



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

CURSO 2021 / 2022

**Estudio de las fuerzas y las Leyes de Newton en 4° de ESO y
sus aplicaciones en el mundo actual**

*Study of Forces and Newton's Laws Motion in 4th ESO and its
applications in the world*

Autor: Pereiro Trejo, María Paula

Director: Salvoch Bagüés, Rosa María

Índice de contenidos

I. Introducción	1
II. Análisis didáctico de dos actividades realizadas en asignaturas del máster	4
1ª actividad.- La Programación Didáctica	4
2ª actividad.- Proyecto de innovación docente	5
III. Propuesta didáctica	6
1. Título: Estudio de las fuerzas y las Leyes de Newton en 4º de ESO y sus aplicaciones en el mundo actual.	6
2. Evaluación inicial	6
<i>Actividad 1: One minute paper</i>	7
<i>Actividad 2: Cuestionario inicial de la práctica de laboratorio: fuerza de rozamiento</i>	8
3. Objetivos curriculares	10
4. Justificación (Marco teórico)	11
5. Actividades	13
5.1 Contexto de aula	13
5.2 Desarrollo de actividades	13
Actividad 1: CLASES DE TEORÍA Y RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS	16
Actividad 2: ELABORACIÓN DE UNA PÍLDORA EDUCATIVA	17
Actividad 3: PRÁCTICA DE LABORATORIO - FUERZA DE ROZAMIENTO ..	19
Actividad 4: ELABORACIÓN DE UN MAPA MENTAL	21
Actividad 5: EXAMEN	21
5.3 Evaluación	22
6. Análisis de los resultados de aprendizaje	23
7. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuestas de mejora	26
IV. Consideraciones finales	27
V. Referencias bibliográficas	29
VI. Anexos	31
Anexo I.	31
Anexo II.	32
Anexo III.	33
Anexo IV.	35
Anexo V.	35
Anexo VI.	36

Nombre del alumno	María Paula Pereiro Trejo
Director del TFM	Rosa María Salvoch Bagüés
Tutor del Centro de Prácticas II	Angel Attar Santolaya
Centro Educativo	Colegio Teresiano del Pilar
Curso en el que se desarrolla la propuesta	4° de ESO
Tema de la propuesta	Las Leyes de Newton y fuerzas de especial interés

I. Introducción

Para comenzar este Trabajo Fin de Máster me presentaré desde una perspectiva tanto académica como personal. Mi nombre es María Paula Pereiro Trejo y creo que siempre he llevado en mí el ser profesora, aunque yo fuera consciente de ello hace poco.

Debido al trabajo de mis padres, siempre estuve mudándome, lo que implicaba no sólo cambiar de ciudad, de país o de casa, sino también de colegios y amigos. Empezar en un colegio nuevo no siempre fue sencillo. Tener que acostumbrarse a una nueva cultura, nuevas instalaciones, nuevos profesores y compañeros y a la vez intentar aprender lo máximo posible es una tarea que a veces se tornaba complicada, especialmente para un niño. Sin embargo, al reflexionar sobre todos los cambios, puedo valorar que fue una etapa en la que no solo aprendí los contenidos académicos que me explicaban mis profesores, sino también cómo integrarme en diferentes grupos, cómo afrontar el cambio de la manera más rápida posible y cómo habituarme a los diferentes niveles de cada colegio, y estas experiencias a día de hoy se reflejan en mi forma de ser y me permiten entender que existen diferentes formas de pensar y de ver la vida, diferentes culturas y creencias, que todos tenemos nuestras vivencias y que siempre podemos aprender los unos de los otros.

Cuando cumplí doce años la situación cambió, pues por primera vez estábamos estables en un lugar y yo pude cursar toda la ESO y Bachillerato en un mismo centro. Permanecer en un mismo instituto durante esos años me permitió poder centrar mi atención en los contenidos que mis profesores me enseñaban y acostumbrarme a una rutina de estudio a la vez que comenzaba a descubrir quién era yo y qué me gustaba.

Un año que fue un punto de inflexión en mi vida fue 3° de ESO, cuando cursé por primera vez la asignatura de Física y Química y comencé a descubrir que me encantaban las ciencias. En clase estudiábamos temas que me generaban curiosidad, que me incitaban a querer saber más y esto me llevó a estudiar el Bachillerato de Ciencia y Tecnología, animada por mi familia y por mis profesores, especialmente mi profesora de matemáticas, que fue una de las primeras personas que me comentó que veía para mí un futuro en las ciencias.

Los dos años de Bachillerato fueron, sin lugar a duda, exigentes. Me esforcé en cada materia para aprender todo lo posible y obtener buenas calificaciones y, aunque no fueron años sencillos, tuve claro que me encantaban las ciencias y quería continuar mis estudios en la Universidad en alguna carrera de la rama científica. Finalicé el Bachillerato obteniendo Matrícula de Honor y comencé el Grado de Química en la Universidad de Zaragoza, una de las mejores decisiones que tomé en mi vida. El Grado de Química no sólo me enseñó contenidos académicos, me enseñó a ser perseverante y tenaz, a luchar por mis sueños y a no darme por vencida, a ser valiente y a pedir ayuda cuando lo necesitaba.

En mi último año de carrera, me tocaba decidir cuál iba a ser el siguiente paso. Hablé con mi familia sobre todas mis inquietudes e hice un trabajo de reflexión para sincerarme conmigo misma y descubrir qué camino quería tomar. Comprendí entonces que lo que me motivaba a mí no eran solo las ciencias, sino también ayudar a los demás y que me gustaba explicar y esforzarme en poder transmitir mis conocimientos y contagiar mi pasión por aprender, por lo que mientras terminaba de cursar las últimas asignaturas y redactaba mi Trabajo Final de Grado, comencé a trabajar en una Academia, enseñando Física, Química y Matemáticas a alumnos de 3º y 4º de ESO y 1º y 2º de Bachillerato. La academia me dejó algo claro: era feliz enseñando. Cuando estaba en clase, me centraba en escuchar a los alumnos, me esforzaba por hacerlos sonreír, porque aprendiesen y por asegurarme de que pudieran ser ellos mismos cuando estábamos todos en clase. Fueron en esos momentos cuando cualquier atisbo de duda desapareció y una vez que me gradué del Grado de Química me matriculé en el Máster de Educación en la Universidad de Zaragoza, con el sueño de convertirme en profesora y transmitirles a los alumnos el amor, la pasión y la curiosidad que siento por la ciencia.

A lo largo de todo este curso académico he contado con el apoyo de mi familia, tanto de mis padres como de mi hermana, que siempre estuvieron allí para ayudarme, aconsejarme, comprenderme y darme ánimos. Este máster me ha dado herramientas y me ha enseñado a cómo planificar una clase, desarrollar actividades que puedan llamar la atención de los alumnos y me ha dado la posibilidad a través de las prácticas realizadas de asistir a un centro escolar y poder enseñar en una clase, pudiendo poner en práctica lo aprendido. Todo esto me ha ayudado a ganar más confianza en mí misma y a poder afirmar con seguridad que no me equivoqué al escoger este camino y que mi vocación es enseñar y acompañar a los estudiantes en una etapa que es muy compleja y en la cual necesitan profesores que les transmitan pasión por aprender y formen parte de su camino.

El periodo de prácticas del máster lo he desarrollado en el colegio Teresiano del Pilar, creado por la Compañía de Santa Teresa de Jesús en 1915 en la ciudad de Zaragoza y perteneciente a la Fundación Escuela Teresiana desde septiembre de 2011. Mi tutor en el centro escolar fue Angel Attar, profesor de Física y Química en 3º y 4º de ESO y en 1º de Bachillerato, profesor de Matemáticas en 2º de ESO y tutor de 1º de Bachillerato B. A lo largo de mi estancia en el colegio, asistí como observadora y oyente a numerosas clases de diferentes cursos y asignaturas e impartí clases de Física y Química en los cursos de 2º, 3º y 4º de ESO y 1º de Bachillerato. De esta forma, el colegio me permitió llevar a la práctica muchos de los aspectos que trabajé en las diversas asignaturas del máster de educación, enriqueciendo en gran medida mi formación como docente.

Sobre el contexto general del centro, el colegio se encuentra ubicado en el Camino de Pinseque nº37-39, 50011 Zaragoza (barrio Venta del Olivar) y se encuentra próximo a los barrios de Miralbueno, Casetas, Monzalbarba, Garrapinillos, y pueblos como Utebo o Pinseque. De estas zonas procede un 85% del alumnado. De otros barrios de la ciudad y de poblaciones próximas como Sobradriel, Remolinos, La Joyosa y La Muela procede el resto de los alumnos.

El colegio cuenta con diferentes zonas de espacio exterior, pistas de baloncesto y polideportivo, canchas de fútbol, aulas ordinarias, aula de dibujo, laboratorio de Biología, Geología y Física y Química, taller de tecnología, aulas de informática, aula de música, sala de pastoral, auditorio y biblioteca. El horario lectivo se realiza en jornada de mañana y tarde, por lo que el centro ofrece un servicio de comedor.

La oferta educativa del centro consiste en Educación Infantil, Educación Primaria, Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y Bachillerato Dual, siendo un colegio concertado con la DGA en Infantil, Primaria y ESO, y privado en Bachillerato. Actualmente el centro alberga a 954 alumnos en los diferentes ciclos con un nivel socioeconómico medio/alto.

Educación Secundaria, de 12 a 16 años, está compuesta por tres grupos en 1º de ESO, tres grupos en 2º de ESO, tres grupos en 3º de ESO y tres grupos en 4º de ESO. Asimismo, en 3º de ESO hay un grupo de PMAR y en 4º de ESO una agrupación. En Bachillerato, se puede escoger las modalidades de Bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales, Ciencias de la Salud y Científico Tecnológico. Esta etapa cuenta, actualmente, con dos grupos en 1º de Bachillerato y dos grupos en 2º de Bachillerato.

Por su parte, el claustro de profesores está compuesto por un total de 70 docentes en los diferentes ciclos. De entre ellos, 32 profesores corresponden a las etapas de ESO y Bachillerato, de los cuales 16 son tutores.

A partir de las experiencias que viví en los periodos de prácticum en el centro y a partir de los conocimientos que las diferentes asignaturas del máster me enseñaron, elaboré el siguiente Trabajo Fin de Máster. El presente trabajo estudia la importancia que adquiere el aprendizaje mediante indagación y la experimentación, observación y posterior reflexión en el aprendizaje significativo de conceptos que a priori resultan complejos y abstractos relacionados con la dinámica newtoniana en la asignatura de Física y Química en 4º de ESO, concretamente durante la impartición del Bloque IV: El movimiento y las fuerzas.

El origen de esta propuesta didáctica recae en la gran preocupación que han señalado numerosas investigaciones por las concepciones que los estudiantes tienen acerca de los conceptos claves en dinámica y en las numerosas dificultades que los alumnos encuentran para la comprensión de estos conceptos una vez abordados en clase. Por esta razón, el principal objetivo de este trabajo consiste en que el alumno, mediante el trabajo de laboratorio y el aprendizaje mediante indagación, comprenda conceptos que suelen resultar abstractos y complejos en dinámica tales como fuerza de rozamiento, fuerza normal, el peso, movimiento y el concepto de interacción. Se pretende que los estudiantes adquieran habilidades prácticas aprendiendo a aprender, logrando así un aprendizaje significativo de los contenidos abordados previamente en clase. Asimismo, se pretende motivar al grupo de alumnos en el estudio de la asignatura de Física y Química, fomentando una dinámica de clase activa y participativa en la que todos los alumnos puedan intervenir sin miedo a equivocarse.

La razón por la cual decidí abordar este tema en este nivel educativo reside en que, dentro de la educación secundaria obligatoria, 4º de ESO adquiere un papel fundamental por dos motivos principales. Por una parte, es el broche final de una etapa importante para el alumnado en la que finalizan su educación obligatoria. Es un curso en el que se promueve la adquisición de competencias necesarias para que los alumnos puedan integrarse en la sociedad y a partir del cual cada alumno deberá tomar decisiones propias y encaminar su futuro. Por otra parte, es un curso escolar en el que se enseñan, en todas las disciplinas, bases sólidas para que los estudiantes puedan seguir construyendo conocimientos en años posteriores. Concretamente en la asignatura de Física y Química, en este curso escolar, los alumnos comienzan a utilizar con más soltura el lenguaje científico, a plantear cuestiones y a ser conscientes de lo que implican los conceptos estudiados. Por estas razones, es clave que el alumnado finalice esta etapa educativa con unos conocimientos de dinámica consolidados y con habilidades que le permitan continuar su aprendizaje en años posteriores, habilidades tales como la reflexión, la comprensión lectora, el cálculo matemático y la expresión tanto por escrito como de forma oral.

II. Análisis didáctico de dos actividades realizadas en asignaturas del máster

En este apartado realizo un análisis didáctico de dos actividades que elaboré a lo largo del máster que he utilizado como base para desarrollar las actividades que llevé a cabo en el prácticum II. Cabe destacar que todas las actividades y trabajos realizados en las distintas asignaturas del máster forman parte del aprendizaje que he adquirido a lo largo del curso y considero que todas han contribuido mi formación. Finalmente, he seleccionado una actividad del primer cuatrimestre y una actividad del segundo cuatrimestre para reflejar la evolución del aprendizaje a lo largo del máster.

1ª actividad.- La Programación Didáctica

La primera actividad está contemplada en la asignatura Diseño Curricular e Instruccional de Ciencias Experimentales impartida por María José Sáez Bondía y Ángel Luis Cortés Gracia durante el primer cuatrimestre del máster. Yo considero que esta asignatura fue clave en mi proceso de aprendizaje y, por esta razón, escogí la Programación didáctica desarrollada para el Bloque III: Los cambios químicos, contemplada en la asignatura de Física y Química en 4º de ESO.

La programación didáctica que elaboré en esta asignatura fue un reto personal siendo uno de los trabajos que más complejos me resultaron de elaborar porque abordaban conceptos nuevos para mi durante el primer cuatrimestre tales como realizar la temporalización de contenidos, contextualizar las actividades a un centro escolar y a un curso, familiarizarme con la normativa, expresarme con el lenguaje y la terminología adecuada en el trabajo, comprender qué significa evaluar, tener en cuenta para las actividades los recursos y los materiales necesarios y plantear diferentes posibilidades para el aprendizaje del alumnado atendiendo a las dificultades en el aprendizaje, a la diversidad en el aprendizaje, planteando a su vez actividades complementarias y medidas de contingencia. Sin embargo, gracias a estas dificultades a las cuales el trabajo te sometía, comprendí conceptos y adquirí habilidades que utilicé en todos los trabajos posteriores que realicé en el máster, tanto en el prácticum como en las demás asignaturas. En conclusión, este trabajo fue un recurso al cual acudí en numerosas ocasiones para revisar y comparar aspectos de la evaluación, para recordar puntos claves y para utilizar como punto de partida para elaborar otras actividades. Estas son las razones principales por las cuales yo decidí incorporar esta actividad en este apartado.

En primer lugar, en la programación didáctica diseñada fue necesario contextualizar la programación planteada a un centro escolar concreto de libre elección. Desarrollar esta contextualización me enseñó a pensar y elaborar diferentes actividades adecuadas a ese centro y para un curso determinado, aspecto que me ayudó mucho a la hora de elaborar las actividades del prácticum contextualizadas al curso, al grupo y al colegio en el que estaba realizando las prácticas.

Por otra parte, al diseñar la programación aprendí a agrupar los contenidos de un bloque en diferentes unidades didácticas, de tal forma que las agrupaciones realizadas favorecieran que el alumnado comprendiera el tema. Durante el prácticum II mi tutor del centro escolar me indicó que impartiría en 4º de ESO los temas relacionados con las Leyes de Newton y las fuerzas y que podía organizar los temas, las actividades que quería realizar y los ejercicios de la forma que yo lo considerara más apropiada para los alumnos con total libertad. Partiendo de los consejos de mi tutor, el libro de texto que llevaban los alumnos y la experiencia que yo había adquirido en esta programación, organicé los contenidos en una unidad didáctica agrupando los conceptos y las actividades de la mejor forma posible para motivar al alumnado en el aprendizaje de la asignatura y favorecer la comprensión de los conceptos abordados. Utilicé

como base lo aprendido en la realización de las unidades didácticas y la temporalización de esta programación.

Durante la elaboración de la programación, uno de los aspectos que me resultó más complejo de abordar fue la evaluación y los instrumentos de evaluación utilizados. Fue un apartado que requirió mucha revisión por parte de los profesores de la asignatura y del cual obtuve *feedback* para mejorar y aprender, el cual me ayudó mucho para el resto del máster. Durante el prácticum tuve la posibilidad de implementar instrumentos de evaluación que había desarrollado en la programación didáctica mencionada, tales como una prueba abierta basada en preguntas, la observación del alumnado, el registro diario de clase, un examen y un informe de la práctica de laboratorio.

Finalmente, me gustaría destacar un aspecto concreto que el realizar esta programación enriqueció de gran manera mi aprendizaje como docente, esto es el *feedback* que recibí de los profesores de la asignatura. Yo entregué la programación y recibí comentarios de los profesores de tal forma que éstos no juzgaban mi elaboración sino me enseñaban; me enseñaron a expresarme mejor, me enseñaron a tener en cuenta otras opciones, me remarcaron errores que había cometido y me enseñaron conceptos que se habían dado cuenta que yo no había comprendido bien. Fue una experiencia en la cual realmente aprendí y que luego yo intenté replicar en el prácticum. Durante el prácticum realicé una práctica de laboratorio que abarcaba varias sesiones de clase y, al finalizar cada sesión, los alumnos me entregaban los informes que iban completando y yo se los devolvía en la clase siguiente con *feedback* y comentábamos juntos esos puntos en los cuales yo había detectado que no habían quedado claras las ideas o en los puntos que yo consideraba que había margen de mejora. Intenté que ellos se sintieran como yo me sentí cuando realicé esta programación, formando parte de una evaluación formativa.

2ª actividad.- Proyecto de innovación docente

La segunda actividad que seleccioné para analizar en este apartado está contemplada en la asignatura de Innovación e Investigación educativa en Física y Química impartida por Beatriz Carrasquer Álvarez y María Esther Cascarosa Salillas durante el segundo cuatrimestre del máster. A lo largo de esta asignatura diseñé diversas actividades con el objetivo de utilizarlas durante mi estancia en el prácticum, de todas ellas seleccioné el Proyecto de innovación docente: las Leyes de Newton y la fuerza de rozamiento, elaborada para el curso de 4º de ESO. La razón principal por la que escojo este proyecto consiste en que pude implementar en el prácticum todas las actividades elaboradas.

Antes de plantear las actividades que el proyecto requería, realicé una búsqueda bibliográfica de información en la que ahondé en temas relacionados con el aprendizaje mediante indagación, el aprendizaje experimental y el trabajo en equipo en el aula. Mediante esta búsqueda bibliográfica, aprendí que los conceptos relacionados con dinámica en física resultan complejos para el alumnado y pude leer y analizar diversas metodologías que emplean actualmente diferentes profesores de Física y Química tanto en Educación Secundaria como en la Universidad para favorecer la comprensión que el alumnado tiene de estos conceptos. Todo este proceso de aprendizaje me ayudó a tener claros los objetivos que quería alcanzar con las actividades que debía elaborar en el prácticum y hacia donde quería dirigir la clase.

Basándome en la experiencia de diferentes docentes y en la información recabada, desarrollé las actividades del prácticum de tal forma que se fomentara el aprendizaje mediante indagación y las prácticas de laboratorio. Durante este tiempo, pude comprobar por mí misma que los resultados que recogían los informes y artículos que yo había estudiado para el proyecto de innovación eran ciertos en gran medida; los alumnos se implican más en su aprendizaje en prácticas experimentales que en clases magistrales de teoría y los conceptos los comprenden

mejor si ellos mismos reflexionan los contenidos abordados en clase, por supuesto, con la orientación del docente. Además, la base bibliográfica del proyecto me dio seguridad y confianza en las actividades que estaba diseñando y, a su vez, me proporcionó diferentes puntos de vista sobre cómo abordar los conceptos de física en el aula.

Finalmente, a partir de las actividades elaboradas en el proyecto de innovación desarrollé la memoria del prácticum y, además, forman parte de los cimientos sobre los cuales he construido el presente Trabajo Fin de Máster, el cual continúa la línea desarrollada en el proyecto de innovación partiendo de esas actividades diseñadas las cuales se describen en mayor profundidad en el apartado *III. Propuesta didáctica*.

III. Propuesta didáctica

1. Título: Estudio de las fuerzas y las Leyes de Newton en 4° de ESO y sus aplicaciones en el mundo actual.

La siguiente propuesta didáctica está diseñada para impartirse en el curso de 4° de ESO durante el estudio del Bloque IV: El movimiento y las fuerzas perteneciente a la asignatura de Física y Química. En la propuesta se trabajan los conceptos fundamentales de la dinámica newtoniana: la fuerza como interacción, los efectos de las fuerzas, el carácter vectorial de las fuerzas, la descomposición de fuerzas, las leyes de Newton, la fuerza normal, el peso, la tensión y la fuerza de rozamiento.

De los contenidos mínimos que competen el Bloque IV de acuerdo con el **Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre**, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato (BOE 03/01/2015), esta propuesta trabaja los siguientes:

- Naturaleza vectorial de las fuerzas.
- Leyes de Newton.
- Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.

Aunque la presente propuesta se ha acotado a unos determinados contenidos de un bloque concreto, durante su desarrollo se trabajan también contenidos del Bloque I: La actividad científica, correspondiente a la asignatura de Física y Química en 4° de ESO. Dichos contenidos son:

- Magnitudes escalares y vectoriales.
- Magnitudes fundamentales y derivadas.
- Expresión de resultados.
- Análisis de los datos experimentales.

2. Evaluación inicial

La evaluación inicial ofrece información a partir de la cual el docente puede conocer las potencialidades de los estudiantes y los aspectos a mejorar y fortalecer a lo largo de la unidad. Tal y como destacan Nùria Giné y Artur Parcerisa en el libro “Evaluación en la educación secundaria: Elementos para la reflexión y recursos para la práctica” (2000), la evaluación inicial también permite introducir al alumnado en un nuevo tema y forma parte del comienzo del proceso de enseñanza-aprendizaje.

La evaluación inicial, además de ofrecer información fundamental al docente para diseñar y ajustar la programación de la asignatura al grupo, puede resultar de gran utilidad para el

alumnado sobre todo cuando permite que los estudiantes puedan anticipar los contenidos que se estudiarán en clase, cuando favorece la implicación de los estudiantes, fomenta la motivación por el aprendizaje de la asignatura y cuando permite que el alumnado reflexione sobre sus conocimientos previos al tema (Giné y Parcerisa, 2000).

Asimismo, cabe destacar que, una evaluación inicial es necesaria e importante, pero depende en gran medida de cómo se lleve a cabo en el aula y el profesorado debe procurar que dicha evaluación inicial se ajuste todo lo posible a los contenidos que se pretenden enseñar y favorezca el aprendizaje del alumnado.

Partiendo de estas ideas, en esta propuesta didáctica se plantean dos actividades que forman parte de la evaluación inicial. La primera parte de la evaluación inicial se llevó a cabo antes de abordar los contenidos de la unidad y la segunda parte se realizó al comienzo de la práctica de laboratorio propuesta en el desarrollo de la unidad.

Actividad 1: One minute paper

Antes de impartir los contenidos de la unidad, se llevó a cabo durante la primera sesión de clase una actividad de evaluación inicial basada en un *One minute paper*. El *One minute paper* que en español podría traducirse como *trabajos de un minutos* o *papel al minuto* (Ocejo, Valenzuela & Varandela, 2010) es un método de evaluación que obliga a pensar y reflexionar para responder a las preguntas que se proponen. Asimismo, se trata de un método que ayuda al alumnado a ordenar sus ideas y a redactar y sintetizar sus opiniones (Morales, 2011).

El docente repartió a cada estudiante un bloc de notas adhesivas (*post-it*) y, a continuación, formuló una serie de preguntas que, de manera individual, el alumnado respondió a cada pregunta en un tiempo máximo de tres minutos. Una vez finalizado el tiempo de respuesta, se pusieron en común las diferentes ideas que surgieron. No se trata de que el docente dé la respuesta correcta ni se buscó que el alumnado supiera responder correctamente, puesto que las preguntas abarcaban contenidos que se estudiarían a lo largo de la unidad. El objetivo de diseñar de esta forma la evaluación inicial fue que los alumnos se comuniquen entre ellos y con el docente, comenzar a crear un clima de clase en el que los estudiantes puedan preguntar y comentar ideas sin miedo, fomentar la reflexión y la curiosidad por situaciones cotidianas que podríamos explicar una vez estudiados los contenidos de la unidad. Este tipo de evaluación puede resultar muy útil para activar ideas, expectativas y fomentar el interés y la atención de la clase (Morales, 2011).

Las preguntas realizadas en la actividad abarcaron los aspectos de los cuales se pretendía recoger información y se pueden visualizar en el Anexo I. Por una parte, se buscó conocer las ideas previas que el alumnado tiene sobre dinámica, además se pretendía que el alumnado se esfuerce en recordar sus conocimientos sobre el tema adquiridos en cursos anteriores. Por otra parte, se abordaron preguntas que permitieron detectar el punto de partida de la clase en general y de cada alumno en particular en el cálculo matemático, concretamente en el manejo de vectores, ya que a lo largo de la unidad se requerirían destrezas matemáticas para la resolución de problemas relacionados con el cálculo de la fuerza resultante y la descomposición de fuerzas.

Los resultados obtenidos en clase fueron diversos. En general, todos tenían una idea preconcebida del concepto de fuerza y la mayoría recordaba que la unidad de la fuerza es el Newton, pero nadie sabía lo que significaba Sistema Internacional de Unidades, lo que dio pie a comentar qué significa SI y por qué se había establecido un Sistema Internacional de medidas. Algunos alumnos recordaban las Leyes de Newton principalmente la segunda y la tercera Ley de Newton. La pregunta del patinador sobre el *skate* se sustituyó por los pasajeros en un autobús y todos los estudiantes explicaron al instante que al frenar el autobús o el coche nuestro cuerpo

se mueve hacia adelante, pero nadie relacionó este hecho con la inercia y la primera Ley de Newton. Por otra parte, sólo un alumno recordaba que la fuerza es una magnitud vectorial, por lo tanto, en clase se puso el siguiente ejemplo:

- » Docente: *Muy atentos a esto: supongamos que os digo que voy a aplicar una fuerza de 5N sobre la puerta de clase. Por favor, levantad la mano los que piensan que voy a abrir la puerta.*
- » Respuesta de la clase: levantaron la mano algunos alumnos, aproximadamente 7 alumnos de los 16 estudiantes.
- » Docente: *Ahora que levante la mano los que piensan que voy a cerrar la puerta.*
- » Respuesta de la clase: levantaron la mano más estudiantes que antes, algunos alumnos levantaron la mano en ambas respuestas.

Yo considero que en este segundo caso levantaron la mano más alumnos porque en el momento en el cual se planteó el problema la puerta de clase estaba abierta y yo estaba colocada al lado. Sin embargo, el estudiante que antes había recordado que la fuerza es un vector exclamó a toda la clase: *¡Pero no nos ha dicho la dirección de la fuerza, así que bajad la mano todos!*

Fue el comentario perfecto para comentar que el alumno tenía razón y que todos observaran que no basta con dar el módulo de una fuerza, es necesario saber la dirección y el sentido de aplicación de la fuerza para saber qué pasará con la puerta de clase.

Con respecto a la intervención del alumnado, la mayor parte del alumnado respondió y aportó ideas, algunos alumnos respondían al momento de plantear la pregunta sin una reflexión previa, pero se utilizó como base para poder indagar más en esa respuesta mediante preguntas que el docente realizaba a la clase, y, por el contrario, otros estudiantes pensaban más tiempo la respuesta antes de intervenir. En ocasiones los propios alumnos se ayudaban mutuamente en sus respuestas o intervenían para matizar la respuesta de otro compañero, algo que sorprendió gratamente. La mayoría de los alumnos no tomaba apuntes, pero en general se observó a una clase concentrada y colaborativa.

Actividad 2: Cuestionario inicial de la práctica de laboratorio: fuerza de rozamiento

Durante esta propuesta, los alumnos realizaron una práctica de laboratorio en la cual estudiaron las características de la fuerza de rozamiento, analizando la influencia de cuatro factores sobre la fuerza de rozamiento: el área de las superficies de contacto, la velocidad del movimiento, el tipo de superficies en contacto y la masa del cuerpo en movimiento. Al inicio de la práctica, los estudiantes completaron, de forma individual, un cuestionario inicial cuyo objetivo consistió en que el alumnado reflexione sobre sus conocimientos previos y elabore hipótesis sobre cómo creían que los cuatro factores estudiados influyen sobre la fuerza de rozamiento. Este cuestionario recogió información sobre la capacidad que tiene el alumnado de elaborar hipótesis iniciales basándose en sus conocimientos previos, estableciendo puentes de conexión entre lo estudiado en clase y la práctica que se llevaba a cabo. Cabe destacar que este cuestionario se realizó después de haber abordado en clase los conceptos teóricos del tema, por tanto, los estudiantes acudieron al laboratorio con una base del tema trabajada.

El Anexo II. es el cuestionario inicial y en el siguiente enlace se puede visualizar las soluciones a dicho cuestionario y la rúbrica de evaluación: [Cuestionario inicial de la práctica de laboratorio](#). En la Figura 1. y la Figura 2. se pueden observar algunas de las respuestas al primer y segundo ejercicio respectivamente, del cuestionario inicial de prácticas que dieron los alumnos de 4º de ESO del Colegio Teresiano del Pilar.

Figura 1.

Respuestas de algunos alumnos de 4º de ESO al ejercicio número uno del cuestionario inicial de la práctica de laboratorio “Fuerza de rozamiento”

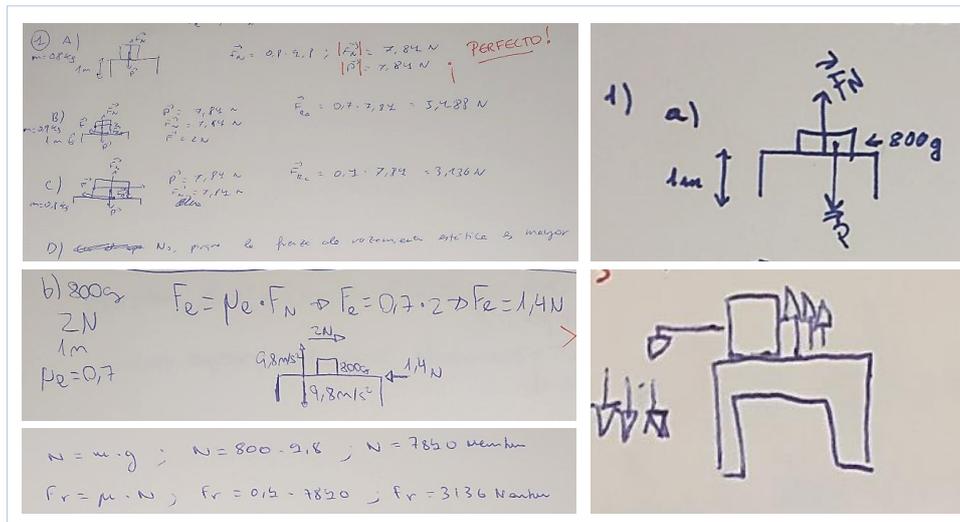
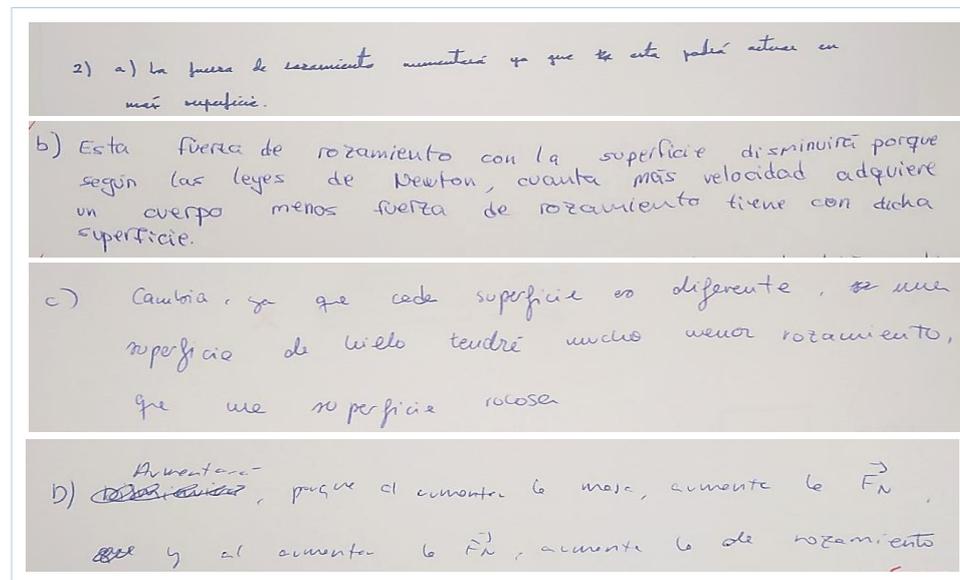


Figura 2.

Respuestas de algunos alumnos de 4º de ESO al ejercicio número dos del cuestionario inicial de la práctica de laboratorio “Fuerza de rozamiento”



Nota. Los enunciados del cuestionario se pueden visualizar en el Anexo II. Las marcas de bolígrafo rojo de las figuras corresponden con correcciones del docente.

En el primer ejercicio del cuestionario hay alumnos que calcularon mal la fuerza normal porque en su expresión matemática colocaron la masa en gramos. En las imágenes también se puede observar que hay alumnos que no colocaron las unidades en las magnitudes. Con respecto a la representación de las fuerzas que actuaban sobre la caja, la mayoría de los alumnos representan las fuerzas como vectores y, en algunos casos, las dibujan fuera de la caja como si las fuerzas no estuvieran ejercidas sobre el objeto. Durante la realización del cuestionario la mayoría preguntaron por qué el enunciado nos daba la altura de la mesa; de esta forma, se observó que el añadir en el enunciado un valor adicional que no utilizaban para realizar los cálculos acarrió confusión general en la clase.

Por otra parte, en el segundo ejercicio hay alumnos que elaboraron sus hipótesis basándose en experiencias de su día a día y hay alumnos que dejaron los apartados sin responder o escribieron respuestas sin argumentarlas.

Cabe destacar que el alumnado que se enfrentó al cuestionario no estaba acostumbrado a realizar prácticas de laboratorio ni a realizar un cuestionario inicial de este estilo y, a pesar de ello, se esforzaron lo máximo posible en responder a las preguntas y en adaptarse a una situación que les resultó completamente nueva. La sesión posterior a la realización del cuestionario se utilizó para afianzar con el alumnado las cuestiones que se preguntaban y profundizar tanto en los cálculos como en las hipótesis que los estudiantes plantearon. Además, a lo largo de la práctica, cuando comprendían cómo influyen los factores estudiados en la fuerza de rozamiento la mayoría se sorprendía y comentaban que podríamos volver a realizar el cuestionario porque ahora ya sabían cómo enfocar las respuestas. Yo considero que, a partir de la experiencia que vivieron, si la clase realizara otra práctica de laboratorio en otra unidad y volvieran a someterse a un cuestionario inicial en el cual tuvieran que plantear hipótesis, los resultados mejorarían considerablemente porque el alumnado ya sabría que el objetivo es reflexionar sin tener miedo y argumentar las ideas incluso con ejemplos.

3. Objetivos curriculares

La presente propuesta didáctica está diseñada para impartirse en el curso de 4º de ESO durante la impartición del Bloque IV: El movimiento y las fuerzas. De los objetivos generales de la asignatura de Física y Química establecidos en la **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 centros docentes de la Comunidad Autónoma de Aragón, esta propuesta contribuye a alcanzar principalmente los objetivos curriculares:

- Obj.FQ.1. Durante la práctica de laboratorio el alumnado seguirá el método científico. En primer lugar, elaborarán hipótesis iniciales que luego comprobarán mediante la realización de la práctica. Finalmente analizarán los resultados completando el informe de prácticas.
- Obj.FQ.2. A lo largo de la propuesta el alumnado realizará una serie de actividades y tareas en las cuales deberán expresarse utilizando la terminología científica propia de la unidad.
- Obj.FQ.3. El alumnado deberá contextualizar lo estudiado en clase con el mundo cotidiano que les rodea, realizando las actividades y tareas solicitadas aplicando el pensamiento crítico y argumentando sus ideas y respuestas.
- Obj.FQ.6. El alumnado aplicará las Leyes de Newton para explicar fenómenos que ocurren en su vida cotidiana.

Los objetivos concretos en relación al tema que se proponen son los siguientes:

- Motivar al alumnado en el aprendizaje de la asignatura de Física y Química.
- Favorecer el aprendizaje significativo mediante el trabajo experimental y el aprendizaje por indagación.
- Entender las fuerzas como acciones capaces de modificar el estado de reposo o movimiento de un cuerpo, o de producir deformaciones en él. Diferenciar entre fuerzas de contacto, tales como la fuerza normal, la tensión, la fuerza de rozamiento y la fuerza elástica, y fuerzas a distancia tales como la fuerza gravitatoria y la fuerza eléctrica.

- Identificar fuerzas de especial interés: el peso, la fuerza normal, la tensión y la fuerza de rozamiento. Representar en un diagrama dichas fuerzas actuando sobre un cuerpo. Calcular la fuerza neta tanto en módulo como sus componentes vectoriales.
- Comprender las Leyes de Newton y aplicarlas para interpretar ejemplos de la vida cotidiana.
- Analizar la influencia de cuatro factores sobre la fuerza de rozamiento: el área de las superficies de contacto, la velocidad del movimiento, el tipo de superficies en contacto y la masa del cuerpo en movimiento.
- Mejorar la expresión tanto escrita como oral mediante la comprensión y utilización del vocabulario científico correspondiente a la unidad.
- Favorecer el trabajo en equipo, la comunicación asertiva y el respeto entre compañeros.
- Trabajar y utilizar las TIC para adquirir destrezas en el manejo de herramientas tecnológicas que permiten elaborar materiales audiovisuales con contenido científico y mapas mentales.

De esta forma, los criterios de evaluación que se trabajan y deben superarse para alcanzar dichos objetivos son los siguientes:

- Crit.FQ.4.6. Reconocer el papel de las fuerzas como causa de los cambios en la velocidad de los cuerpos y representarlas vectorialmente.
- Crit.FQ.4.7. Utilizar el principio fundamental de la Dinámica en la resolución de problemas en los que intervienen varias fuerzas.
- Crit.FQ.4.8. Aplicar las leyes de Newton para la interpretación de fenómenos cotidianos.
- Crit.FQ.1.3. Comprobar la necesidad de usar vectores para la definición de determinadas magnitudes y saber realizar operaciones con ellos.
- Crit.FQ.1.5. Expresar el valor de una medida usando el redondeo y el número de cifras significativas correctas.

A lo largo de la propuesta didáctica, concretamente en las actividades desarrolladas, se trabajan principalmente la competencia CMCT (Competencia Matemática y competencias básicas en Ciencia y Tecnología) y la competencia CD (Competencia digital).

4. Justificación (Marco teórico)

El aprendizaje de los conceptos de dinámica en la asignatura de física se caracteriza por presentar numerosas dificultades para el alumnado debido al carácter abstracto que la física adquiere cuando se imparte siguiendo una metodología tradicional (González y Crujeiras, 2017). Esta dificultad a la que se enfrentan los estudiantes podría ser un elemento crucial en el desarrollo de una actitud negativa hacia la ciencia (Morales et al., 2015) o podría llevar al alumnado a una incorrecta interpretación de la materia estudiada.

Para fomentar un aprendizaje significativo, numerosos estudios apuestan por el valor positivo que adquieren los trabajos prácticos de laboratorio en los cuales el alumnado pueda participar activamente en su aprendizaje, experimentando y reflexionando sobre lo que aprende (Duque et al., 1996). Dentro de este marco práctico, el aprendizaje basado en la indagación es un proceso de descubrimiento y adquisición de conocimientos en el cual los alumnos formulan hipótesis y las comprueban mediante la experimentación, obteniendo conclusiones mediante la observación y la posterior reflexión de lo observado. De esta forma, el grupo desarrolla habilidades y herramientas que les permiten aprender a aprender y destrezas científicas que les serán útiles a lo largo de toda su formación académica y profesional (García Carmona, 2012).

En esta propuesta, el alumnado llevó a cabo un proceso de aprendizaje autodirigido por el profesor en el cual realizaron un conjunto de experimentos en el laboratorio. En primer lugar, el alumnado realizó predicciones, formulando hipótesis sobre lo que creían que ocurriría en las pruebas experimentales basándose en sus conocimientos del tema y, finalmente, mediante la comprobación experimental y la observación, corroboraron sus predicciones iniciales discutiendo entre todos los resultados finales. A lo largo de este proceso es clave alcanzar un clima de clase propicio para preguntar dudas y dar lugar al debate y la discusión de las diferentes ideas (García Carmona, 2012).

En las actividades propuestas el alumnado se organizó en grupos heterogéneos para trabajar de forma colaborativa. El trabajo en equipo permite que los estudiantes interactúen entre ellos y con el docente, fortaleciendo la construcción del conocimiento. Las experiencias educativas dinámicas permiten que los estudiantes aprendan a adaptarse a nuevas circunstancias, aprendan a ser críticos, creativos e innovadores (Peñolaza, 2017).

Para fomentar la implicación del alumnado en su propio aprendizaje favoreciendo su autonomía en las actividades e infundiendo el interés por la asignatura, se realizaron dos actividades utilizando las TIC: un mapa mental y una píldora educativa. En este marco, se emplean las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) porque fomentan la utilización de imágenes y recursos gráficos en el aprendizaje mediante herramientas tecnológicas que permiten la visualización de información relevante (Molina et al., 2011).

El uso de mapas mentales en el aula es una estrategia de aprendizaje que exige al alumnado capacidad para resaltar las ideas claves. Además, el mapa mental es una técnica que ayuda a estructurar, organizar y sintetizar la información, estableciendo jerarquías y relaciones entre los conceptos (Villalustre y Del Moral Pérez, 2010).

En los mapas mentales se parte de una idea central que se relaciona con otros conocimientos, potenciando las asociaciones entre conceptos y el pensamiento creativo del alumnado. De esta forma, se obtiene como producto final una representación visual que estimula el pensamiento divergente y metacognitivo y ayuda a la memorización de los contenidos ya que utiliza imágenes, íconos, diferentes tipos y tamaños de letra, colores, relaciona ideas con líneas y flechas y ejemplifica los conceptos (Villalustre y Del Moral Pérez, 2010).

Por su parte, una píldora educativa es un vídeo de corta duración en el cual se realiza una explicación concreta de un concepto. Los vídeos ayudan al alumno a ilustrar y ejemplificar el tema abordado en el aula, describir y analizar situaciones experimentales y sintetizar información, a la vez que permiten la interacción social y la divulgación de conocimientos (Ezquerro y Manso, 2014). En este trabajo se propone que el alumnado sea el que *elabore* su propio vídeo contextualizando las Leyes de Newton con el mundo que les rodea.

En conclusión, en esta propuesta se pretende que los alumnos asuman mayor responsabilidad en su propio aprendizaje y den sentido a lo que aprenden, trabajen competencias que se consideran esenciales en educación tales como el trabajo colaborativo en equipo, la comunicación asertiva, la reflexión sobre los resultados observados en las experiencias y corroboren sus hipótesis mediante la experimentación.

5. Actividades

A continuación, se propone una batería de actividades diseñadas para el curso de 4º de ESO B del colegio Teresiano del Pilar, concretamente para el estudio del Bloque IV: El movimiento y las fuerzas perteneciente a la asignatura de Física y Química.

Dentro de esta batería, se proponen dos actividades que forman el eje central a partir del cual se desarrollaron los contenidos de aprendizaje propuestos. Estas dos actividades principales son la elaboración de una píldora educativa y la realización de una práctica de laboratorio. Ambas actividades fomentan la motivación por el aprendizaje de la asignatura, el trabajo en equipo y la expresión tanto escrita como oral del alumnado, utilizando la terminología científica propia de la unidad. Por su parte, la píldora favorece la contextualización de las Leyes de Newton con el mundo actual y la práctica de laboratorio, en la cual se analiza la influencia de determinados factores sobre la fuerza de rozamiento, favorece el aprendizaje significativo, la observación y la reflexión del alumnado.

Asimismo, se proponen otras tres actividades que complementan la unidad y ayudan al alumnado a consolidar el conocimiento adquirido. Estas actividades complementarias son la resolución de ejercicios que favorezcan la comprensión del tema, la realización de un mapa mental que ayude al alumnado a relacionar, jerarquizar y organizar los conceptos estudiados en la unidad y un examen al finalizar la unidad.

5.1 Contexto de aula

El grupo de clase estaba formado por 16 estudiantes (9 chicas y 7 chicos entre 15 y 16 años) que dispone de los medios adecuados para el estudio y del apoyo de las familias. Sin embargo, es un grupo que se encuentra muy desmotivado en todas las asignaturas, acostumbrado a un marco de enseñanza tradicional, basado en un aprendizaje en el cual reciben toda la información y en el cual predomina el aprendizaje memorístico. Además, se trata de un grupo en donde la falta de compañerismo ocasionó varios conflictos a lo largo del curso actual, conflictos entre compañeros de clase y conflictos entre alumnos y docentes.

La asignatura de Física y Química en 4º de ESO B dispone de 3 horas de clase por semana: lunes a cuarta hora (de 12:05 a 13:00h), jueves a sexta hora tras el descanso para comer (de 15:15 a 16:10h) y viernes a primera hora (de 8:45 a 9:45h). A lo largo de la programación se observó que los jueves es el día que el alumnado participa en mayor medida, pero se pierden los últimos 5 minutos de clase porque quieren recoger para irse pronto a casa. También se observó que cuando finaliza la clase de los jueves hay alumnos que suelen acercarse al docente para preguntar dudas tanto de teoría como en ejercicios.

5.2 Desarrollo de actividades

En la Tabla 1. se puede observar un resumen de los contenidos, objetivos y criterios de evaluación correspondientes a cada actividad desarrollada en la propuesta. Por su parte, la Tabla 2. incluye las competencias, los materiales necesarios y los instrumentos de evaluación de dichas actividades. Finalmente, la Tabla 3. recoge la secuenciación de las actividades planteadas y el tiempo empleado para cada una de ellas.

Tabla 1.*Contenidos, objetivos y criterios de evaluación de las actividades propuestas*

Actividad	Contenidos	Objetivos	Criterios de evaluación
Clases de teoría y resolución de ejercicios	Definición de fuerza, estudio de los efectos de las fuerzas, carácter vectorial de las fuerzas, la descomposición de fuerzas y las leyes de Newton.	Representar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, calcular la fuerza neta y aplicar las Leyes de Newton para explicar y resolver problemas.	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8. Crit.FQ.1.3.
Elaboración de una píldora educativa	Leyes de Newton	Contextualizar las Leyes de Newton con el mundo actual. Utilizar las TIC para elaborar un medio audiovisual con contenido científico. Mejorar la expresión escrita y oral. Fomentar la implicación y autonomía del alumnado en su propio aprendizaje.	Crit.FQ.4.8.
Práctica de laboratorio: fuerza de rozamiento	Estudio de la fuerza de rozamiento	Analizar la influencia de cuatro factores sobre la fuerza de rozamiento: el área de la superficies de contacto, la velocidad del movimiento, el tipo de superficies en contacto y la masa del cuerpo en movimiento. Trabajar en equipo.	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.1.5.
Elaboración de un mapa mental	Definición de fuerza, Leyes de Newton y fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.	Resaltar las ideas principales de la unidad. Estructurar, organizar y sintetizar la información del tema. Fomentar la implicación y la autonomía del alumnado. Desarrollar el pensamiento divergente y metacognitivo. Trabajar en equipo, fomentando el respeto y la comunicación asertiva. Compartir las diferentes perspectivas e ideas que tiene el alumnado.	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8.
Examen	Naturaleza vectorial de las fuerzas. Leyes de Newton. Fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.	Desarrollar la comprensión lectora y mejorar la expresión escrita del alumnado, enfatizando en el correcto uso del lenguaje científico adquirido a lo largo de la unidad Representar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y calcular la fuerza neta Aplicar las Leyes de Newton para explicar y resolver problemas	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8. Crit.FQ.1.3.

Tabla 2.

Competencias, materiales necesarios e instrumentos de evaluación de las actividades propuestas

Actividad	Criterios de evaluación	Competencias	Materiales y recursos necesarios	Instrumentos de evaluación
Clases de teoría y resolución de ejercicios	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8. Crit.FQ.1.3.	CMCT	Aula ordinaria, proyector, ordenador y libro de texto de clase	Prueba abierta basada en preguntas Observación Registro diario de clase
Elaboración de una píldora educativa	Crit.FQ.4.8.	CMCT CD	Ordenador, dispositivo para grabar un vídeo y libro de texto de clase	Observación Trabajo de los alumnos Rúbrica
Práctica de laboratorio: fuerza de rozamiento	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.1.5.	CMCT	Goma eva, fieltro, cartulina, papel secante, dinamómetros, bloques de madera y cáncamos	Observación Informe de la práctica de laboratorio Rúbrica
Elaboración de un mapa mental	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8.	CMCT CD	Aula de informática	Observación Trabajo de los alumnos Rúbrica
Examen	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8. Crit.FQ.1.3.	CMCT	Aula ordinaria y folios	Examen

Tabla 3.

Secuenciación de actividades y tiempo empleado para cada una de ellas

Secuenciación de actividades	Número de sesiones de clase (50 minutos)			
	Aula ordinaria	Laboratorio	Aula de informática	TOTAL
Evaluación inicial	1			1
Clases de teoría y resolución de ejercicios	4			4
Elaboración de una píldora educativa	1		2	3
Práctica de laboratorio: fuerza de rozamiento		2		2
Elaboración de un mapa mental			1	1
Examen	1			1
TOTAL DE SESIONES	7	2	3	12

Actividad 1: CLASES DE TEORÍA Y RESOLUCIÓN DE EJERCICIOS

Los contenidos y objetivos concretos, así como los criterios de evaluación, los instrumentos de evaluación y los materiales necesarios durante las sesiones de teoría y la resolución de ejercicios se pueden visualizar en la Tabla 1. y 2. del apartado 5.2 *Desarrollo de actividades*.

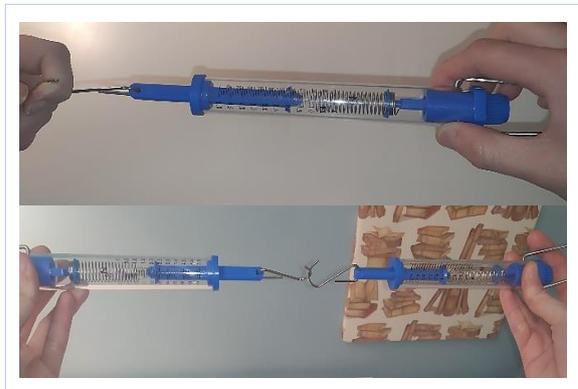
Durante las clases se hizo hincapié en el aprendizaje mediante indagación fomentando la participación activa del alumnado. A modo de ejemplo, algunas de las preguntas realizadas en clase fueron las siguientes:

- ¿Qué ejemplos de fuerzas conoces? ¿Cuál es la diferencia entre una fuerza de contacto y una fuerza a distancia?
- ¿Podrías dar un ejemplo de un cuerpo que esté en equilibrio y en reposo? ¿Y un cuerpo que esté en reposo, pero no en equilibrio? ¿Y un cuerpo que no esté ni en reposo ni en equilibrio?
- Una vez estudiada la tercera ley de Newton, ¿Si se produce una fuerza de acción y una fuerza de reacción que tienen el mismo módulo y la misma dirección, pero sentidos opuestos, por qué no se anulan entre ellas?

Además, durante las sesiones de teoría se realizaron pequeñas demostraciones de los conceptos estudiados para favorecer la comprensión del tema. Por ejemplo, la tercera ley de Newton, fuerza de acción-reacción, se ejemplificó utilizando dos dinamómetros. Al principio, un alumno A sujetó un dinamómetro de un extremo mientras que otro estudiante B sujetó el otro extremo del dinamómetro y tiró de él hasta que el instrumento marcó 2N. Ante lo observado se preguntó al resto de alumnos si pensaban que el brazo del alumno A estaría ejerciendo una fuerza de reacción a la fuerza de acción de 2N de su compañero. Para demostrar que efectivamente el alumno A estaba realizando una fuerza de reacción, el mismo alumno A sujetó ahora por un extremo otro dinamómetro mientras que el extremo opuesto se enlazó con el extremo libre del dinamómetro que sujetaba el estudiante B anteriormente. El estudiante B volvió a tirar de su dinamómetro hasta que éste marcó 2N, pero ahora se pudo observar que el otro dinamómetro también marcaba 2N. En la Figura 3. se puede observar el experimento.

Figura 3.

Experimento realizado con dinamómetros para ejemplificar la tercera ley de Newton



Por su parte, para abordar la primera ley de Newton y el concepto de inercia, los alumnos visualizaron un vídeo del canal QuantumFracture en el que se resume por qué nos caemos cuando frena un autobús (Canal QuantumFracture. (10 de agosto de 2017). *¿Por qué te caes cuando frena el autobús?* [Archivo de vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=u3Rdm75l4AU>).

Actividad 2: ELABORACIÓN DE UNA PÍLDORA EDUCATIVA

Contenidos: Leyes de Newton

Objetivos:

- Contextualizar las Leyes de Newton con el mundo actual
- Utilizar las TIC para elaborar un medio audiovisual con contenido científico
- Mejorar la expresión escrita y oral utilizando el lenguaje científico apropiado
- Fomentar la implicación y autonomía del alumnado en su propio aprendizaje

Materiales necesarios:

- Aula de informática
- Dispositivo para grabar un vídeo, puede ser un dispositivo móvil o una cámara
- Libro de texto de clase: VV.AA. (2016). *Física y Química 4 ESO*. Editorial Sm

Metodología y desarrollo:

Una píldora educativa es un vídeo de corta duración que se utiliza para explicar, demostrar o ejemplificar, mediante imágenes y texto, un determinado concepto. Durante esta actividad, el alumnado, organizado en grupos de tres miembros, elaboró una píldora educativa explicando al menos dos ejemplos en los cuales se apliquen las Leyes de Newton en el mundo actual. De esta forma, la tarea consistió en aplicar, de manera adecuada, los conocimientos adquiridos previamente en clase para contextualizar la unidad con el mundo que nos rodea.

La actividad se programó para tres sesiones de clase. En la primera sesión, se dieron las pautas de la actividad, se organizaron los grupos y cada equipo elaboró un guion en el que se especificó cada elemento que intervendría en el vídeo. Los principales elementos del guion fueron:

- Objetivos de la píldora.
- Ejemplos que se quieren grabar.
- Materiales necesarios.

Durante esta sesión, también se enseñó al alumnado una píldora elaborada por el docente a modo de ejemplo y guía para la realización de la actividad. El vídeo en cuestión relacionaba la Tercera Ley de Newton con el Efecto Coanda para comprender mejor los diseños con curvaturas de los monoplazas de Fórmula 1 y los aviones y se puede visualizar en este enlace: [Efecto Coanda y Tercera Ley de Newton](#).

Las siguientes dos sesiones de clase tuvieron lugar en el aula de informática para editar los vídeos y solventar las dudas con el docente. Para la creación de las píldoras, el docente entregó a cada grupo una serie de indicaciones para facilitar la elaboración de la actividad:

- Las píldoras deben tener una duración entre 2 y 6 minutos.
- El vídeo debe comenzar con la presentación de todos los miembros del grupo.
- Las píldoras deben incluir imágenes, texto y voz. Además, se puede incluir música si así se desea. La información transmitida, tanto de forma escrita como oral, debe ser clara y adecuada al nivel, pero también atractiva para el espectador.
- Las demostraciones deben ser claras, sencillas y realistas.
- Se deben cuidar los aspectos visuales del vídeo tales como utilizar un fondo adecuado, atender a la vestimenta de los locutores y presentar imágenes que dinamicen el vídeo.
- Se debe incluir unas breves conclusiones relacionadas con las demostraciones y ejemplos visualizados en la píldora.
- Se debe cerrar el vídeo con un saludo de despedida.
- Se aconseja dedicar el tiempo necesario para escoger la aplicación informática con la que se preparará y editará el vídeo. En la Tabla 4. se incluyen algunas aplicaciones y

recursos que ofrecen las TIC que se pueden utilizar para elaborar una píldora. Cada grupo puede elaborar el vídeo con una de las herramienta sugeridas u otras que conozcan y cumplan los objetivos requeridos en la actividad.

Tabla 4.

Herramientas TIC para la creación y edición de la píldora educativa

Música	<p><i>Jamendo music</i> (Enlace: <i>Jamendo</i>): plataforma para compartir música con licencia <i>Creative Commons</i>.</p> <p><i>Audionatix</i> (Enlace: <i>Audionatix</i>): permite la descarga en mp3 de música con licencia <i>Creative Commons</i>.</p> <p><i>Envatoelements</i> (Enlace: <i>Envatoelements</i>): permite la descarga gratuita de música libre de derechos.</p>
Grabación de sonido	<p><i>Vocaroo</i> (Enlace: <i>Vocaroo</i>): permite grabar audios y descargarlos en formato mp3 de forma gratuita y sin necesidad de crear una cuenta en la página.</p> <p><i>Audio cutter</i> (Enlace: <i>Audio cutter</i>): permite grabar audios, editarlos y descargarlos.</p>
Imágenes	<p><i>Pixabay</i> (Enlace: <i>Pixabay</i>): contiene imágenes para descargar de forma gratuita.</p> <p><i>Flickr</i>: (Enlace: <i>Flickr</i>): contiene imágenes libres de derecho de autor.</p>
Edición de vídeos	<p><i>Vimeo</i> (Enlace: <i>Vimeo</i>)</p> <p><i>Canva</i> (Enlace: <i>Canva</i>)</p> <p><i>Microsoft Power Point</i></p> <p><i>Genially</i> (Enlace: <i>Genially</i>)</p>

Tras finalizar el tiempo estipulado para realizar la actividad, se abrió en la plataforma digital *classroom* una sección dentro de la asignatura en la cual el alumnado debía incluir el enlace a la tarea elaborada. De esta forma, se buscó que todos puedan tener acceso a las elaboraciones de sus compañeros. Asimismo, se destinaron unos minutos de la siguiente sesión de clase para visualizar las píldoras de todos los grupos y se discutieron entre todos los ejemplos que cada una de ellas demostraba.

Evaluación de la actividad:

En la evaluación de la actividad se tuvo en cuenta, por una parte, que el grupo haya publicado en la plataforma *classroom* su píldora educativa para compartirla con sus compañeros. Por otra parte, se tuvo en cuenta el grado de adecuación del contenido del vídeo con la unidad trabajada, la utilización del lenguaje científico apropiado en las explicaciones y reflexiones del alumnado y el ajuste a las indicaciones y *feedback* del profesorado durante la actividad.

Para evaluar estos puntos, los instrumentos de evaluación empleados fueron los siguientes:

- Observación
- Trabajo de los alumnos
- Rúbrica de evaluación en la que valoró que los ejemplos enseñados se relacionen con las Leyes de Newton y que la expresión oral y escrita del alumnado sea correcta y apropiada.

Actividad 3: PRÁCTICA DE LABORATORIO - FUERZA DE ROZAMIENTO

Contenidos: estudio de la fuerza de rozamiento.

Objetivos: Analizar la influencia de cuatro factores sobre la fuerza de rozamiento: el área de las superficies de contacto, la velocidad del movimiento, el tipo de superficies en contacto y la masa del cuerpo en movimiento. A la vez, se pretende fomentar el trabajo en equipo y la consolidación de los contenidos mediante la discusión de resultados entre compañeros.

Materiales necesarios:

Los materiales utilizados en la práctica fueron superficies lisas de distintos materiales (en esta práctica se utilizó goma eva, fieltro, cartulina y papel secante), dinamómetros, bloques de madera de diferentes masas y cáncamos para sujetar el dinamómetro al bloque.

Metodología y desarrollo:

Las siguientes dos sesiones de la programación se emplearon para realizar una práctica de laboratorio. A lo largo de la práctica se estudiaron las características de la fuerza de rozamiento, analizando la influencia de cuatro factores sobre la fuerza de rozamiento: el área de las superficies de contacto, la velocidad del movimiento, el tipo de superficies en contacto y la masa del cuerpo en movimiento.

Al inicio de la práctica, los alumnos completaron, de forma individual, un cuestionario inicial cuyo objetivo consistía en que los estudiantes reflexionen sobre sus conocimientos previos, desarrollando el pensamiento metacognitivo, y elaboren justificadamente hipótesis sobre cómo creían que los cuatro factores estudiados afectarían a la fuerza de rozamiento. Dicha prueba inicial se describió en el apartado 2. *Evaluación inicial* de la presente programación.

A continuación, el alumnado se organizó en grupos de cuatro miembros y se colocaron en las mesas de laboratorio que estaban preparadas con el material de la práctica. En la Figura 4. se pueden observar las mesas del laboratorio preparadas.

Figura 4.

Laboratorio del colegio Teresiano del Pilar preparado para la práctica “Fuerza de rozamiento”



Para estudiar cómo afecta el área de las superficies de contacto en la fuerza de rozamiento, se colocó un bloque de madera sobre sus diferentes caras sobre una misma superficie, se enlazó al cáncamo el dinamómetro y se tiró del objeto horizontalmente a velocidad constante. La velocidad debe permanecer constante para mantener el cuerpo en equilibrio dinámico. En el momento en el que el objeto comience a desplazarse, la fuerza que marca el dinamómetro

corresponderá con la fuerza de rozamiento cinético. Para analizar el factor velocidad del movimiento, se tiró horizontalmente del mismo objeto a velocidades diferentes, pero siempre constantes. Para estudiar si afecta el tipo de superficies se llevó a cabo el mismo procedimiento, se tiró del objeto horizontalmente a velocidad constante, pero modificando el tipo de superficie. Finalmente, para estudiar el efecto de la masa del cuerpo en movimiento era necesario tirar de objetos de diferentes masas manteniendo constante el área de la superficie de contacto y la velocidad del movimiento. Una semana antes de realizar la práctica, el alumnado podía acceder al guion de la práctica a través del *classroom*. En el siguiente enlace se puede visualizar el guion del alumnado, el informe de laboratorio, así como la rúbrica de evaluación: Práctica de laboratorio.

Mientras el alumnado realizaba la experiencia y completaba el informe en el que debían dejar constancia de la fuerza que marcaba el dinamómetro y sus conclusiones, el docente rotaba entre los grupos para resolver las dudas que surgían y cuestionar a los alumnos para profundizar en las reflexiones que realizaba cada equipo.

Tras finalizar la primera sesión de prácticas, los alumnos entregaron al docente el informe que estaban realizando y el docente se los devolvió en la segunda y última sesión de la práctica corregidos, formando así parte de una evaluación formativa, en el que el alumnado recibía *feedback* del profesor y tenía la oportunidad de preguntar dudas y realizar correcciones. Además, de esta forma, el profesor se aseguraba que el alumnado completaba los informes sólo en las sesiones de clase. En el Anexo III. se recoge el informe de laboratorio que el alumnado completó durante la práctica y entregó al docente.

Al finalizar la práctica de laboratorio, los estudiantes rellenaron una encuesta final para conocer su opinión sobre la práctica realizada y proponer mejoras. Este cuestionario no se calificó, era sólo para conocer la perspectiva del alumnado. En el Anexo IV. se pueden observar las preguntas de la encuesta.

Evaluación de la actividad:

En la evaluación de la actividad se tuvo en cuenta, por una parte, el cuestionario inicial de la práctica y, por otra parte, los informes entregados. Se evaluó que los informes estén completos, ordenados y que reflejen lo aprendido en la práctica. Además, se atendió a la expresión del alumnado y la utilización de la terminología propia de la unidad en las respuestas a las cuestiones, valorando positivamente aquellos casos en los cuales el alumnado respondía al *feedback* del docente y volvía a entregar los informes con más anotaciones, completando así las respuestas. Finalmente, se tuvo en cuenta en la evaluación de la actividad el trabajo en equipo, valorando positivamente que el equipo compartiera sus reflexiones y se favoreciera la discusión respetuosa durante la experiencia.

Para evaluar estos puntos, los instrumentos de evaluación empleados fueron los siguientes:

- Observación
- Informe de la práctica de laboratorio
- Rúbrica de evaluación en la que se valoró el trabajo en equipo, la limpieza del lugar de trabajo y el cuestionario inicial de la práctica

Actividad 4: ELABORACIÓN DE UN MAPA MENTAL

Contenidos: definición de fuerza, leyes de Newton y fuerzas de especial interés: peso, normal, rozamiento, centrípeta.

Objetivos:

- Resaltar las ideas principales de la unidad, relacionando los conceptos estudiados
- Estructurar, organizar y sintetizar la información del tema
- Fomentar la implicación y autonomía del alumnado en su propio aprendizaje
- Desarrollar el pensamiento divergente y metacognitivo
- Trabajar en equipo, fomentando el respeto y la comunicación asertiva entre compañeros

Recursos necesarios:

- Aula de informática

Metodología y desarrollo:

En esta actividad el alumnado se agrupó por parejas para elaborar un mapa mental que recoja las ideas principales estudiadas en el tema empleando las TIC. La actividad se diseñó para realizarse durante una sesión de clase en el aula de informática.

Todos los mapas mentales deben partir de la idea central de fuerza y deben contener la definición de fuerza, ejemplos de fuerzas, las Leyes de Newton y ejemplos y aplicaciones de las Leyes de Newton. Además, el alumnado debe incorporar todo lo que considere apropiado para favorecer la comprensión del tema como pueden ser la incorporación de imágenes y enlaces a vídeos de dinámica.

Las TIC nos ofrecen diversas herramientas tecnológicas que permiten crear un organizador gráfico de forma sencilla. Desde la *web Tic-tac-pills* se puede utilizar *Mindmeister* (Enlace a la página *web: Mindmeister*) que, además de facilitar la elaboración del mapa mental, permite compartir los trabajos realizados por cada grupo a todos los alumnos de la clase. Otras herramientas que pueden resultar de interés son *Coggle* (Enlace: *Coggle*) y *MindMapping* (Enlace: *MindMapping*). En este contexto, cabe mencionar la posibilidad de utilizar herramientas más conocidas tales como *Microsoft PowerPoint* y *Microsoft Word* que también permiten elaborar mapas mentales. Cada grupo puede elaborar el mapa mental con una de las herramienta sugeridas u otras que conozcan y cumplan los objetivos requeridos en la actividad.

Instrumentos de evaluación:

- Observación
- Trabajo de los alumnos
- Rúbrica de evaluación en la que se valoró la presentación, el número de conceptos importantes incluidos, la correcta relación entre los conceptos incluidos, el uso de diferentes colores y de imágenes para clarificar el contenido del mapa y la inclusión de ejemplos que clarifiquen los conceptos.

Actividad 5: EXAMEN

Para finalizar la unidad, el alumnado realizó un examen que recogió todos los apartados trabajados a lo largo de la unidad. En el Anexo V. se incluyen los enunciados del examen y en la Tabla 1. del apartado 5.2 *Desarrollo de actividades* se pueden visualizar los contenidos y objetivos relacionados con esta última actividad propuesta. Asimismo, en el siguiente enlace se encuentra la rúbrica de evaluación del examen: Examen final.

5.3 Evaluación

En la propuesta se incluyen diversas actividades y tareas que forman parte de una evaluación continua del alumnado a lo largo de toda la unidad. Por una parte, se diseñaron actividades que permitan una evaluación formativa tales como la elaboración de la píldora educativa, el mapa mental y el informe de laboratorio. Mediante estas tareas, el alumno recibió *feedback* del docente favoreciendo la consolidación del conocimiento adquirido, así como la posibilidad de corregir ideas erróneas que el alumnado pudiera concebir a lo largo de la unidad. Por otra parte, se incluyó un examen escrito que forma parte de una evaluación sumativa.

En la Tabla 5. se indica cómo se calificaron las pruebas evaluables programadas en la propuesta didáctica. Por su parte, en la Tabla 6. se puede observar el porcentaje en peso programado para cada criterio de evaluación en la calificación final de la unidad.

Tabla 5.

Sistema de calificación

Actividad	Instrumentos de evaluación	Porcentaje en la calificación
Elaboración de una píldora educativa	Observación Trabajo de los alumnos Rúbrica	15%
Práctica de laboratorio: fuerza de rozamiento	Observación Informe de la práctica de laboratorio Rúbrica	25%
Elaboración de un mapa mental	Observación Trabajo de los alumnos Rúbrica	5%
Examen	Examen	55%
TOTAL		100%

Tabla 6.

Porcentaje de los criterios de evaluación en la calificación final de la unidad

Criterios de evaluación	% en la calificación final
Crit.FQ.4.6.	25%
Crit.FQ.4.7.	30%
Crit.FQ.4.8.	30%
Crit.FQ.1.3.	10%
Crit.FQ.1.5.	5%
TOTAL	100%

La calificación final de la unidad correspondió a un valor entre 0 y 10 con una cifra decimal, de tal forma que en el redondeo si la cifra siguiente a la retenida era menor de 5, la última cifra retenida no cambió (por ejemplo, 5,43 se redondeó a 5,4); por el contrario, si la cifra siguiente a la retenida era mayor o igual a 5, la última cifra retenida se incrementó en una unidad (por ejemplo, 5,56 se redondeó a 5,6). Sólo se redondeó el resultado final y no los intermedios.

6. Análisis de los resultados de aprendizaje

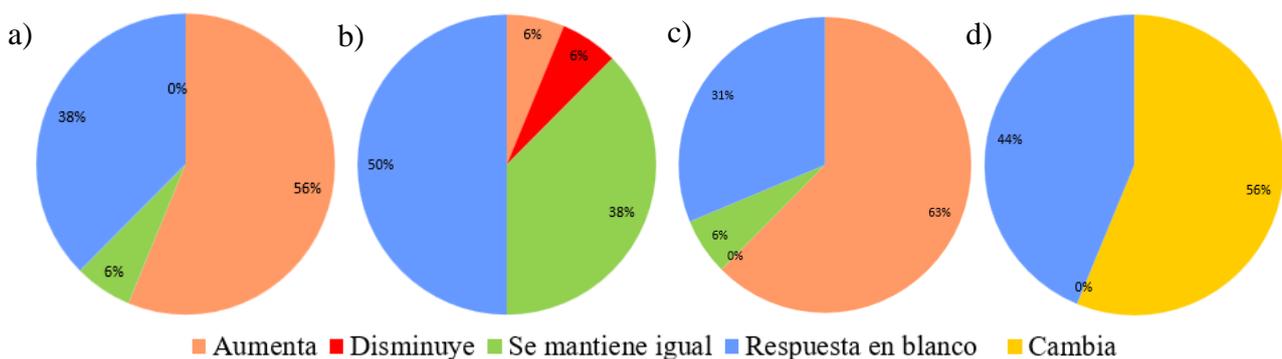
A lo largo de las sesiones, el aprendizaje mediante indagación permitió al alumnado preguntar sus dudas, responder sin miedo a las preguntas planteadas e incluso proponer sus propios ejemplos para analizar en clase. Las clases fueron dinámicas y participativas de tal manera que el grupo superó las expectativas iniciales de la propuesta.

Con respecto a la práctica de laboratorio, las Figuras 5. y 6. nos permiten comparar el punto de partida de la clase y el punto una vez finalizada la práctica. La Figura 5. representa el porcentaje de alumnos que, antes de realizar la práctica, elaboraron las hipótesis iniciales de forma justificada y el porcentaje de alumnos que no supo plantear las hipótesis o respondió sin ningún tipo de justificación (considerándose tanto el no responder como el responder sin justificación una respuesta en blanco). Por su parte, la Figura 6. representa las conclusiones aportadas por el alumnado tanto en los informes como en las discusiones de clase tras finalizar la práctica.

Comparando las gráficas de ambas figuras se puede observar que tras realizar la práctica el 94% de los alumnos fue capaz de justificar adecuadamente que la fuerza de rozamiento no depende del área de las superficies de contacto y sólo un 6% del alumnado no respondió correctamente a la pregunta, frente a un 62% que antes de la práctica afirmaba que el área alteraba la fuerza de rozamiento y un 38% del alumnado que no supo responder justificadamente. También observamos que el 87% del alumnado fue capaz de justificar por qué la velocidad del movimiento no altera la fuerza de rozamiento y un 13% de la clase no respondió correctamente a la pregunta, frente a un 50% que en las hipótesis había dejado la pregunta sin responder o sin justificar (respuesta en blanco). El 100% del alumnado justificó adecuadamente por qué la masa del cuerpo y los distintos tipos de superficies influyen sobre el rozamiento, frente a un porcentaje de alumnos del 31% y 44% respectivamente que previo a la parte experimental no supieron responder justificadamente. Se observó que, en general, la práctica de laboratorio permitió que los alumnos aprendieran si los factores estudiados afectan o no al rozamiento y fueran capaces de justificar sus respuestas y llegar a conclusiones.

Figura 5.

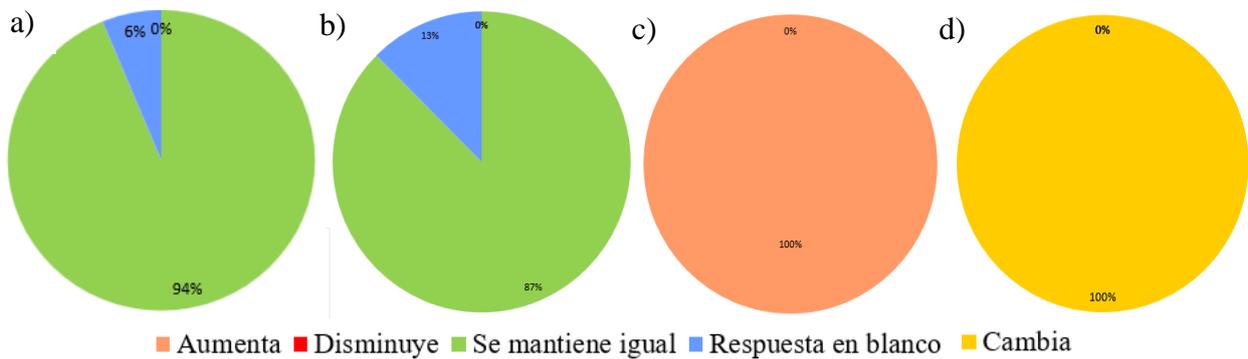
Hipótesis iniciales planteadas por los alumnos el primer día de prácticas



Nota. En los diagramas observados en la Figura 5., el alumnado respondía a las siguientes cuestiones: a) ¿Si aumenta la superficie de contacto (manteniendo constante la masa del cuerpo y el tipo de superficie), la fuerza de rozamiento aumentará, disminuirá o será igual?; b) ¿Si el objeto se mueve a mayor velocidad, manteniéndola constante durante el recorrido, la fuerza de rozamiento con la superficie aumentará, disminuirá o será igual?; c) ¿Y si aumenta la masa del cuerpo, piensas que la fuerza de rozamiento aumentará, disminuirá o será igual?; d) ¿Al cambiar las superficies en contacto, la fuerza de rozamiento cambia?

Figura 6.

Conclusiones del alumnado tras haber realizado la práctica de laboratorio

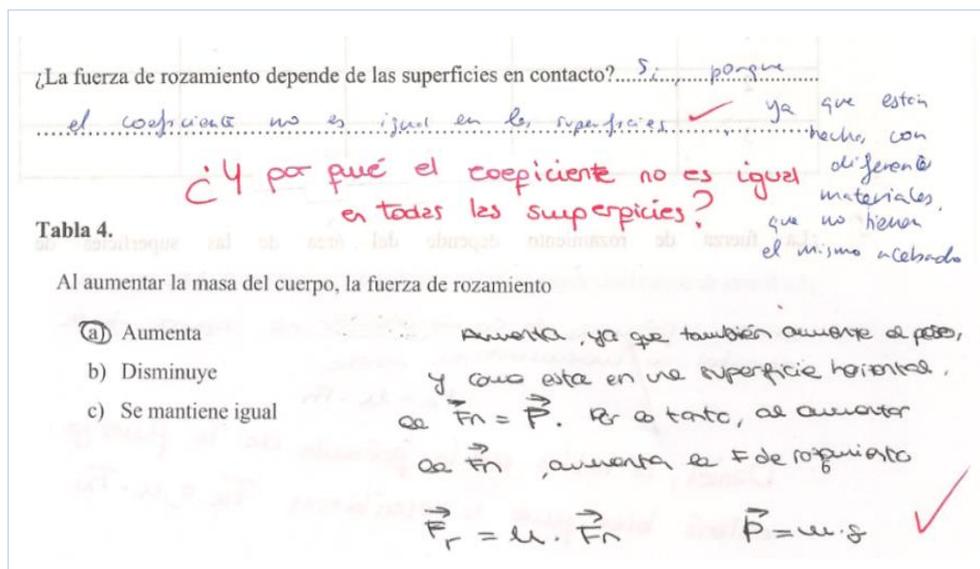


Nota. Análisis de los resultados obtenidos sobre el efecto en la fuerza de rozamiento que tienen diferentes factores. a) ¿La fuerza de rozamiento cambia dependiendo del área de las superficies en contacto? b) ¿La fuerza de rozamiento depende de la velocidad del movimiento? c) ¿La fuerza de rozamiento aumenta o disminuye al aumentar la masa del cuerpo en movimiento? d) ¿La fuerza de rozamiento varía con los distintos tipos de superficie?

En este marco, se recogen en la Figura 7. algunas de las respuestas del alumnado en el informe de prácticas. En general, el alumnado siguió las indicaciones dadas y argumentó sus respuestas. Además, en los ejemplos de la figura se puede observar que, en la corrección del informe, el docente remarcó aquellas respuestas que se consideraba que se podían profundizar más; en tales casos, los estudiantes respondieron al *feedback* de forma positiva, completando sus respuestas y volviendo a entregar el informe para una nueva corrección.

Figura 7.

Imagen de algunas de las respuestas del alumnado de 4º de ESO a las cuestiones incluidas en el informe de la práctica de laboratorio “Fuerza de rozamiento”

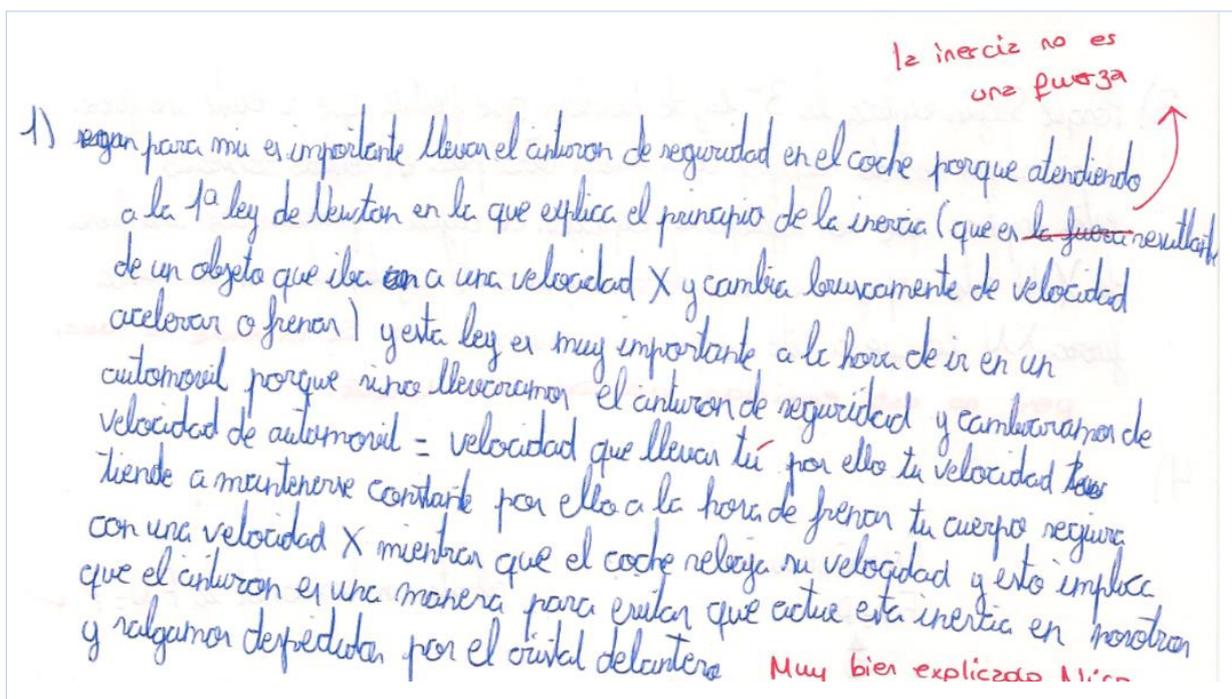


Nota. Los enunciados del cuestionario se pueden visualizar en el Anexo III. Las marcas de bolígrafo rojo de las figuras corresponden con correcciones del docente.

Por otra parte, en la Figura 8. se adjunta, a modo de ejemplo, la respuesta de un estudiante de 4º de ESO a la cuestión *¿Por qué es importante utilizar el cinturón de seguridad en un coche?* propuesta en el examen final de la unidad. En la corrección del examen se observó, por lo regular, que el alumnado argumentó y justificó sus respuestas, incluyendo en muchos casos diagramas aclaratorios; relacionaron los problemas dados con las Leyes de Newton y representaron correctamente las fuerzas en un diagrama. La mayor parte del alumnado señaló que las fuerzas son vectores y calculó correctamente la fuerza neta resultante sobre los cuerpos. En conclusión, mediante los exámenes se observó que el alumnado mejoró sus explicaciones y fue capaz de razonar y justificar mejor cuestiones sobre dinámica que la mayoría no sabía plantear al principio de la unidad. Sin embargo, en algunos casos hay estudiantes que continúan teniendo dificultades con las unidades y en la utilización del lenguaje científico. En el Anexo VI. se incluyen respuestas de diversos alumnos a las cuestiones del examen en las cuales se pueden observar las conclusiones recién mencionadas. Se debe señalar que al examen no pudieron acudir dos alumnos por condiciones de salud, por lo que se tiene constancia de las calificaciones finales de 14 de los 16 estudiantes del grupo, siendo la nota media de los 14 alumnos presentados un 7,1.

Figura 8.

Respuesta de un estudiante de 4º de ESO a la primera cuestión del examen final de la propuesta: *¿Por qué es importante utilizar el cinturón de seguridad en un coche?*



Nota. Los enunciados del cuestionario se pueden visualizar en el Anexo V. Las marcas de bolígrafo rojo de la figura corresponden con correcciones del docente.

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

A lo largo de las sesiones se observó que el aprendizaje mediante indagación favoreció un clima de clase en el que los alumnos se animaron a intervenir sin miedo a equivocarse y a participar activamente. La mayor parte del alumnado preguntaron dudas, debatieron entre ellos las respuestas y propusieron ejemplos para analizar en clase sobre las leyes de Newton y la fuerza de rozamiento. En base a los objetivos del proyecto, esta metodología permitió dinamizar las clases y fomentar un ambiente de grupo. Por su parte, la práctica de laboratorio acercó al alumnado y al docente y permitió que muchos alumnos preguntaran sus dudas y comprendieran mejor los conceptos de fuerza de rozamiento, masa y peso, solventando así dificultades que habían surgido en el aprendizaje de la unidad.

Analizando las posibles mejoras del proyecto, cabe remarcar la limitación de tiempo para realizar todas las actividades diseñadas. Por falta de tiempo, fue imposible plantear en clase todas las cuestiones que se habían programado inicialmente ni se pudo resolver todos los problemas numéricos deseados. También, por falta de tiempo, en la práctica de laboratorio no se pudo profundizar en otros aspectos que los alumnos preguntaron por ellos mismos, tales como la Ley de Hooke o la fuerza de rozamiento en planos inclinados. Sería coherente, en la próxima aplicación de la propuesta, añadir más sesiones de trabajo en el laboratorio para enlazar la práctica desarrollada con más contenidos de dinámica tales como la Ley de Hooke, el rozamiento en planos inclinados, el peso y la normal en planos inclinados y, además, se puede hacer hincapié también en el estudio estadístico de los datos tomados en el laboratorio. Otra punto de mejora fueron las tablas que los alumnos debían completar en el informe de prácticas, la mayor parte del alumnado no las comprendían hasta que se explicaban en clase. Por lo tanto, se debe tener en cuenta que las tablas de los informes deben ser claras y todo lo concisas posible.

En este marco de mejora se incluye la posibilidad de modificar la temporalización diseñada en la propuesta si se detectan dificultades generales en la evaluación inicial. De esta forma, en caso de detectar dificultades en el alumnado la temporalización se puede modificar de tal forma que se añadan sesiones de clase adicionales para poder dedicar más tiempo a aquellos puntos que requieran atención, ya sean sesiones dedicadas a realizar más ejercicios como sesiones dedicadas a aclarar dudas teóricas. Adicionalmente, sería conveniente que el alumnado tenga a su disposición en la plataforma digital *classroom* una serie de vídeos explicativos (a modo de clase invertida) a los cuales poder acceder en todo momento y una selección de actividades y ejercicios de refuerzo con las soluciones para que aquellos estudiantes que lo deseen o que el docente considere necesario trabajen los conceptos de cursos anteriores.

Como se ha mencionado en el apartado 5.2 *Desarrollo de actividades* de la propuesta, el alumnado respondió una breve encuesta incorporada en el Anexo IV. para conocer su opinión sobre las actividades y tareas realizadas. Haciendo un análisis de todas las respuestas aportadas, el alumnado concuerda en que lo más importante que aprendieron en la práctica fue cómo calcular la fuerza de rozamiento, los factores que pueden intervenir en la fuerza de rozamiento y comprender el concepto de fuerza normal. Los aspectos que quedaron más confusos fueron los diagramas de fuerzas y el cálculo de la fuerza neta cuando sobre un cuerpo actúan varias fuerzas simultáneamente. El 100% del alumnado respondió que la práctica les había ayudado a comprender el tema porque les ayudó visualizarlo y discutir los temas entre todos. Finalmente, las mejoras que se propusieron remarcan realizar las actividades con más tiempo para asimilar los contenidos, mejorar las tablas del informe de laboratorio porque a veces resultaban confusas y añadir más superficies de distinta naturaleza en la práctica de laboratorio.

IV. Consideraciones finales

Realizar el Máster en Educación supuso para mí un reto personal que me permitió mejorar determinadas habilidades como la expresión escrita, la organización, la comunicación asertiva con los demás y la creatividad para diseñar actividades y tareas que sean atractivas y educativas para el alumnado. A lo largo del curso aprendí aspectos fundamentales en la profesión docente, tales como analizar documentos institucionales, diseñar una programación didáctica, conocer la ley educativa y comprender que un alumno tiene un contexto que influye en sus acciones y actitudes, un contexto que contempla a su familia, a sus amigos, a sus profesores y a los recursos de los que dispone. De esta forma, considero que este máster me proporcionó la base necesaria para poder seguir construyendo conocimientos, adquirir experiencia y motivarme a aprender más sobre determinados aspectos como pueden ser la innovación educativa, la educación inclusiva e intercultural, la educación emocional, las dificultades en el aprendizaje y la orientación familiar.

Durante el primer cuatrimestre, las asignaturas de Procesos y contextos educativos y Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales me enseñaron principalmente a familiarizarme con la normativa y analizar diferentes documentos institucionales, expresándome con el lenguaje y la terminología apropiada en el campo de la educación. A su vez, el máster también imparte asignaturas para sentar las bases en psicología de la educación y sociedad y familia. En estas últimas, me enseñaron las etapas en el desarrollo de un adolescente, la importancia que adquiere el docente durante este proceso de crecimiento, la importancia de incrementar la autoestima del alumnado, cómo dirigirme hacia los estudiantes, cómo adaptarme al grupo de forma general y, a su vez, a cada alumno de forma individual y se remarcó la importancia de los agentes socializadores: la familia, los amigos, la escuela y los medios de comunicación y las TIC. Fue un cuatrimestre en el que primó el trabajo en equipo en todas las asignaturas, lo que me permitió escuchar las ideas de mis compañeros y aprender de perspectivas diferentes. En este contexto, tuve la suerte de formar equipo con compañeros de distintas disciplinas (físicos, químicos y biotecnólogos), lo cual enriqueció en gran medida mi formación en los temas de física y de biología.

El segundo cuatrimestre se centró en el diseño de actividades para realizar en clase y en la innovación educativa. En la asignatura de Diseño de actividades de aprendizaje de física y química aprendí a cómo diseñar actividades y tareas que resulten motivadoras para el alumnado y, a su vez, que fomenten el aprendizaje significativo mediante la experimentación, observación, indagación y reflexión. Además, realizamos una serie de salidas que me proporcionaron herramientas en mi formación como docente para poder realizar talleres y excursiones en un contexto escolar en el futuro. Por su parte, en la asignatura de Innovación e investigación educativa en física y química, aprendí criterios y métodos para evaluar al alumnado y cómo diseñar propuestas, contextualizadas a un grupo y a un centro concreto, que fomentaran la innovación con el objetivo de mejorar la tarea educativa. Ambas asignaturas promovían la discusión, el debate y el intercambio de perspectivas entre compañeros sobre los temas abordados en clase, la reflexión, tanto individual como grupal, y la puesta en común de las diferentes actividades que realizamos a lo largo del cuatrimestre. Fue un cuatrimestre exigente que requirió dedicación y tiempo, trabajo constante y en el cual fueron fundamentales los conocimientos adquiridos en el cuatrimestre anterior. Además, durante este periodo elaboré los proyectos y trabajos que forman parte de los cimientos del presente Trabajo Fin de Máster.

A lo largo del Prácticum I y II en el colegio Teresiano del Pilar tuve la posibilidad de observar muchos de los aspectos que trabajé en las diversas asignaturas del máster de educación y habituarme a un contexto escolar real. Por una parte, estudié y analicé los proyectos del centro y asistí a diversas reuniones con el Equipo de Convivencia, el Equipo de Pastoral, Orientación,

Comunicación y reuniones con mi tutor y demás profesores, que me permitieron conocer el colegio y aprender de las experiencias de distintos profesionales. Por otra parte, el centro me dio la posibilidad de asistir como observadora y oyente a numerosas clases de diferentes cursos de la ESO y Bachillerato, clases con estudiantes con dificultades de aprendizaje, clases más o menos motivadas, clases de diferentes edades y niveles educativos y he sido testigo de la importancia de adaptar la metodología de trabajo al grupo.

Todas estas experiencias y enseñanzas me han dado la posibilidad de culminar mi formación en este Trabajo Fin de Máster, que se centra en el curso de 4º de ESO del colegio Teresiano del Pilar, específicamente durante el estudio de las fuerzas y las Leyes de Newton en la asignatura de Física y Química. Escogí abordar este tema porque es un bloque que siempre se suele enseñar de forma tradicional: se imparte la teoría, se resuelven ejercicios en la pizarra y se realiza un examen final en el que el alumnado sólo aplica fórmulas. Mi objetivo, al diseñar la propuesta, fue centrar la unidad en las utilidades y las numerosas aplicaciones de este tema en nuestro día a día ya que lo considero imprescindible para aumentar la motivación en el aprendizaje de la asignatura. Asimismo, quise fomentar el trabajo en equipo y favorecer la comunicación entre alumnos, ya que sabía de antemano que se trataba de un grupo en el que habían ocurrido altercados. Mi experiencia durante el Prácticum II con este grupo fue gratamente satisfactoria; resultó ser un curso participativo en las dinámicas que se propusieron, que me abrió las puertas de su clase, que supo adaptarse a la presencia de un profesor totalmente nuevo para ellos, me preguntaron dudas, se implicaron en las tareas e incluso me animaron en mi labor de docente. Gracias a ellos, yo pude implementar actividades de la propuesta sin miedo y conocer los aspectos de la programación que eran necesarios mejorar.

Considero que los periodos de Prácticum, al darme la posibilidad de poner en práctica lo aprendido en clase y estar en contacto con el alumnado y conocer la experiencia de otros profesores, hubiesen sido más enriquecedores si abarcasen más tiempo del estipulado en la programación del máster.

Con las reuniones y charlas a las que asistí durante el curso, el periodo de prácticum y las enseñanzas de mis profesores del máster, he llegado a la conclusión de que ser profesor no es sólo transmitir conocimientos, sino también escuchar a los alumnos, conocerlos y que sepan que estás ahí para ellos. Además, ser profesor implica acompañar a los estudiantes, crear un clima de confianza en el que se sientan a gusto, en el que puedan ser ellos mismos, en el que puedan aprender sin miedo a equivocarse, motivando y orientando al alumnado para que alcancen su máximo potencial. Ser profesor exige estar en constante formación, descubriendo nuevas dinámicas para realizar en clase y actividades en las cuales el alumnado aprenda mejor. Un profesor debe parar de inmediato situaciones de acoso, de violencia y discriminación. Asimismo, ser docente requiere trabajar en equipo de forma cooperativa y dialógica. Tanto el equipo de profesionales del colegio, como el alumnado y sus familias, contribuyen a construir un centro escolar en el cual se pueda aprender conocimientos académicos y valores sociales de la mejor forma posible. Por esta razón, todas las partes del equipo son elementales y deben permanecer alineadas por un mismo objetivo, apoyarse entre ellas y comunicarse continuamente.

Finalmente, no quería terminar esta reflexión personal sin agradecer a todos los profesores del máster que me han transmitido conocimientos y me han enseñado las herramientas que podré poner en práctica como docente el día de mañana. En especial, quería agradecer a Ana López, mi tutora del Prácticum I, a Rosa Salvoch, mi tutora del Prácticum II y directora del Trabajo Fin de Máster, y a Angel Attar, mi tutor en el centro escolar durante mi estancia de prácticum. Gracias por acompañarme todo el curso, guiarme y demostrarme con vuestro propio ejemplo lo que es ser un buen profesor.

V. Referencias bibliográficas

- Canal QuantumFracture. (10 de agosto de 2017). *¿Por qué te caes cuando frena el autobús?* [Archivo de vídeo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=u3Rdm7514AU>
- Concari, S.B., Pozzo, R.L., Giorgi, S.M. (1999). Un estudio sobre el rozamiento en libros de física de nivel universitario. *Enseñanza de las ciencias*, 17(2), 273-280.
- Duque Rodríguez de Arellano, L., Jiménez Plaza, S., Cuerva Moreno, J. (1996). Análisis de las prácticas de laboratorio realizadas en Institutos de Enseñanza Secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 10, 3-9.
- Ezquerria, Á. y Manso, J. (2014). Proyectos de investigación a través de la creación de audiovisuales: propuesta de actuación con alumnos del Programa de Diversificación Curricular. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias* 11(1), 54-67.
- García-Carmona, A. (2012). «¿Qué he comprendido? ¿qué sigo sin entender?»: promoviendo la autorreflexión en clase de ciencias. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 9(2), 231-240.
- Giné, N. y Parcerisa, A. (2000). Evaluación en la educación secundaria. Elementos para la reflexión y recursos para la práctica. *Editorial Graó*. 153.
- Godínez, R., et al. (2019). Capítulo XIII: La mejora de los aprendizajes en ciencias III de nivel secundaria a través de la experimentación con materiales de uso común en el salón de clase. En Y. Chirinos Araque, A. Ramírez García, R. Godínez López, N. Barbera Alvarado, D. Rojas Nieves (coord.), *Tendencias en la Investigación universitaria: (Una visión desde Latinoamérica)* (VIII Vol., pp.188-197). Universidad Politécnica territorial de Falcón Alonso Gamero.
- González Bértoa, A., Crujeiras-Pérez, B. (2017). Aplicación del modelo 5E para aprender mecánica a través de la indagación en educación secundaria. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 33, 123-142.
- Hernández Villalobos, L. (2013). Los fenómenos y sus causas. Una oportunidad para aprender a hacer ciencia y ejercitar la imaginación. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 11(1), 68-82.
- Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid 4 de mayo de 2006, núm. 106, pp. 1-112.
- Ley Orgánica 3/2020, de 29 de diciembre, por la que se modifica la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid. 30 de diciembre de 2020, núm. 340, pp. 122868-122953.
- Molina, A., Muñoz, J. y Ontoria-Peña, A. (2011). El mapa mental, un organizador gráfico como estrategia didáctica para la construcción del conocimiento. *Magis, Revista Internacional de Investigación en Educación*, 3(6), 343-361.
- Morales, L., Mazzitelli, C., Olivera, A. (2015). La enseñanza y el aprendizaje de la Física y de la Química en el nivel secundario desde la opinión de estudiantes. *Revista electrónica de investigación en educación en ciencias*, 10(2), 11-19.
- Morales, P. (2011). El “One minute paper”. *Escribir para aprender, tareas para hacer en casa*. Guatemala: Universidad Rafael Landívar.

- Ocejo, J., Valenzuela, I. y Varandela, J. (2010). La estrategia docente del papel al minuto aplicada a materias del área de economía financiera y contabilidad dentro del Espacio Europeo de Educación Superior. *Universidad de Vigo*.
- 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*. Aragón. 2 de junio de 2016, núm. 105, pp. 13462-14390.
- Peñolaza, J. (2017). Incidencia del aprendizaje colaborativo en la práctica educativa. *Revista de Didácticas Específicas*, 16, 44-60.
- Sebastiá, J. (2013). Las Leyes de Newton de la mecánica: Una revisión histórica y sus implicaciones en los textos de enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, 27, 199-217.
- Villalustre, L. y Del Moral Pérez, E. (2010). Mapas conceptuales, mapas mentales y líneas temporales: objetos “de” aprendizaje y “para” el aprendizaje en Ruralnet. *Revista Latinoamericana de Tecnología Educativa RELATEC*, 9(1), 15-27.
- VV.AA. (2016). *Física y Química 4 ESO*. Editorial Sm

VI. Anexos

Anexo I.

PREGUNTAS REALIZADAS EN LA EVALUACIÓN INICIAL *ONE MINUTE PAPER*

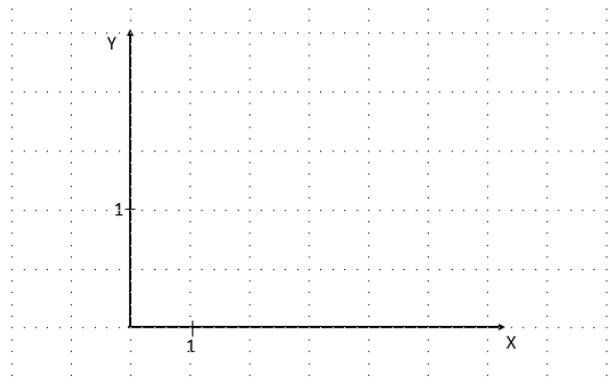
- Cuando oyes la palabra *fuerza*, ¿qué es lo primero que te viene a la mente?
- Comenta un situación de tu día a día en el cual se ejerza una fuerza y describe los efectos que produce esa fuerza.
- Imagina un coche aparcado sobre la carretera, tal y como muestra la imagen a continuación:



¿Se encuentra el vehículo sometido a alguna fuerza, aunque esté quieto? ¿Y si se encontrara en movimiento?

- ¿Es lo mismo decir que un cuerpo está en reposo a decir que un cuerpo está en equilibrio?
- Imagina que nos deslizamos sobre un *skate* o patineta a gran velocidad y de repente chocamos con el bordillo de la acera y el *skate* frena bruscamente. ¿Qué pasa con nuestro cuerpo en el momento en el que la patineta se detiene? ¿Por qué ocurre eso?
- ¿Sería posible volar en la Luna utilizando un avión (suponiendo que el avión puede resistir la baja presión atmosférica que existe en la Luna)? ¿Por qué?
- Si lanzamos una pelota rodando sobre el suelo, acaba parándose. ¿Por qué?
- Si lanzamos una pelota rodando sobre el suelo, se detiene al cabo de unos metros. En cambio, si la lanzamos en una pista de hielo, llega mucho más lejos. ¿Por qué?
- Imagina que estás ayudando con la compra en el supermercado y entonces recoges del suelo una garrafa de agua pesada. Tu hermano pequeño, que siempre te está observando, exclama “¡Alá, qué fuerza tienes!” ¿Consideras que está bien empleado el concepto de fuerza en esa frase? ¿Por qué?
- Representa los siguientes vectores en los ejes de coordenadas:

$$\vec{v} = (3, 1) \quad \vec{w} = (0, 1) \quad \vec{p} = \vec{v} + \vec{w} \quad \vec{n} = 2\vec{v} - \vec{w}$$



Anexo II.

CUESTIONARIO INICIAL DE PRÁCTICA 4º ESO

FUERZA DE ROZAMIENTO

Nombre y apellidos:

NOTA: Recuerda que g es $9,8 \text{ m/s}^2$ y que la unidad del SI de la masa es el Kilogramo.

- 1) Calcula y representa las fuerzas que actúan sobre los cuerpos siguientes.
 - a) Una caja de madera de 800g que está quieta sobre una mesa, a una distancia de 1m del suelo.
 - b) Una caja de madera de 800g que estamos empujando horizontalmente con una fuerza de 2N, pero continúa en reposo sobre una mesa, a una distancia de 1m del suelo. Dato: $\mu_e = 0,7$
 - c) Una caja de madera de 800g que hemos empujado y ahora se desplaza horizontalmente sobre una mesa. Dato: $\mu_c = 0,4$
 - d) Si aplico sobre la caja de los apartados anteriores una fuerza horizontal de 5N. ¿La caja se moverá o no? Justifica tu respuesta.

- 2) Antes de realizar una prueba experimental es importante elaborar una hipótesis, es decir, utilizar nuestros conocimientos e investigaciones para plantear lo que creemos que ocurrirá en la prueba experimental y los resultados que pensamos que obtendremos. Plantea tus hipótesis sobre esta práctica respondiendo las siguientes cuestiones:
 - a) ¿Crees que si aumenta la superficie de contacto (manteniendo constante la masa del cuerpo y el tipo de superficie), la fuerza de rozamiento aumentará, disminuirá o será igual? ¿Por qué?
 - b) ¿Crees que, si el objeto se mueve a mayor velocidad, manteniéndola constante durante el recorrido, la fuerza de rozamiento con la superficie aumentará, disminuirá o será igual? ¿Por qué?
 - c) ¿Consideras que, al cambiar las superficies en contacto, la fuerza de rozamiento cambia según la superficie o se mantiene igual en todas? ¿Por qué?
 - d) ¿Y si aumenta la masa del cuerpo, piensas que la fuerza de rozamiento aumentará, disminuirá o será igual? ¿Por qué?

Formulario: Expresión para el cálculo del rozamiento estático y cinético

$$F_e = \mu_e \cdot F_N$$

Expresión para el rozamiento estático

$$F_c = \mu_c \cdot F_N$$

Expresión para el rozamiento cinético

Anexo III.

INFORME A ENTREGAR POR EL ALUMNO

Tabla A.

Estudio del factor 1: área de las superficies de contacto

Superficie en la que se realizó el experimento:				
Caras del bloque	Fuerza (en Newton) que marca el dinamómetro:			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
1				
2				
3				

¿La fuerza de rozamiento depende del área de las superficies de contacto? Justifica tu respuesta

.....
.....

Tabla B.

Estudio del factor 2: velocidad del movimiento

Superficie en la que se realizó el experimento:		
Diferentes velocidades de desplazamiento del bloque	Fuerza (en Newton) que marca el dinamómetro:	
	Bloque 1	Bloque 2
Velocidad 1		
Velocidad 2		
Velocidad 3		

¿La fuerza de rozamiento depende de la velocidad del movimiento? ¿Por qué?

.....
.....

Tabla C.

Estudio del factor 3: tipo de superficies en contacto

Diferentes superficies	Fuerza (en Newton) que marca el dinamómetro:			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
Superficie 1:				
Superficie 2:				
Superficie 3:				
Superficie 4:				

¿La fuerza de rozamiento depende de las superficies en contacto? ¿Por qué?

.....
.....

Tabla D.

Estudio del factor 4: la masa del cuerpo en movimiento

Bloques con diferentes masas	Fuerza (en Newton) que marca el dinamómetro:			
	Repetición 1	Repetición 2	Repetición 3	Promedio
1				
2				
3				

Completa la siguiente afirmación:

Al aumentar la masa del cuerpo, la fuerza de rozamiento:

- a) Aumenta
- b) Disminuye
- c) Se mantiene igual

Justifica tu respuesta:
.....

Anexo IV.

ENCUESTA DE LA PRÁCTICA 4º ESO - FUERZA DE ROZAMIENTO

¿Qué consideras que es lo más importante que has aprendido en la clase de hoy?

¿Qué es lo que te parece más confuso del tema que estamos estudiando en clase?

¿Piensas que esta práctica de laboratorio te ha ayudado a comprender mejor el tema? ¿Por qué?

¿Qué mejorarías de la práctica de hoy?

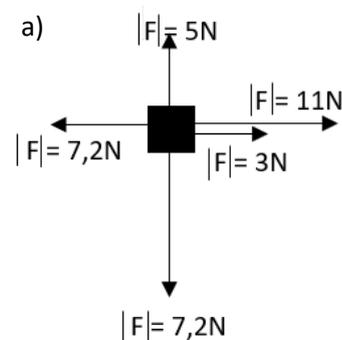
Anexo V.

EXAMEN DE FÍSICA Y QUÍMICA: LEYES DE NEWTON - 4º ESO

- 1) (2,5ptos) ¿Por qué es importante utilizar el cinturón de seguridad en un coche? Razona la respuesta utilizando tus conocimientos de dinámica.
- 2) (1pto) a) ¿Por qué no es lo mismo decir que un cuerpo está en reposo que decir que un cuerpo está en equilibrio dinámico? Justifica tu respuesta. Finalmente, pon un ejemplo de un cuerpo que esté en reposo y en equilibrio; un cuerpo que esté en reposo, pero no en equilibrio; y un cuerpo que no esté ni en reposo ni en equilibrio.

(1pto) b) Cuando se dice que un cuerpo se encuentra en equilibrio de fuerzas, ¿Qué tipo de movimiento puede tener? ¿Por qué?
- 3) (2,5ptos) Los calamares, sepias y pulpos son cefalópodos que se desplazan en el agua con ayuda de sus aletas cuando van lentos. Sin embargo, cuando nadan con rapidez, las aletas permanecen pegadas al cuerpo y utilizan la propulsión de un chorro de agua que lanzan a presión. Explica, utilizando tus conocimientos de dinámica, por qué el cefalópodo se desplaza con gran velocidad al expulsar el chorro de agua a presión.
- 4) (1,5pto) Un esquiador de 70kg ejerce con sus músculos una fuerza motriz de 1000N para desplazarse en línea recta sobre una pista horizontal. Sabiendo que la fuerza de rozamiento equivale a 200N, calcula y representa las fuerzas que actúan.

- 5) (1,5pto) Representa y calcula la fuerza resultante si sobre la caja se aplican las siguientes fuerzas



Anexo VI.

Imágenes de algunas de las respuestas del alumnado de 4º de ESO del colegio Teresiano del Pilar a los enunciados del examen final de la propuesta didáctica.

- a) ① Es importante utilizarlos por la inercia. Esta es la tendencia que tiene un objeto a conservar el estado de reposo o el MRU. ✓
 Esto quiere decir, que al estar el coche en movimiento y frenar repentinamente por ejemplo, hace que el cuerpo se eche para adelante. Ahí es donde actúa el sistema de seguridad, haciéndote parar.
- 

coche en movimiento



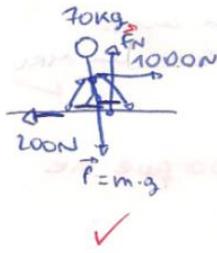
coche frena e impesa hacia adelante

→ a la persona por la inercia, y el cinturón se para.
- Muy bien explicado.
Falta mencionar la 1ª ley de Newton

- b) ② A) Porque si estás en reposo quiere decir que no estás en movimiento ✓, pero si estás en equilibrio significa que la fuerza resultante es 0. ✓
- Cuerpo en reposo y en equilibrio: un libro sobre una mesa. ✓
 Cuerpo en reposo pero no en equilibrio: una pelota que ha sido lanzada verticalmente y se encuentra en el punto más alto. ✓
 Cuerpo que no está en reposo ni en equilibrio: un coche que está acelerando (MRUA). ✓
- B) Movimiento rectilíneo uniforme, porque como dice la 1ª ley de Newton si sobre un cuerpo la fuerza resultante es 0, el cuerpo se mantiene con velocidad constante, y en el MRU la velocidad es constante. ✓ CORRECTO !!

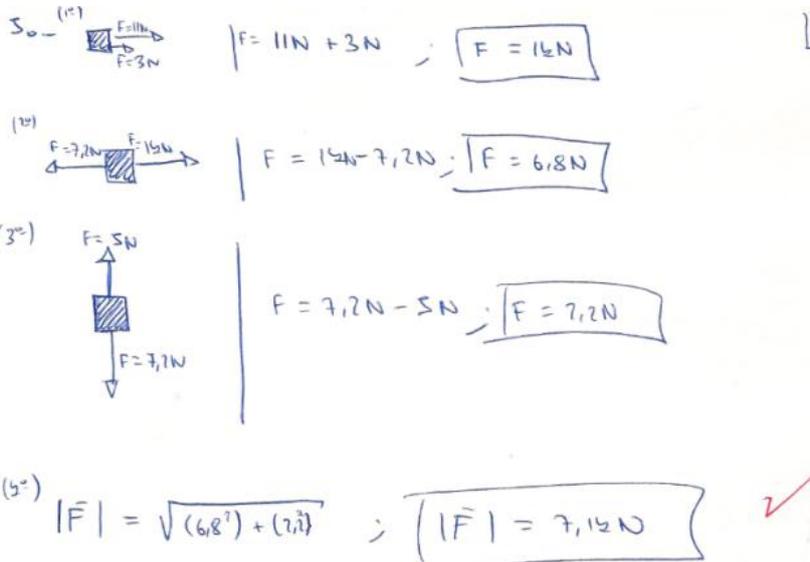
- c) 3. Al utilizar un propulsor de agua, se está utilizando la 3ª ley de Newton, que existe una fuerza de acción y reacción. Al sentir este chorro de agua a presión, ejerce una fuerza de acción sobre las aletas, a su vez, el cerebro ejerce una fuerza de reacción siempre contra el agua. Tampoco se "cancelan" las fuerzas ya que actúan en diferentes cuerpos. ✓

d) (4)



$P = 70 \cdot 9,8 \rightarrow P = 686 \frac{m}{s^2}$ ~~?? NEWTON~~
 m/s^2 es la unidad de la aceleración
 Lo es la fuerza de gravedad que está actuando es de $686 \frac{m}{s^2}$
 - La F_N en este caso será la misma ya que el movimiento es horizontal. ✓
 $F_R = 1000 - 200 \rightarrow 800N$ ✓
 - La fuerza resultante ~~será~~ ^{en el eje x} de $800N$, entre el rozamiento y la fuerza aplicada.

e)



Nota. Los enunciados del cuestionario se pueden visualizar en el Anexo V. Las marcas de bolígrafo rojo de las figuras corresponden con correcciones del docente. Los apartado a), b), c) d) y e) corresponden con respuestas en el examen a los ejercicios 1, 2, 3, 4 y 5 respectivamente.