalúan y se coevalúan tomando como referencia el [Anexo V](#).

Como medidas para atender a la diversidad del alumnado, se podría dedicar un mayor número de sesiones a trabajar esta actividad en clase si fuera necesario. En el caso del alumnado de incorporación tardía al sistema educativo y que muestra dificultades para comprender el idioma español, se trataría de facilitar que trabajara y fuera supervisado por otro alumno que hablara su mismo idioma. En caso de que esto no fuera posible, teniendo en cuenta las circunstancias de cada caso concreto, se valoraría la posibilidad de ofrecerle el guion de la actividad traducido al inglés o a su propio idioma (en este último caso, a través del traductor de Google) o de proporcionarle una lista con el vocabulario imprescindible. Para el alumnado con adaptación curricular significativa, se reduciría el número de contenidos, objetivos y criterios de evaluación de la actividad. Esta reducción debería realizarse estudiando la adaptación concreta que presenta el alumno en cuestión, pero una posibilidad sería proporcionar un mayor peso a los aspectos directamente relacionados con la actividad científica, como la determinación de magnitudes o la utilización correcta del sistema de

unidades. En caso de que fuera necesario, se podría utilizar un muelle en lugar de dos, utilizar un menor número de masas, eliminar la representación de gráficas o suprimir la cuestión 4, dedicada a la determinación del valor de masas desconocidas.

Criterios de evaluación:

- CE.5. Aplicar la ley de Hooke para calcular la constante elástica de un muelle o la fuerza aplicada sobre él.
- CE.6. Calcular el peso de un objeto a partir de su masa y viceversa.
- CE.7. Medir magnitudes a través del uso de un simulador virtual por parejas.
- CE.8. Representar gráficamente las magnitudes medidas experimentalmente y extraer conclusiones coherentes con la gráfica representada.
- CE.9. Expresar las magnitudes medidas o calculadas haciendo un uso correcto de las unidades de medida.

Instrumentos de evaluación: guion de la actividad. Este es evaluado por el profesor (ver [Anexo IV](#)) y por el propio alumnado mediante autoevaluación y coevaluación (ver [Anexo V](#)).

3.5.5. Actividad 5: Física y educación vial

Objetivos de aprendizaje:

- O.9. Utilizar correctamente el Sistema Internacional de Unidades al expresar la fuerza y otras magnitudes relacionadas.
- O.10. Comprender que puede existir movimiento sin necesidad de aplicar una fuerza.
- O.11. Reconocer que la aplicación de una fuerza sobre un cuerpo produce una aceleración proporcional a la fuerza aplicada.
- O.12. Valorar la importancia de tomar medidas de protección en el ámbito de la seguridad vial justificándolo científicamente desde las fuerzas y el movimiento.

Contenidos: cambios en el estado de movimiento. Concepto de inercia. Efecto acelerador de las fuerzas.

Temporalización: 2 sesiones de 50 minutos.

Recursos necesarios: cuaderno del alumno, ordenador de aula, pizarra digital, proyector y pizarra de tiza.

Metodología utilizada:

En esta actividad se explica la relación entre fuerzas y movimiento mediante un enfoque CTS a través de la seguridad vial. Se comienza formulando la siguiente pregunta al alumnado:

- ¿Creéis que un cuerpo puede estar en movimiento sin que se aplique ninguna fuerza sobre él?

Esta pregunta se aprovecha para introducir la 1ª Ley de Newton y el concepto de inercia. Para ilustrar el concepto de inercia, se realiza una pequeña demostración basada en colocar

una tarjeta sobre un recipiente y encima de esta una moneda, como se muestra en la Figura 2. Si se retira la tarjeta muy rápidamente, la moneda cae en el recipiente porque tiende a mantener su estado de reposo.

A continuación, se aplica el concepto de inercia al ámbito de la seguridad vial, para justificar desde un punto de vista científico la importancia de llevar el cinturón de seguridad. Se visualiza el siguiente vídeo de la DGT (Dirección General de Tráfico, 2014): <https://www.youtube.com/watch?v=cGTiuRmc7cE>. El objetivo es mostrar que, cuando los pasajeros de un coche no llevan puesto el cinturón de seguridad y este choca, estos siguen moviéndose a la velocidad que llevaba el coche inicialmente hasta que un obstáculo los detiene.

Figura 2

Disposición de un recipiente, una tarjeta y una moneda para realizar una pequeña demostración sobre la inercia.



En este punto, si el alumnado ha resuelto previamente problemas sobre movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA), se le puede plantear el siguiente problema a modo de desafío con el objetivo de que aplique la 1ª Ley de Newton y lo que ya conoce sobre el MRUA:

- ¿Desde qué altura debería lanzarse un cuerpo para que este impacte contra el suelo a la misma velocidad con la que una persona que viaja en un automóvil a 120 km/h y no lleva puesto el cinturón de seguridad impacta contra el parabrisas de su coche? Justifica la importancia de llevar puesto el cinturón de seguridad a partir del resultado obtenido.

Seguidamente, para mostrar que la fuerza no es proporcional a la velocidad, sino a la aceleración, se pregunta:

- ¿Siempre que se aplica una fuerza sobre un objeto aumenta su velocidad? Justifícalo con algún ejemplo.

Cuando esta actividad se desarrolló en el Prácticum II, varios alumnos respondieron que no siempre es así, ya que se puede tener un objeto en movimiento y aplicarle una fuerza para frenarlo. Con esto, se introdujo la expresión matemática de la 2ª Ley de Newton ($F = m \cdot a$), explicando el significado de cada uno de los términos de la ecuación, y posteriormente se

aplicó también al ámbito de la seguridad vial a través de la resolución del siguiente problema, con el objetivo de que el alumnado justifique la importancia de llevar el cinturón de seguridad en base a la diferencia que existe entre la fuerza que se experimenta en una situación en la que se lleva puesto el cinturón de seguridad y en otra en la que no se lleva:

- Un conductor de 70 kg se mueve a una cierta velocidad por una carretera y frena bruscamente para evitar el impacto contra otro coche. Calcula la fuerza del impacto y la aceleración:
 - a) Si no lleva el cinturón de seguridad y tarda una décima de segundo en detenerse.
 - b) Si lleva cinturón de seguridad y tarda el doble de tiempo en detenerse.

Justifica la importancia de llevar el cinturón de seguridad en base al resultado obtenido.

A cada alumno se le asignó una velocidad inicial diferente según la fila de clase en la que se sentaba, siendo las velocidades iniciales asignadas: i) 40 km/h; ii) 60 km/h; iii) 80 km/h; iv) 100 km/h; v) 120 km/h. Los alumnos debían recoger las respuestas a estas cuestiones en su cuaderno. Se permitió que trabajaran por parejas y que pudieran comentar las dudas entre ellos. Mientras tanto, el profesor se encargaba de resolver las dudas que les surgían.

En la parte final de la actividad, se presenta el principio de acción y reacción (3ª Ley de Newton) al alumnado. El hecho de haber presentado el concepto de fuerza como una interacción entre dos cuerpos distintos puede facilitar el aprendizaje del principio de acción y reacción. Así, es importante que el alumnado comprenda que, si un cuerpo ejerce una fuerza sobre otro, este segundo ejerce sobre el primero una fuerza de igual magnitud y sentido contrario. También se relaciona este principio con el ámbito de la seguridad vial, comentando que, si llevamos el cinturón puesto, este ejerce una fuerza de sentido opuesto a la que ejercemos nosotros sobre el cinturón. Esta se distribuye por una gran parte de la superficie del cuerpo y, de esta manera, se evita una fuerza concentrada en un determinado punto.

Las medidas para atender a la diversidad del alumnado que podrían adoptarse en esta actividad son similares a las ya mencionadas para la [actividad 4](#). Además, en caso de que fuera necesario reducir o adaptar contenidos, objetivos y criterios de evaluación de la actividad, podría eliminarse el problema escogido para ilustrar la 1ª Ley de Newton. En el caso del problema dedicado a la 2ª Ley de Newton, se podrían proporcionar las aceleraciones ya calculadas, de forma que el alumno tuviera que calcular solo la fuerza.

Criterios de evaluación:

- CE.9. Expresar las magnitudes medidas o calculadas haciendo un uso correcto de las unidades de medida.
- CE.10. Explicar situaciones cotidianas mediante la 1ª Ley de Newton.
- CE.11. Explicar situaciones cotidianas mediante la 2ª Ley de Newton, calculando la fuerza ejercida sobre un objeto a partir de la aceleración que este adquiere y viceversa mediante la 2ª Ley de Newton.

Instrumentos de evaluación: cuaderno del alumno.

3.6. Evaluación y calificación

Los criterios de evaluación fijados por la orden curricular de la Comunidad Autónoma de Aragón (Orden ECD/489/2016) que se han tenido en cuenta para esta propuesta didáctica son los siguientes:

- Crit.FQ.4.1. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios de estado de movimiento y de las deformaciones.
- Crit.FQ.4.6. Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso de los cuerpos y distinguir entre masa y peso, midiendo la masa con la balanza y el peso con el dinamómetro. Calcular el peso a partir de la masa y viceversa, y la aceleración de la gravedad utilizando la balanza y el dinamómetro.
- Crit.FQ.1.3. Conocer los procedimientos científicos para determinar magnitudes.
- Crit.FQ.1.6. Desarrollar pequeños trabajos de investigación en los que se ponga en práctica la aplicación del método científico y la utilización de las TIC.

Cada uno de los criterios de evaluación anteriores se desglosan en diferentes indicadores, que constituyen los criterios de evaluación de esta propuesta didáctica:

- CE.1. Reconocer la fuerza como una interacción entre cuerpos diferentes, identificando los cuerpos involucrados en dicha interacción.
- CE.2. Argumentar razonadamente si el efecto de una fuerza es estático o dinámico.
- CE.3. Representar adecuadamente la fuerza aplicada sobre un objeto en un diagrama.
- CE.4. Distinguir entre objetos rígidos, elásticos y plásticos según cómo se comporten en términos de deformación al aplicar una fuerza.
- CE.5. Aplicar la ley de Hooke para calcular la constante elástica de un muelle o la fuerza aplicada sobre él.
- CE.6. Calcular el peso de un objeto a partir de su masa y viceversa.
- CE.7. Medir magnitudes a través del uso de un simulador virtual por parejas.
- CE.8. Representar gráficamente las magnitudes medidas experimentalmente y extraer conclusiones coherentes con la gráfica representada.
- CE.9. Expresar las magnitudes medidas o calculadas haciendo un uso correcto de las unidades de medida.
- CE.10. Explicar situaciones cotidianas mediante la 1ª Ley de Newton.
- CE.11. Explicar situaciones cotidianas mediante la 2ª Ley de Newton, calculando la fuerza ejercida sobre un objeto a partir de la aceleración que este adquiere y viceversa mediante la 2ª Ley de Newton.

En la Tabla 2 se muestra la relación entre las actividades, los objetivos descritos en el [apartado 3.2](#), los criterios de evaluación de la orden curricular (Orden ECD/489/2016) y de la propuesta didáctica y los instrumentos de evaluación.

Los criterios de calificación de las actividades de esta propuesta didáctica, relacionados con los instrumentos de evaluación planteados en la propuesta y posteriormente utilizados,

concluyen en una calificación final cuyo resultado numérico se obtiene de la siguiente manera:

- Un 40% de la calificación proviene del cuaderno del alumno.
- Otro 40% se obtiene del guion de la actividad con el simulador (actividad 4). 3/4 de la calificación de esta actividad proviene de la evaluación realizada por el profesor y 1/4 de la autoevaluación y la coevaluación realizadas por el propio alumnado.
- El 20% restante sale de las notas de clase registradas por el profesor en su cuaderno, de la actividad diaria del alumno en clase (corrección de ejercicios, realización de las actividades en clase...).

Tabla 2

Relación entre las actividades, los objetivos, los criterios de evaluación de la orden curricular (Orden ECD/489/2016 y de la Propuesta Didáctica e instrumentos de evaluación.

Actividad	Objetivos	Criterios de evaluación de la orden curricular	Criterios de evaluación de la propuesta didáctica	Instrumento de evaluación
1. ¿Es una fuerza?	O.1	Crit.FQ.4.1	CE.1	Cuaderno del alumno Cuaderno del profesor
2. Representando fuerzas	O.2	Crit.FQ.4.1	CE.2	Cuaderno del alumno Cuaderno del profesor
	O.3	Crit.FQ.4.1	CE.3	Cuaderno del alumno Cuaderno del profesor
3. Las fuerzas como agentes deformadores	O.4	Crit.FQ.4.1	CE.4	Cuaderno del alumno Cuaderno del profesor
4. Simulando la ley de Hooke	O.5	Crit.FQ.4.1	CE.5	Guion de la actividad
	O.6	Crit.FQ.4.6	CE.6	Guion de la actividad
	O.7	Crit.FQ.1.3 Crit.FQ.1.6	CE.7	Guion de la actividad
	O.8	Crit.FQ.1.3 Crit.FQ.1.6	CE.8	Guion de la actividad
	O.9	Crit.FQ.1.3 Crit.FQ.1.6	CE.9	Guion de la actividad
5. Física y educación vial	O.9	Crit.FQ.1.3	CE.9	Cuaderno del alumno
	O.10	Crit.FQ.4.1	CE.10	Cuaderno del alumno
	O.11	Crit.FQ.4.1	CE.11	Cuaderno del alumno
	O.12	Crit.FQ.4.1	CE.10 CE.11	Cuaderno del alumno

3.7. Análisis de los resultados de aprendizaje

Actividad 4: Simulando la ley de Hooke

La actividad de la propuesta didáctica que se evaluó con un mayor grado de detalle durante el Prácticum II fue la actividad 4, sobre el simulador de la ley de Hooke. El producto evaluado fue el guion de la actividad con las cuestiones resueltas. Se encontró que 5 alumnos demostraban haber entendido la ley de Hooke, pues la aplicaban de forma correcta para calcular la constante elástica de los dos muelles. Además, comentaban que la fuerza aplicada y el alargamiento del muelle son directamente proporcionales. En general, indicaban las unidades de las magnitudes, aunque varios de ellos escribieron de forma errónea la unidad de la masa al calcular el valor de las masas desconocidas en la cuestión 4 del guion.

Por otro lado, 9 alumnos realizaban de forma correcta la toma de medidas experimentales, el cálculo de la fuerza aplicada a partir de la relación entre peso y masa y la gráfica de la fuerza aplicada frente al alargamiento del muelle. Sin embargo, las conclusiones que comentaban sobre las gráficas representadas no eran del todo correctas. En algunos casos, no se utilizaban adecuadamente las unidades para el cálculo de la constante elástica de los muelles. En su mayoría, no hallaban de forma correcta el valor de las masas desconocidas en la cuestión 4. Finalmente, los 4 alumnos restantes presentaban también dificultades en la toma de las medidas de longitud del muelle o en la representación gráfica de los datos experimentales. No calculaban la constante elástica del muelle, aunque en algún caso sí reconocían que para su cálculo era necesario aplicar la ley de Hooke. Tampoco hallaban el valor de las masas desconocidas en la cuestión 4.

A partir de la revisión de los guiones entregados por los alumnos, también se analizaron algunas de las principales dificultades con las que se encontraron en esta actividad. En primer lugar, se observó que era habitual la confusión al expresar las unidades de algunas magnitudes físicas. De esta forma, varios alumnos pensaban que la unidad de masa en el SI es el gramo. Otros alumnos expresaban sus medidas de longitud en centímetros, pero luego en las gráficas las representaban como si fueran metros sin haber realizado la conversión de unidades.

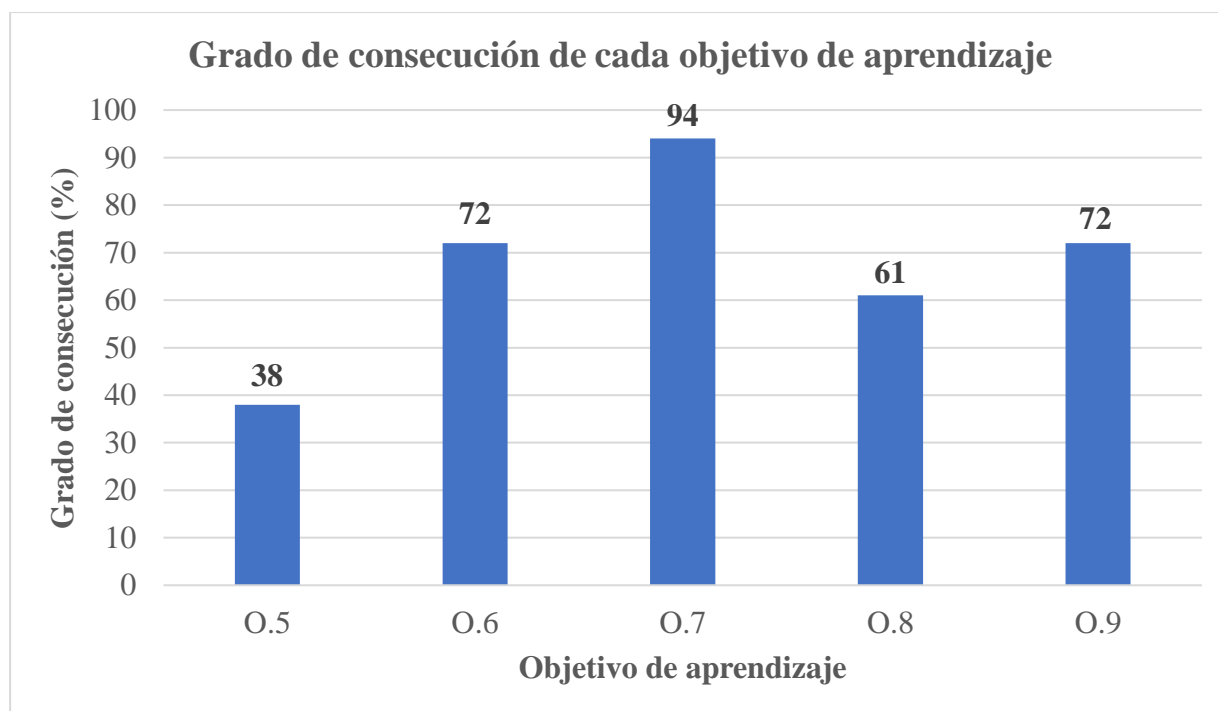
También se determinó que los alumnos mostraban dificultades para extraer conclusiones sobre los resultados obtenidos y expresarlas adecuadamente. Por ejemplo, en algunos casos los alumnos obtenían como gráfica una línea recta y, en cambio, comentaban que era una gráfica constante. Igualmente, se observó que varios alumnos presentaban dificultades al aplicar la ley de Hooke. Algunos de ellos no terminaron de entender los valores que debían utilizar para calcular la constante elástica de los muelles. En otros casos, aplicaban la ley de Hooke, pero haciendo un uso incorrecto de las unidades.

En la Figura 3 se muestra en un gráfico de barras el grado de consecución de cada objetivo de aprendizaje de esta actividad, expresado en tanto por ciento, según el número de alumnos de la clase que han superado cada uno de ellos. Se encontró que una gran mayoría de alumnos (94%) se desenvuelve bien en la toma de medidas experimentales con un simulador virtual. Por el contrario, una parte significativa del alumnado de la clase presenta dificultades a la

hora de aplicar la ley de Hooke (solo un 38% de alumnos superan el objetivo de aprendizaje asociado). Como consecuencia de ello, en el Prácticum II se decidió dedicar una sesión más a tratar la ley de Hooke en clase, a través de la resolución de ejercicios en los que el alumnado debe calcular la constante elástica de un muelle.

Figura 3

Grado de consecución de los objetivos establecidos para la actividad 4 durante su aplicación en el Prácticum II.



Actividad 5: Física y educación vial

Durante el Prácticum II, esta actividad se llevó a cabo en la última sesión y no fue posible evaluarla con los instrumentos planteados en esta propuesta didáctica. Como no se dispone de datos reales para analizar, en su lugar se presenta un modelo de evaluación para esta actividad.

El producto evaluado en esta actividad es el cuaderno del alumno, en el que deben estar plasmadas las respuestas a los problemas planteados sobre la 1ª y la 2ª Ley de Newton. Los aspectos que se valoran son los que se indican en la Tabla 3. Algunos de ellos son:

- La aplicación correcta de las leyes de Newton.
- El uso correcto de las unidades.
- La extracción de conclusiones a partir del resultado obtenido con el objetivo de justificar la importancia de llevar el cinturón de seguridad.

Tabla 3

Aspectos que se tienen en cuenta para la evaluación de la actividad 5. En cada uno de los aspectos que se valoran se indica entre paréntesis el criterio de evaluación de esta propuesta didáctica con el que se relacionan.

1ª LEY DE NEWTON			
Aspectos que se valoran	Bien	Regular	Mal
Reconoce que la velocidad a la que se desplaza la persona es la misma que la que llevaba antes del impacto y lo justifica razonadamente (CE.10).			
Las magnitudes físicas están expresadas con sus unidades correctas (CE.9).			
Justifica la importancia de llevar el cinturón de seguridad en base al resultado obtenido (CE.10).			
2ª LEY DE NEWTON			
Aspectos que se valoran	Bien	Regular	Mal
Calcula la aceleración durante el impacto (CE.11).			
Calcula la fuerza a partir de la masa y la aceleración aplicando la 2ª Ley de Newton (CE.11).			
Las magnitudes físicas están expresadas con sus unidades correctas (CE.9).			
Justifica la importancia de llevar el cinturón de seguridad en base al resultado obtenido (CE.11).			

3.8. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuestas de mejora

En este apartado se detallan algunos de los aspectos de esta Propuesta Didáctica en los que se ha detectado margen de mejora tras su aplicación durante el Prácticum II.

En primer lugar, la propuesta de evaluación inicial planteada en el [apartado 3.1](#) y el [Anexo II](#) es fundamentalmente un instrumento para la detección de ideas alternativas sobre las fuerzas, pero descuida la determinación del nivel de partida del alumnado en términos de una competencia clave fundamental como es la competencia matemática. De esta manera, en la evaluación inicial convendría haber incluido también cuestiones para evaluar esta competencia, ya que para el tratamiento de los contenidos sobre los que versa esta Propuesta Didáctica y el desarrollo de sus actividades se necesita que el alumnado realice cambios de unidades, represente gráficas o resuelva ecuaciones de primer grado. En el Prácticum II, se detectó durante la realización de la actividad con el simulador ([actividad 4](#)) que varios alumnos presentaban dificultades a la hora de expresar las magnitudes físicas con su unidad de medida correcta o al despejar la incógnita de una ecuación de primer grado. Por tanto, concluyo que en la evaluación inicial deberían haberse introducido también cuestiones para determinar cómo se desenvuelve el alumnado con los cambios de unidades, la representación de gráficas o la resolución de ecuaciones de primer grado sencillas. Estas cuestiones podrían

ser relacionadas con la temática de cinemática, pues esta había sido ya tratada con anterioridad a mi llegada al centro educativo. Algunos ejemplos de cuestiones son:

- Expresa en m/s las siguientes velocidades: a) 20 km/h; b) 35 km/h.
- Representa en una gráfica velocidad-tiempo los siguientes datos:

t (s)	0	2	4	6	8	10
v (m/s)	3	6	9	12	15	18

En el caso de la actividad 4, sobre el simulador de la ley de Hooke, una mejora que se puede añadir respecto a cuando la desarrollé en el Prácticum II sería haber dedicado al menos una sesión más. Se dedicó solo una sesión al trabajo de los alumnos con el simulador en los ordenadores portátiles y estos no pudieron finalizar en clase todas las cuestiones planteadas en el guion –la mayoría de ellos solo tuvieron tiempo de resolver las dos primeras preguntas–. Como consecuencia, se les pidió que terminaran la actividad en casa como deberes. Tras la evaluación de la actividad, considero que este hecho influyó notablemente en los resultados de aprendizaje del alumnado, ya que se observó que el alumnado presentaba un menor número de errores en las cuestiones que había podido resolver en clase. Esto se debe a que en clase los alumnos podían preguntarme las dudas que les iban surgiendo y, además, al estar colocados por parejas podían comentar sus propias dificultades y ayudarse entre ellos.

Para completar esta actividad, a pesar de que no fue posible por la escasez de material para la realización de prácticas de física, pienso que también habría podido resultar interesante la utilización de un dinamómetro real, con el objetivo de que el alumnado viera que la actividad que se desarrolló en el simulador también se puede llevar a cabo en la realidad fácilmente. Representa una actividad alternativa para la observación de un mismo fenómeno científico y, dado que los estudiantes difieren en la forma en la que asimilan mejor la información, quizá de esta forma se podría haber conseguido que una parte del alumnado comprendiera mejor cómo aplicar la ley de Hooke o cómo calcular el peso de un objeto a través de una práctica en un laboratorio real. Además, pienso que el dinamómetro permite tratar el concepto de peso de una forma mucho más natural, ya que se puede hacer que los estudiantes midan el peso de objetos cotidianos (un estuche, un libro, una piedra...) con este, calculen su masa a partir del peso y la aceleración de la gravedad en la Tierra, y la comparen con la lectura que se obtiene al colocar el objeto sobre una balanza.

Por otro lado, en el caso de la actividad 5, sobre física y educación vial, durante el Prácticum II solo pude aplicarla en una única sesión. Dada la considerable complejidad conceptual de algunos de los contenidos trabajados con esta actividad, creo imprescindible dedicar un número de sesiones mayor para poder alcanzar los objetivos de aprendizaje que se plantean. Durante el Prácticum II, esta fue una actividad eminentemente expositiva, en la que el profesor inicialmente explicaba los conceptos recurriendo a una pequeña demostración experimental y a un vídeo para ilustrar el concepto de inercia. Posteriormente, el alumnado resolvía los problemas del [Anexo I](#) mientras el profesor supervisaba y resolvía las dudas. En

el caso de contar con un mayor número de sesiones, sería necesario detenerse más en partes de la actividad como la experiencia basada en retirar rápidamente una tarjeta sobre la que se ha puesto una moneda y que está colocada sobre un recipiente. En este sentido, debería tratarse de implicar más al alumnado. En primer lugar, sería preferible que fuera éste el que la realizara. Además, se le pueden formular algunas preguntas de forma previa a la realización de la demostración:

- ¿Qué piensas que le sucederá a la moneda si se retira muy rápidamente la carta?
- ¿Crees que ocurriría lo mismo si la carta se retira lentamente?
- Si se cambia la moneda por otra más pequeña, ¿cómo responderías a las anteriores preguntas?

Así, las respuestas a estas preguntas pueden entenderse en el modo de hipótesis que se comprueban posteriormente con la realización de la experiencia. Finalmente, se pide al alumnado que trate de explicar lo observado en base a lo que se ha explicado sobre el concepto de inercia y la 1ª Ley de Newton. Se trataría así de una actividad planteada a través de la indagación. De acuerdo con Aguilera et al. (2018), la incorporación de la indagación a los procesos de enseñanza y aprendizaje en las asignaturas de ciencias experimentales puede ayudar a mejorar la imagen y la actitud hacia ellas, fomentar la alfabetización científica e incentivar las vocaciones científicas. También incluiría alguna actividad más de tipo experiencial sobre las leyes de Newton. Por ejemplo, para ilustrar la 1ª Ley de Newton podría emplearse también un coche de juguete con una moneda sobre él con el objetivo de que el alumnado observe lo que le ocurre a la moneda cuando el coche colisiona contra un cierto obstáculo.

Finalmente, con el objetivo de determinar aspectos de mejora referidos al desarrollo de estas actividades, también creo esencial tener en cuenta la opinión del propio alumnado. Así, durante el Prácticum II, se pasó a los alumnos una encuesta anónima de valoración de la actividad docente como la mostrada en el [Anexo VI](#). Los aspectos mejor valorados fueron el dominio de la materia impartida, la resolución de las dificultades y dudas del alumnado y el clima de aula fomentado por el profesor. Aquellos aspectos en los que se detectó margen de mejora fueron la claridad de las explicaciones, el tono y la modulación de la voz en estas y la búsqueda de actividades más motivadoras. En las respuestas abiertas de esta encuesta algunos alumnos señalaron que les hubieran gustado explicaciones con más dibujos y ejemplos y con menos palabras. Por tanto, estos son aspectos que he considerado para el desarrollo de las posibles mejoras que se pueden incorporar a la secuencia de actividades aplicada en el Prácticum II y me resultan fundamentales para tenerlos en cuenta en mi futuro, ya que creo que es imprescindible oír la opinión del alumnado con el objetivo de incorporar mejoras.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Este Trabajo Fin de Máster, con el que finalizo mi paso por el Máster de Profesorado de Secundaria y Bachillerato, se centra en el desarrollo de una propuesta didáctica sobre el tema

de las fuerzas para el curso de 2º de ESO. Para su realización, he necesitado aplicar y reflexionar sobre todo lo aprendido a lo largo de este año de formación, integrando los aprendizajes de las diferentes asignaturas del Máster para el logro de un objetivo: el desarrollo de este trabajo y de la propuesta didáctica planteada en él.

Dado que la propuesta didáctica aquí presentada pudo aplicarse durante el Prácticum II, a través de la realización de este trabajo he podido reflexionar con un mayor nivel de detenimiento sobre la intervención que realicé en este periodo ahora que ya casi he finalizado el Máster y sobre las posibles mejoras que podrían señalarse sobre esta, que desde mi punto de vista son numerosas, como se ha detallado en el apartado de propuesta de mejora.

Uno de los principales retos con los que me he encontrado en el diseño de esta propuesta didáctica sobre las fuerzas está relacionado con el curso para el que esta se ha planteado, 2º de ESO, en el sentido de que es en este curso donde se empieza a profundizar en el concepto de fuerza y el profesorado debe tener un especial cuidado a la hora de planificar la docencia para no generar o reforzar aún más las ideas alternativas del alumnado. A nivel curricular se trabajan contenidos relacionados con las fuerzas ya desde la Educación Primaria. Sin embargo, la idea que puede tener el alumnado sobre el concepto de fuerza tras finalizar esta etapa es aún muy rudimentaria y en muchos casos puede estar muy ligada a situaciones que este experimenta en su vida cotidiana. Por tanto, es realmente en secundaria donde empieza a construirse el concepto de fuerza de una manera mucho más sólida y en ello el profesorado desempeña un papel clave. Además, en un curso como 2º de ESO el camino que tiene que recorrer el profesor para llegar al alumnado desde el punto de vista de la transposición didáctica es mayor que en otros cursos. Requiere tratar de ponerse en la mente de un alumno de 14 años y pensar sobre cómo me gustaría aprender el tema de las fuerzas en el caso de tener dicha edad. Hasta ahora, si bien había dado clases particulares, estas habían sido con alumnos de cursos superiores. Por tanto, valoro muy positivamente el hecho de haber podido diseñar y aplicar mi propuesta en este curso porque me ha permitido aprender mucho.

Asimismo, gracias a este trabajo he podido leer una amplia bibliografía sobre didáctica de las ciencias experimentales para informarme sobre aspectos que, hasta antes del Máster, resultaban totalmente desconocidos para mí. Los artículos sobre didáctica permiten conocer las principales ideas alternativas y dificultades de aprendizaje del alumnado, sirven como guía para el diseño de actividades y nos pueden ayudar a valorar la idoneidad de unas estrategias metodológicas frente a otras desde la perspectiva de lo que les ha funcionado o no a otros autores. Así, partiendo de la premisa de que en educación no funciona absolutamente todo, la lectura de bibliografía nos permite reflexionar críticamente sobre la manera de abordar los procesos de enseñanza-aprendizaje de nuestra asignatura. Por tanto, considero imprescindible que el docente revise con frecuencia bibliografía actualizada con el objetivo de mejorar su conocimiento didáctico del contenido y de poder incorporar nuevas estrategias metodológicas que permitan mejorar los resultados de aprendizaje del alumnado.

Por tanto, de acuerdo con lo expuesto anteriormente, considero importante la realización de un trabajo de estas características antes de finalizar el Máster. Este constituye una síntesis de

todo lo aprendido durante este año y trata de reflejar mi visión personal sobre lo que supone enseñar una asignatura como Física y Química ahora que casi he finalizado el Máster. Con anterioridad al Máster, mi visión sobre la educación era diferente de la que poseo ahora. Estaba muy influenciada por mi experiencia en las aulas como estudiante, en las que viví un modelo de enseñanza que, tras haber realizado el Máster, calificaría como tradicional, muy centrado en la clase magistral y la transmisión de conocimientos. Cada una de las asignaturas y actividades realizadas a lo largo del Máster me ha permitido aprender una gran cantidad de aspectos de los que no era conocedor hasta ahora, así como reflexionar sobre ellos y tenerlos en cuenta para el desarrollo de este trabajo.

En el caso del primer cuatrimestre, me ha resultado de especial utilidad lo aprendido en la asignatura de “Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales” sobre ideas alternativas del alumnado, transposición didáctica y la elaboración de una programación didáctica para planificar el proceso de enseñanza-aprendizaje. También he tenido en cuenta la asignatura de “Psicología del desarrollo y de la educación”, en la que se hacía hincapié en algo tan importante como favorecer el desarrollo de la autoestima de nuestros alumnos a través del planteamiento de actividades que les resulten motivadoras y en las que estos puedan desempeñar un papel activo, que vaya más allá del de meros oyentes del profesor. Por otro lado, en el caso del segundo cuatrimestre, más centrado en la especialidad escogida, me ha resultado de utilidad para el desarrollo de este trabajo lo aprendido en las asignaturas de “Diseño de actividades de aprendizaje de física y química” e “Innovación e investigación educativa en física y química”. Gracias a la primera, ahora tengo un conocimiento más profundo de lo que es una actividad de aprendizaje y soy consciente de la relevancia de diseñar actividades que tengan un objetivo claro y definido y que estén bien secuenciadas. Por otro lado, la segunda me ha permitido conocer nuevas estrategias metodológicas útiles para el aprendizaje de Física y Química y aplicarlas en un centro educativo durante el Prácticum II.

Pero, sin duda alguna, la actividad que más ha contribuido a mi formación como docente y que más he disfrutado ha sido el Prácticum II. Allí he podido confirmar de verdad que mi vocación por la docencia es real. Me resultó muy gratificante poder contribuir al aprendizaje del alumnado del curso en el que desarrollé la intervención. Sin embargo, considero que un mes es insuficiente para poder valorar todo el proceso de aprendizaje del alumnado. En este periodo pude aprender mucho de mi tutor de prácticas y observar la realidad de un centro educativo. Por tanto, considero necesario ampliar el Prácticum II para poner en práctica un mayor número de conocimientos teóricos aprendidos en el Máster y poderlos evaluar con más detenimiento. En conclusión, valoro de forma muy positiva la formación recibida en este Máster. Este representa la primera etapa de mi formación en materia de educación, que continuará en el futuro, ya que resulta vital que el profesorado se forme de manera continua como consecuencia del contexto social actual rápidamente cambiante y la necesidad de adoptar nuevas metodologías que favorezcan un aprendizaje significativo del alumnado.

BIBLIOGRAFÍA

- Aguilera, D., Martín-Páez, T., Valdivia-Rodríguez, V., Ruiz-Delgado, Á., Williams-Pinto, L., Vélchez-González, J. M. y Perales-Palacios, F. J. (2018). La enseñanza de las ciencias basada en indagación. Una revisión sistemática de la producción española. *Revista de Educación*, 381, 259-274. <https://doi.org/10.4438/1988-592X-RE-2017-381-388>
- Angell, C., Guttersrud, Ø., Henriksen, E. K. e Isnes, A. (2004). Physics: Frightful, but fun. Pupils' and teachers' views of physics and physics teaching. *Science Education*, 88(5), 683-706. <https://doi.org/10.1002/sce.10141>
- Asamblea General de las Naciones Unidas (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*, A/RES/70/1. Recuperado el 20/06/2022 de https://unctad.org/system/files/official-document/ares70d1_es.pdf
- Bingle, W. y Gaskell, P. J. (1994). Scientific Literacy for decision making and the social construction of scientific knowledge. *Science Education*, 78(2), 185-201. <https://doi.org/10.1002/sce.3730780206>
- Campanario, J. M. y Otero, J. C. (2000). Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 18(2), 155-169.
- Carrascosa Alís, J. (1992). Concepciones alternativas en Mecánica. Las fuerzas como causa del movimiento. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento. *Enseñanza de las Ciencias*, 10(3), 314-328.
- Carrascosa Alís, J. (2005). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte I). Análisis sobre las causas que la originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 2(2), 183-208.
- Carrascosa Alís, J., Fernández, I., Gil, D. y Orozco, A. (1991). Diferencias en la evolución de las preconcepciones en distintos dominios científicos. *Revista de Ensino de Física, São Paulo*, 13, 104-134.
- Carrascosa Alís, J. y Gil, D. (1985). La “metodología de la superficialidad” y el aprendizaje de las ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 3(2), 113-120.
- Carretero, M., Baillo, M. y Limón, M. (1996). *Construir y enseñar: las ciencias experimentales*. Aique.
- Cavas, M., Chicano, J. F., Luna, F. y Molina, L. (2015). La autoevaluación y la coevaluación como herramientas para la evaluación continua y la evaluación formativa en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior. En Blanco, A. (Coord.), *Actas de las IV Jornadas Innovación Educativa y Enseñanza Virtual de la Universidad de Málaga* (65). Universidad de Málaga (UMA).

- Clement, J. (1982). Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics*, 50(1), 66-71. <https://doi.org/10.1119/1.12989>
- Daza, E., Gras-Martí, A., Gras-Velázquez, Á., Guerrero, N., Gurrola, A., Joyce, A., Mora-Torres, E., Pedraza, Y., Ripoll, E. y Santos, J. (2009). Experiencias de enseñanza de la química con el apoyo de las TIC. *Educación química*, 20(3), 320-329. Recuperado el 14/06/2022 de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0187-893X2009000300004&lng=es&tlng=es
- Dirección General de Tráfico. (22 de diciembre de 2014). *Ley de Newton. Campaña sobre el uso del cinturón de seguridad* [Archivo de vídeo]. YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=cGTiuRmc7cE>
- Furió, C., Solbes, J. y Carrascosa, J. (2006). Las ideas alternativas sobre conceptos científicos: tres décadas de investigación. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (48), 64-77.
- IES Luis Buñuel (2020). *Proyecto Educativo de Centro. IES Luis Buñuel*. Recuperado el 06/06/2022 de https://ieslbuza.es/wp-content/uploads/2021/01/19-20-PEC_revisado.pdf
- Jiménez Valladares, J. D. D. (2017). Las leyes de Newton desde la noción de interacción. *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (89), 14-21.
- Manassero, M. A., Vázquez-Alonso, A. y Acevedo-Díaz, J. A. (2002). Opiniones sobre la influencia de la ciencia en la cultura. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, 16, 35-55.
- Méndez, D. (2012). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de Física. *Miscelánea Comillas: Revista de Ciencias Humanas y Sociales*, 70(136), 199-224. Recuperado el 08/06/2022 de <http://hdl.handle.net/20.500.12766/248>
- Mora, C. y Herrera, D. (2009). Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza. *Latin-American Journal of Physics Education*, 3(1), 72-86.
- Oficina de Organización y Servicios Generales y Observatorio Municipal de Estadística (2021). *Cifras de Zaragoza. Datos demográficos obtenidos del padrón municipal de habitantes*. <https://www.zaragoza.es/cont/paginas/estadistica/pdf/Cifras-Zaragoza-2021.pdf>
- Oon, P. T. y Subramaniam, R. (2011). On the declining interest in physics among students – from the perspective of teachers. *International Journal of Science Education*, 33(5), 727-746. <https://doi.org/10.1080/09500693.2010.500338>
- ORDEN ECD/489/2016, de 26 de mayo, por la que se aprueba el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y se autoriza su aplicación en los centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón. *Boletín Oficial de Aragón*, 105, de 2 de junio de

2016, 12640 a 13458. <http://www.boa.aragon.es/cgi-bin/EBOA/BRSCGI?CMD=VEROBJ&MLKOB=910768820909>

- Perales, F. J. (1996). La evaluación en la Didáctica de las Ciencias. *Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado: RIFOP*, (27), 179-188.
- Perales, F. J., Vílchez, J. M. y Sierra J. L. (2004). Imagen y educación científica. *Cultura y Educación*, 16(3), 289-304. <https://doi.org/10.1174/1135640042360960>
- Pozo, J. I. (1987). La historia se repite: Las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad. *Infancia y aprendizaje*, 10(38), 69-87. <https://doi.org/10.1080/02103702.1987.10822163>
- Redish, E. F. (1994). Implications of Cognitive Studies for Teaching Physics. *American Journal of Physics*, 62(9), 796-803. <https://doi.org/10.1119/1.17461>
- Reid, D. J., Zhang, J. y Chen, Q. (2003). Supporting scientific discovery learning in a simulation environment. *Journal of Computer Assisted Learning*, 19(1), 9-20. <https://doi.org/10.1046/j.0266-4909.2003.00002.x>
- Sánchez, A., Sierra, J. L., Martínez, S. y Perales, F. J. (2005). El aprendizaje de la Física en Bachillerato: investigación con simuladores informáticos versus aula tradicional. *Enseñanza de las Ciencias*, (Extra), 1-4. Recuperado el 14/06/2022 de <https://ddd.uab.cat/record/70129>
- Santos, W. y Mortimer, E. (2001). Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciencias. *Ciência & Educação*, 7(1), 95-111.
- Sein-Echaluze, M. L., Fidalgo, A. y García Peñalvo, F. J. (2014). Buenas prácticas de Innovación Educativa: Artículos seleccionados del II Congreso Internacional sobre Aprendizaje, Innovación y Competitividad, CINAIC 2013. *Revista de Educación a Distancia (RED)*, (44). Recuperado el 08/06/2022 de <https://www.um.es/ead/red/44/presentacion.pdf>
- Serrano, J. J. (2018). Aprender física y química “jugando” con laboratorios virtuales. *Anales de Química de la RSEQ*, 114(1), 40-46.
- Sierra, J. L. (2003). *Estudio de la influencia de un entorno de simulación por ordenador en el aprendizaje por investigación de la Física en Bachillerato*. Tesis Doctoral. Universidad de Granada.
- Solbes, J. (2011). ¿Por qué disminuye el alumnado de ciencias? *Alambique: Didáctica de las ciencias experimentales*, (67), 53-61.
- Strieder, R. B., Bravo Torija, B. y Gil Quílez, M. J. (2017). Ciencia-tecnología-sociedad: ¿Qué estamos haciendo en el ámbito de la investigación en educación en ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 35(3), 29-49.

- Universidad de Colorado (s.f.). *Masas y Resortes: Intro*. PhET Interactive Simulations. Recuperado el 08/06/2022 de <https://phet.colorado.edu/es/simulations/masses-and-springs-basics>
- Vergaño, E. y Cárdenas, M. A. (2016). ¿Qué pasa aquí dentro? En González Montero, M., Baratas, A. y Brandi, A. (Eds.), *IV Congreso de Docentes de Ciencias. Experiencias docentes y estrategias de innovación educativa para la enseñanza de la Biología, la Geología, la Física y la Química* (161-165). Santillana.
- Vilches, A., Gil, D. y Praia, J. (2011). De CTS a CTSA: Educação por um futuro sustentável. En W. Santos y D. Auler (Eds.), *CTS e Educação científica, desafio, tendencias e resultados de pesquisa*, pp. 161-184. Brasília: Editora UnB.

ANEXO I. Física y educación vial

En la Figura I se presenta el material trabajado para relacionar las leyes de Newton con la importancia de llevar el cinturón de seguridad en un vehículo (educación vial), siendo este de elaboración propia.

Figura I. Material utilizado para relacionar las leyes de Newton con la importancia de llevar el cinturón de seguridad en un vehículo.

DESAFÍO

¿Desde qué altura debería lanzarse un cuerpo para que este impacte contra el suelo a la misma velocidad con la que una persona que viaja en un automóvil a 120 km/h y no lleva puesto el cinturón de seguridad impacta contra el parabrisas de su coche? Justifica la importancia de llevar puesto el cinturón de seguridad a partir del resultado obtenido.



Pista: revisa lo que estudiaste en cinemática sobre el MRUA. Ten en cuenta que, si se considera negativo el sentido hacia abajo, la aceleración de caída de un objeto en la Tierra es $a = -9,8 \text{ m/s}^2$.

EJERCICIO. Fuerzas con y sin cinturón de seguridad.

Un conductor de 70 kg se mueve a una cierta velocidad por una carretera y frena bruscamente para evitar el impacto contra otro coche. Calcula la fuerza del impacto y la aceleración:

- a) Si no lleva cinturón de seguridad y tarda una décima de segundo en detenerse.
- b) Si lleva cinturón de seguridad y tarda el doble de tiempo en detenerse.

Realiza el cálculo para velocidades iniciales de:

- i) 40 km/h, ii) 60 km/h, iii) 80 km/h, iv) 100 km/h y v) 120 km/h.

ANEXO II. Cuestionario de evaluación inicial

Nombre y apellidos: _____

1. ¿Qué es para ti una fuerza?

2. ¿Qué tipos de fuerzas conoces?

3. Indica razonadamente si las siguientes frases son verdaderas o falsas:
 - a) Siempre que se aplica una fuerza sobre un cuerpo, este se mueve en el sentido en el que se aplica la fuerza.

 - b) Siempre que se aplica una fuerza sobre un cuerpo, su velocidad aumenta.

4. ¿Qué entiendes por peso de un objeto? ¿Son lo mismo masa y peso?

5. ¿Pesa lo mismo un objeto en la Tierra que en la Luna?

6. Desde lo alto de una torre dejamos caer una pelota de tenis. ¿Qué fuerza es la responsable de la caída de la pelota de tenis? Representala en un dibujo.

ANEXO III. Guion de la actividad del simulador

Nombre y apellidos: _____ Fecha: _____

En esta actividad práctica se va a hacer uso de un simulador para determinar la relación existente entre la fuerza aplicada sobre un muelle y la deformación que este experimenta. Para ello, accede al simulador de la siguiente página web y escoge el **modo “estiramiento”**:

https://phet.colorado.edu/sims/html/masses-and-springs-basics/latest/masses-and-springs-basics_es.html

En el simulador se tienen dos muelles o resortes cuya fuerza se puede modificar entre 10 valores posibles. Si llamamos valor 1 al valor de fuerza “pequeña” y valor 10 al valor de fuerza “grande”, selecciona el valor 4 de fuerza para el resorte 1 y el valor 10 de fuerza para el resorte 2.

De cada resorte se pueden colgar pesas de masa 50 g, 100 g o 250 g. Si se cuelga una pesa sobre un resorte en posición vertical, la fuerza que se ejerce sobre el resorte es el propio peso de la pesa colgada, con dirección vertical y sentido hacia abajo. El peso es la fuerza gravitatoria, es decir, es la fuerza con la que un objeto (en este caso, la Tierra) atrae a otro por el hecho de tener una cierta masa, y su valor puede calcularse como:

$$P = m \cdot g$$

donde m es la masa de la pesa suspendida y g es el valor de la aceleración de la gravedad en la Tierra ($g = 9,8 \text{ m/s}^2$).

ACTIVIDADES

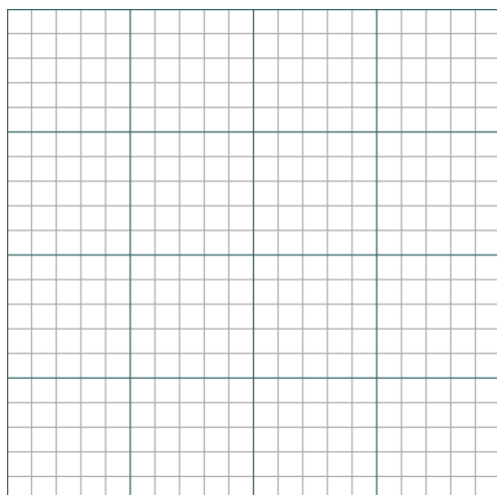
1. Cuelga las masas de 50 g, 100 g y 250 g de una en una sobre cada uno de los muelles y mide lo que se alarga cada muelle con la regla del simulador. Rellena las dos siguientes tablas con los datos medidos:

MUELLE 1			
Longitud inicial, L_0			
Masa (g)	Fuerza, F ($P = m \cdot g$)	Longitud final, L	Alargamiento, ΔL
50			
100			
250			

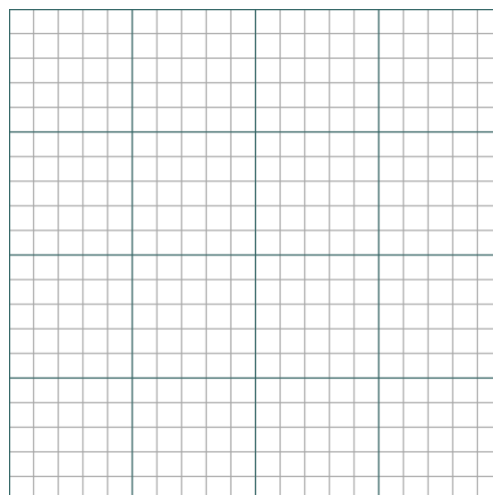
MUELLE 2			
Longitud inicial, L_0			
Masa (g)	Fuerza, F ($P = m \cdot g$)	Longitud final, L	Alargamiento, ΔL
50			
100			
250			

2. Representa en una gráfica la fuerza aplicada sobre el muelle (eje de ordenadas) frente al alargamiento que este experimenta (eje de abscisas). Utiliza las plantillas que se muestran a continuación. Recuerda etiquetar correctamente cada uno de los ejes, indicando la magnitud que se representa en cada uno de ellos y su unidad.

MUELLE 1



MUELLE 2



- ¿Qué tipo de gráfica has obtenido en cada caso?
 - ¿Qué conclusión extraes sobre la relación que existe entre el alargamiento del muelle y la fuerza que se aplica a este?
3. Calcula la constante elástica K de cada uno de los muelles. Escribe las operaciones necesarias para el cálculo en el espacio en blanco que hay a continuación.

Muelle 1	$K =$
-----------------	-------

Muelle 2	$K =$
-----------------	-------

4. A continuación, cuelga del muelle 1 las pesas roja, azul y verde y anota su longitud y su alargamiento en cada caso. Conocida la constante del muelle 1 y el alargamiento que experimenta el muelle, determina el valor de las masas roja, azul y verde.

Pesa	Longitud final	Alargamiento	Fuerza	Masa
Roja				
Azul				
Verde				

ANEXO IV. Evaluación de la actividad 4 por parte del profesor

El profesor evalúa las respuestas del alumnado a las cuestiones planteadas en el guion de la actividad (ver [Anexo III](#)) valorando los aspectos mostrados en la Tabla I.

Tabla I

Aspectos que se tienen en cuenta para la evaluación de la actividad con el simulador.

Valoración	Bien	Regular	Mal
CUESTIÓN 1. Cálculo de la fuerza aplicada y medida de longitudes.			
Cálculo de la fuerza			
Medida de las longitudes			
Cálculo del alargamiento			
Se indican las unidades en las medidas de las tablas			
CUESTIÓN 2. Gráficas de la fuerza frente al alargamiento.			
Se indican las magnitudes representadas en cada eje			
Las etiquetas numéricas de los ejes se indican correctamente			
Representación de los puntos experimentales			
La gráfica que obtienen es una recta y lo comentan (muelle 1)			
La gráfica que obtienen es una recta y lo comentan (muelle 2)			
Conclusión extraída sobre la relación entre fuerza aplicada y alargamiento del muelle			
CUESTIÓN 3. Cálculo de las constantes K de los muelles.			
Indica los pasos para calcular la K del muelle y son correctos.			
Uso correcto de las unidades			
Constante K (muelle 1)			
Constante K (muelle 2)			
CUESTIÓN 4. Determinación de las masas desconocidas.			
Medidas de la longitud final del muelle			
Uso correcto de las unidades			
Cálculo de la fuerza aplicada sobre el muelle en cada caso			
Masa de la pesa roja			
Masa de la pesa azul			
Masa de la pesa verde			

ANEXO V. Evaluación de la actividad 4: autoevaluación y coevaluación

Autoevaluación

Nombre y apellidos:

1. Las medidas realizadas aparecen con sus unidades correspondientes en las diferentes tablas.

Siempre A veces Nunca

2. En las gráficas realizadas se indican las magnitudes representadas en cada uno de los ejes y sus unidades.

Siempre A veces Nunca

3. En las gráficas realizadas los ejes están correctamente etiquetados con sus valores numéricos.

Siempre A veces Nunca

Coevaluación (a rellenar por otro compañero/a)

Nombre y apellidos del corrector/a:

1. Las gráficas realizadas por tu compañero/a coinciden con las que has realizado tú.

Sí Solo coincide una No

2. La conclusión que tu compañero/a extrae sobre la relación que existe entre el alargamiento del muelle y la fuerza que se le aplica a este es similar a la tuya.

Sí No

3. La constante elástica del muelle 1 que ha obtenido tu compañero/a coincide con la que has obtenido tú.

Sí No

4. La constante elástica del muelle 2 que ha obtenido tu compañero/a coincide con la que has obtenido tú.

Sí No

5. El valor de la masa roja que ha obtenido tu compañero/a coincide con el tuyo.

Sí No

6. El valor de la masa azul que ha obtenido tu compañero/a coincide con el tuyo.

Sí No

7. El valor de la masa verde que ha obtenido tu compañero/a coincide con el tuyo.

Sí No

8. Indica aquí los errores que crees que ha cometido tu compañero/a (si los hay):

ANEXO VI. Encuesta de valoración de la actividad docente

Responde de forma **anónima** y la siguiente encuesta:

1. El profesor domina y conoce bien la materia que imparte.

Muy en desacuerdo En desacuerdo Neutral De acuerdo Muy de acuerdo

2. Las explicaciones proporcionadas por el profesor han sido suficientemente claras.

Muy en desacuerdo En desacuerdo Neutral De acuerdo Muy de acuerdo

3. El profesor ha ayudado ante las dificultades que habéis tenido y ha resuelto adecuadamente vuestras dudas.

Muy en desacuerdo En desacuerdo Neutral De acuerdo Muy de acuerdo

4. El profesor ha propiciado un clima de respeto y de confianza en el aula.

Muy en desacuerdo En desacuerdo Neutral De acuerdo Muy de acuerdo

5. Las actividades realizadas en clase han sido motivadoras para el aprendizaje de la asignatura.

Muy en desacuerdo En desacuerdo Neutral De acuerdo Muy de acuerdo

6. Las explicaciones y actividades realizadas en clase han ayudado a comprender mejor la relación que existe entre la ciencia y la vida cotidiana.

Muy en desacuerdo En desacuerdo Neutral De acuerdo Muy de acuerdo

7. El tono y la modulación de la voz del profesor durante las explicaciones han sido adecuados.

Muy en desacuerdo En desacuerdo Neutral De acuerdo Muy de acuerdo

Indica aquellos aspectos que crees que el profesor debería mejorar para futuras ocasiones:

Sobre la simulación de los muelles realizada en los ordenadores portátiles:

- ¿Crees que te ha resultado útil para entender mejor la ley de Hooke?
- ¿Propondrías alguna mejora al uso que se ha hecho de esta herramienta?
- ¿Cuáles son las principales dificultades con las que te has encontrado?