



Trabajo Fin de Máster

ESTUDIO DE LAS FUERZAS EN 4º ESO. PROPUESTA DIDÁCTICA BASADA EN UN CAMBIO CONCEPTUAL.

STUDY OF FORCES IN 4th ESO. SWITCHING TO A DIDACTIC PROPOSAL BASED ON A CONCEPTUAL CHANGE.

Autor/es
Miguel Ángel Gómez Saso

Director/es
Jorge Diego Lahoza Pérez

FACULTAD DE EDUCACIÓN
2021/2022

ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	2
1.1. Presentación Personal	2
1.2. Presentación del Currículum Académico.....	2
1.3. Contexto del Centro Asignado en el <i>Practicum</i> : IES Valle del Huecha.....	3
1.4. Presentación del Trabajo.....	3
2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES	4
2.1. Diseño de Actividades Prácticas en la Enseñanza de las Ciencias	4
2.2. Didáctica de las Ciencias: “Ideas Alternativas”	5
3. PROPUESTA DIDÁCTICA	7
3.1. Nivel Educativo	7
3.2. Evaluación Inicial	7
3.2.1. Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos.....	8
3.2.2. Determinación del nivel del alumnado: procedimiento y resultados	9
3.3. Objetivos del Currículo.....	11
3.4. Marco Teórico.....	13
3.4.1. Justificación de la metodología	13
3.4.2. Justificación de los recursos utilizados.....	14
3.5. Actividades	15
3.5.1. Contexto de Aula	15
3.5.2. Contenidos	16
3.5.3. Aspectos generales sobre la metodología.....	17
3.5.4. Propuesta de actividades.....	18
3.5.5. Desarrollo de las Actividades	20
3.6. Análisis de los Resultados	29
3.6.1. Análisis de los Resultados de aprendizaje	29
3.6.2. Análisis de la propuesta didáctica por parte del alumnado	31
3.7. Análisis crítico de la propuesta didáctica y propuestas de mejora.....	32
3.7.1. Dificultades encontradas.....	32
3.7.2. Propuestas de mejora	33
3.7.3. Reflexión final	34
4. Consideraciones finales.....	36
4.1. Reflexión sobre el trabajo realizado	36
4.2. Sobre el periodo formativo en el Máster.....	36
4.3. Mi futuro como docente.....	37
5. Bibliografía.....	38
6. Anexos.....	40
6.1. Anexo I: Prueba Inicial	40
6.2. Anexo II: Guion de la Actividad 3 con el Simulado.....	41
6.3. Anexo III: Guion de la Práctica de laboratorio	42
6.4. Anexo IV: Prueba final.	43
6.5. Anexo V: Rúbrica de la unidad didáctica	44

Nombre del alumno	Miguel Ángel Gómez Saso
Director del TFM	Jorge Diego Lahoza Pérez
Tutor del centro de prácticas	Aránzazu Cortés Furriel
Centro educativo	IES Valle del Huecha (Mallen)
Curso en el que se desarrolla la propuesta	4º de ESO
Tema de la propuesta	Las fuerzas

1. INTRODUCCIÓN

La presente memoria trata de exponer una revisión crítica y constructiva de la experiencia de aprendizaje y desarrollo personal durante el tiempo que he estado cursando el Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idiomas, Artísticas y Deportivas llevado a cabo en la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza.

1.1. Presentación Personal

Desde muy pequeño me he preguntado siempre cómo funcionaban las cosas, y creo que esta inquietud por aprender cosas nuevas acerca del mundo que me rodea fue la razón fundamental para acercarme al mundo científico. Las Ciencias, en general, y más concretamente la Física y la Química siempre han despertado mi interés por buscar, indagar y comprender las causas que explican el comportamiento de los fenómenos que observamos, y lo que finalmente me llevó a cursar los estudios de Licenciado en Química en la Universidad de Zaragoza. A lo largo de mi carrera profesional, fue ese interés por comprender cómo usar las fuentes de luz de forma eficiente lo que me llevó a profundizar en las nuevas tecnologías de iluminación. Este conocimiento y mi propia actitud me llevaron a asumir entre mis funciones la de impartir formación a equipos y personal técnico en el campo de la iluminación.

Recientemente y tras los cambios convulsos que nuestra sociedad ha sufrido debido a la pandemia de COVID-19, tomé conciencia de que realmente la actividad docente podría llegar a ser lo que realmente quería hacer, y por ello decidí cursar el Máster en Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria, de la Facultad de Educación de la Universidad de Zaragoza.

1.2. Presentación del Currículum Académico

Como ya he apuntado anteriormente, cursé los estudios de la Licenciatura en Ciencias (Sección de Químicas) en la Facultad de Ciencias de la Universidad de Zaragoza (1984-1989) donde posteriormente realicé los estudios de Doctorado entre los años 1989 y 1994. Tras doctorarme en Química el 22 de junio de 1994, realice una estancia posdoctoral de un año de duración en la Universidad de Baylor en Waco (Texas).

De vuelta a España y ya en el mundo laboral, curse el Máster en Materiales Plásticos de la Universidad Politécnica de Cataluña (1995-1997) y el Máster a distancia en Tecnología de Pinturas y Recubrimientos de la Universidad de Barcelona (1999-2000). Finalmente, en el año 2013 me presenté a los exámenes para obtener el diploma CAE-C1(Marco Común Europeo) del idioma Inglés por la Universidad de Cambridge.

1.3. Contexto del Centro Asignado en el *Practicum*: IES Valle del Huecha.

El IES Valle del Huecha es un centro de enseñanza pública que se encuentra en la localidad de Mallén (provincia de Zaragoza) y recoge alumnado de la propia población, así como de otras localidades próximas a ella. Es un centro en el que se imparte exclusivamente la Educación Secundaria Obligatoria, desde 1º hasta 4º curso. Actualmente cuenta con ocho grupos ordinarios en toda la etapa de ESO y un grupo de 2º PMAR. Cabe destacar que en el presente curso escolar 2021-2022, 21 alumnos/as son procedentes de Rumanía y 4 alumnos son de origen marroquí. Los primeros muestran una adaptación lingüística a nuestro idioma rápida y satisfactoria, presentando un nivel lingüístico entre medio y avanzado. En cuanto al alumnado marroquí, su nivel lingüístico se califica como medio, sin especiales problemas de comprensión verbal, pero con bastantes dificultades de expresión y comunicación. También hay tres alumnos pertenecientes a la minoría gitana, cuya integración en el centro es aceptable, habiendo conseguido que asistan a clase con regularidad.

El edificio actual del centro fue inaugurado en enero del año 2000. Desde que el centro comenzó su andadura, se detectó la necesidad de ampliación de este porque el espacio disponible era limitado. Las dimensiones de las aulas son reducidas, ocasionando problemas de espacio y convivencia cuando se precisa reunir a todos los alumnos de un curso para impartir algunas materias, como música, educación para la ciudadanía y religión. Se echa en falta un salón de actos para la celebración de actividades conjuntas de todo el centro. La biblioteca es el espacio mayor disponible, pero no sirve para acoger más de un nivel de ESO. La plantilla de personal del centro cuenta con 21 docentes más un profesor de religión.

El contexto rural en el que se inscribe el IES Valle del Huecha condiciona el tipo de actividades económicas que se desarrollan en la zona, muy vinculadas al sector primario. Sin embargo, Mallén por su mayor entidad de población y su situación geográfica, presenta una distribución de la población activa más parecida a un entorno urbano que a uno rural.

En la actualidad, la pirámide poblacional de los municipios que atiende el centro muestra una tendencia clara hacia el envejecimiento. La disminución del número de nacimientos, el aumento de la esperanza de vida y la emigración de jóvenes, marcan los tres elementos causales fundamentales de dicho envejecimiento. Por otra parte, la población extranjera supone el 25,4% de la población total. Por países, los más numerosos proceden de Rumanía, seguido de Argelia y Marruecos.

1.4. Presentación del Trabajo

La primera realidad con la que me encontré al comenzar el Máster es que, si bien nuestros estudios universitarios nos han dotado de una serie de competencias y de altas capacidades científicas, no nos han enseñado la forma de cómo transmitir esos conocimientos a personas que no son expertas en el campo de la Ciencia. En este sentido, el Máster nos proporciona una oportunidad de comenzar a explorar una serie de técnicas pedagógicas que nos pueden ayudar en nuestro camino para convertirnos en buenos docentes, y que serán esenciales para el buen desarrollo de nuestra actividad como futuros educadores. En este sentido, este trabajo expone de forma integral todos los saberes adquiridos en este periodo de formación.

En primer lugar, se realizará un análisis didáctico de dos de las actividades realizadas en el Máster. Posteriormente, se presentará una propuesta didáctica sobre las fuerzas y las leyes del movimiento de Newton que se trabajó durante el *Practicum II*. Esta propuesta analiza tanto el contexto de aula cómo las actividades en sí mismas y los resultados de su puesta en práctica. Por otro lado, se incluirá un análisis didáctico de los problemas en el proceso de enseñanza-aprendizaje del concepto newtoniano de fuerzas, para acabar con una reflexión crítica sobre la propuesta didáctica que se ha llevado a cabo en el *Practicum II* y considerar aspectos de mejora.

Finalmente, se expondrá una reflexión sobre el proceso de aprendizaje durante el Máster y cómo nos ha hecho evolucionar en nuestro camino como docentes.

2. ANÁLISIS DIDÁCTICO DE DOS ACTIVIDADES

En este capítulo analizaremos y evaluaremos dos de las diversas actividades que he realizado durante el Máster y que han influido en mi formación como docente en prácticas, así como definido mi proceso de aprendizaje a nivel personal.

2.1. Diseño de Actividades Prácticas en la Enseñanza de las Ciencias

En esta asignatura diseñamos una práctica de laboratorio “Mezclo y separo” orientada a 2º curso de ESO dentro de la materia de Física y Química. Los objetivos de la práctica son revisar los conceptos de mezclas y de experimentar con los métodos de separación de mezclas, así como de contextualizarlos dentro de nuestra vida diaria como procedimientos habituales, tanto en nuestros procesos productivos industriales como en nuestros quehaceres cotidianos. La práctica de laboratorio se compone de una secuencia de 5 actividades: mezclas de agua y aceite, mezclas sólidas, mezclas de residuos plásticos, disoluciones de agua con sal o azúcar, mezcla de Agua y Alcohol.

A los alumnos se les proporciona un guion donde se les dan indicaciones de los utensilios y productos que tienen y se les pide:

- Que mezclen algunos productos y observen qué ocurre (actividades 1,4 y 5)
- Que tomen las mezclas preparadas y piensen cómo separarlas (actividades 2 y 3)

La práctica se desarrolla en grupos de 4 o 5 estudiantes. El guion contiene varias cuestiones que los alumnos han de contestar y preparar un informe que se recogerá, y se evaluará. Por otra parte, las preguntas están diseñadas para que los alumnos piensen y para que les surjan más preguntas, por lo que la interacción con el docente está previsto que sea importante. Por esta razón, la observación y las notas del docente van a ser muy importantes en la evaluación.

Esta Práctica está diseñada para que los alumnos sean los protagonistas de su propio aprendizaje a través de la observación de determinados fenómenos y la búsqueda de explicaciones a lo que observan y de soluciones a los problemas que se les plantean, ya que no se les da un procedimiento pautado a seguir, sino que se les pide a ellos que lo generen. La práctica tiene un guion abierto en el que se les plantea mínimamente que deben hacer, pero dejando espacio para que piensen en cómo hacerlo, que utensilios pueden necesitar... y para que puedan también plantear nuevos escenarios y llevarlos a cabo.

El guion también plantea preguntas para ayudarles a pensar en la dirección adecuada. Hay que plantear preguntas que obliguen a los alumnos a observar lo que pasa y buscar explicaciones

lógicas, o bien que les planteen otras preguntas. Que busquen, que planteen hipótesis y que se pregunten... entonces, ¿qué pasaría si...? y lo comprueben. Las preguntas son cruciales para orientar a los alumnos en la dirección adecuada, que observen todos los detalles de lo que ocurre, especialmente aquellos que pueden pasar desapercibidos fácilmente. Normalmente éstos son los más importantes y cruciales para comprender correctamente lo que está pasando.

Analizando la práctica después de acabar el Máster, considero que esta podría mejorarse dependiendo del contexto de aula y la forma en que decidamos usarla:

- Cuando diseñamos la práctica, ésta estaba pensada para llevarla a cabo después de ver la teoría en clase. Podemos mejorar la utilidad de la práctica si la usamos para estudiar la teoría al mismo tiempo que hacemos los experimentos. En este caso los alumnos enlazarán mejor lo que hacen y observan en la actividad con los conceptos que han de aprender.
- Si realizamos la práctica después de ver la teoría, uno de los problemas que tenemos es el tiempo. Inicialmente la práctica estaba pensada para una sesión de 50 minutos. Actualmente la extendería a 2 sesiones de 50 minutos y dejaría solamente las 3 primeras actividades.
- Creo que la actividad 5 es redundante ya que mezclas de alcohol y agua se pueden ver en la 1^a actividad. Por otra parte, es peligroso dejar que los alumnos de esta edad realicen una destilación por lo que esta actividad la eliminaría, y en todo caso la planificaría como una Práctica magistral.

Estas experiencias me han ayudado mucho a la hora de diseñar las actividades de la unidad didáctica. La realización de diversas actividades prácticas durante mi estancia en el centro educativo me ha enseñado que en este tipo de tareas de laboratorio es muy importante planificar una sesión previa para explicar a los alumnos que van a hacer y que se espera de ellos y una sesión de puesta en común de los resultados una vez realizada la práctica, para compartir las observaciones, comentarios, las soluciones y los descubrimientos o preguntas interesantes que han surgido en cada grupo.

2.2. Didáctica de las Ciencias: “Ideas Alternativas”

Durante el primer trimestre del Máster, en la asignatura de *Diseño curricular e instruccional de ciencias experimentales*, elaboré un trabajo sobre las ideas alternativas que los alumnos tienen sobre los conceptos de Fuerza newtoniana y su influencia sobre el estado de movimiento de los cuerpos. Esta actividad tenía diversos objetivos: un objetivo conceptual de profundizar en uno de los diversos aspectos que tratamos sobre la didáctica de las ciencias experimentales y su influencia en el proceso de aprendizaje de los alumnos. Por otro lado, un objetivo más práctico de aprender a buscar en la bibliografía sobre educación y didáctica en revistas específicas, justificar y argumentar teorías e hipótesis y habituarnos a escribir en el formato que se utiliza en el campo de la comunicación educativa, a lo que tengo que decir que difiere bastante de los procedimientos que se usan en las ciencias experimentales.

Releyendo el documento, ahora al final del Máster, creo que hay dos puntos que se podrían mejorar: uno de ellos es hacer referencia y diferenciar las ideas previas de las ideas alternativas.

El segundo, profundizar un poco más en las metodologías que se proponen desde la investigación y la innovación pedagógica para la evolución de las ideas alternativas. No obstante, indagar en este tema me ayudó a identificar la importancia de conocer las ideas alternativas, para adecuar el lenguaje, y adaptar la comunicación en las clases de ciencias para asegurar la fiel transmisión de la información a los alumnos. Es también importante revisar de forma crítica todos los materiales y recursos didácticos a emplear, ya que estas ideas previas podemos encontrarlas no solamente en los alumnos, sino también en libros de texto o incluso en algunas de las ideas de los docentes.

Uno de los aprendizajes más importantes que realicé durante este trabajo fue constatar que la enseñanza de las Ciencias debe considerarse como una reestructuración de las ideas previas del estudiante, más que una simple adición de información al conocimiento existente. En este sentido, hay dos puntos que se trataron que me llamaron la atención:

- Transposición didáctica: Es necesario simplificar y adaptar los modelos y las teorías científicas para poder enseñar y alfabetizar a los alumnos.
- Ideas alternativas: Los alumnos llegan al proceso de aprendizaje con una serie de ideas alternativas sobre el funcionamiento del mundo, fruto de sus vivencias y experiencias vitales, que no siempre están en sintonía con las teorías científicas vigentes.

Una consecuencia de esta realidad es la importancia del uso de metodologías activas para promover la evolución conceptual de nuestros alumnos desde las ideas alternativas hasta los conceptos científicos. Las ideas alternativas son persistentes, aparentemente lógicas y les sirven a nuestros alumnos para explicar los fenómenos que observan en su vida diaria. Está demostrado que una educación tradicional, de corte magistral, fracasa mayoritariamente en el proceso de transformar estas ideas previas. Por el contrario, metodologías activas de tipo cooperativo, prácticas de laboratorio, actividades con simuladores... en las que los alumnos se enfrentan a situaciones que contradicen sus ideas alternativas, son más eficientes a la hora de promover el cambio conceptual en nuestros alumnos.

Estos nuevos conocimientos han influido en la forma de afrontar el diseño de los diversos programas, unidades didácticas y proyectos de actividades de aprendizaje que he tenido que realizar durante el Máster. En el proyecto didáctico que presentamos en esta memoria profundicé en la investigación de las ideas alternativas más frecuentes sobre los conceptos científicos y establecí actividades que pudieran darme información sobre el conocimiento previo de los alumnos y de las posibles ideas alternativas presentes en el grupo.

Al mismo tiempo, he tenido la precaución de investigar también las metodologías que se proponen desde la investigación didáctica de las ciencias para trabajar con las ideas previas de los alumnos:

- presentar la información a través de diversas vías de comunicación (videos, *powerpoint*, oral, escrita...) para facilitar el aprendizaje de los alumnos, ya que no todos aprenden del mismo modo, y todo ello combinado con experiencias prácticas.
- que los alumnos experimenten con las fuerzas, que las perciban a su alrededor y aprendan a identificarlas como algo presente en la vida cotidiana, e interpretarlas y predecir sus efectos justificándolo en base a los modelos científicos.

En conclusión, creo que este trabajo realizado a principios del Máster ha influido mucho en mi formación ayudándome a comprender un aspecto relevante del proceso de enseñanza aprendizaje que desconocía.

3. PROPUESTA DIDÁCTICA

La propuesta didáctica que presentamos en esta memoria es una unidad didáctica para la enseñanza-aprendizaje del concepto de fuerza newtoniana que denominamos: "*Estudio de las Fuerzas en 4º ESO. Propuesta Didáctica basada en un cambio conceptual*".

3.1. Nivel Educativo

Esta unidad didáctica está diseñada para alumnos de 4º de Educación Secundaria Obligatoria. Los contenidos en torno a los que gira esta propuesta didáctica están relacionados con las fuerzas, sus causas, naturaleza y los efectos sobre el estado de movimiento de los cuerpos sobre los que se aplican. Estos contenidos están en línea con los establecidos en el currículo de la comunidad de Aragón para la materia de Física y química en 4º ESO en el bloque 4 titulado “El movimiento y las fuerzas” (orden ECD/489/2016, de 26 de mayo).

3.2. Evaluación Inicial

Si tenemos en cuenta que el objetivo de la enseñanza es que nuestros alumnos adquieran una serie de competencias, la única forma de saber si han progresado o no en alcanzar ese objetivo, es comparar el punto maduración cognitiva en que estaban al principio del proceso de aprendizaje con el punto en que se encontrarán al final de él. Resulta, por lo tanto, imprescindible realizar una evaluación de los conocimientos, ideas, saberes y actitudes de los alumnos en referencia a una materia o concepto antes de empezar su proceso de aprendizaje, es lo que se conoce como evaluación inicial, entendiendo la evaluación inicial como el inicio del proceso educativo. Los objetivos de la evaluación inicial son:

- Definir los conocimientos previos del alumnado y sus competencias respecto del currículo, así como sus necesidades. Es importante conocer qué saben, qué no saben y qué creen que saben nuestros alumnos, ya que el aprendizaje se realiza en base a los conocimientos previos que el alumno ya tiene.
- Conocer las ideas alternativas existentes que puedan dificultar su proceso de aprendizaje.
- Aportar información sobre el contexto escolar y sociofamiliar en el que se mueve el grupo.
- Definir la intervención educativa que se va a llevar a cabo para adecuar los objetivos, los contenidos, las estrategias y los elementos de evaluación. El objetivo es diseñar actividades de aprendizaje que se adecúen al contexto de la clase y a las dificultades de aprendizaje específicas de los alumnos, priorizando aquellos aspectos deficitarios que sean precisos para el desarrollo de habilidades funcionales propias de su edad.
- Concretar las estrategias de aprendizaje que los alumnos utilizan para la incorporación de conocimientos y habilidades nuevas, permitiendo una enseñanza más eficaz.

La evaluación inicial es un proceso necesario, tanto al principio de una etapa, un curso o incluso una unidad didáctica, con unos objetivos muy específicos (Arrien et all., 2016). La evaluación inicial es un instrumento para recoger información de los conocimientos previos de los alumnos (Carrascosa 2005a) que van a ser el punto de partida de su proceso de aprendizaje (Pozo, 2020). Esta información nos permitirá la toma de decisiones para definir la intervención educativa adecuándola al contexto del aula (Fernández y Malvar 2007) y concretar las estrategias más adecuadas para estimular el aprendizaje de nuestros alumnos (Granados 2009).

3.2.1. Revisión bibliográfica relativa al nivel de los alumnos

Los problemas para la enseñanza aprendizaje de la dinámica newtoniana es uno de los temas que más estudios ha generado dentro del campo de la didáctica de las ciencias experimentales (García y Dell’Oro, 2001), ya que el concepto de fuerza está en la base para la comprensión y asimilación de los contenidos de la mecánica. Hoy en día se tiene constancia que los alumnos no llegan al proceso de aprendizaje de la Física con una mente totalmente limpia, como un libro en blanco, sino que traen consigo un conjunto de ideas preconcebidas sobre el concepto de fuerza (Carrascosa, 2006; Harres, 2005 y Mora y Herrera, 2009). La causa del origen de éstas, así como su persistencia en el tiempo, es diversa (Carrascosa, 2005a):

- Búsqueda de explicaciones para los fenómenos físicos cotidianos.
- Influencia del lenguaje en la calle y en medios de comunicación (usando conceptos físicos con significados muy diferentes).
- Educadores con las mismas ideas preconcebidas.
- Libros de texto con errores conceptuales o explicaciones deficientes.

Estas ideas alternativas sobre las fuerzas, que funcionan aparentemente bien para dar explicación a la mayoría de los fenómenos cotidianos, suponen un verdadero obstáculo para el aprendizaje del concepto newtoniano de la fuerza. Según Carrascosa, (2005a) las ideas alternativas sobre el concepto de fuerza más extendidas son:

- Establecer la fuerza como la causa del movimiento y relacionar la fuerza con el movimiento en lugar de con el cambio de movimiento.
- Pensar que en el vacío no hay gravedad.
- Identificar la normal como una fuerza de reacción al peso de un cuerpo.
- Pensar que las fuerzas internas pueden modificar el estado de movimiento de un cuerpo

La idea de fuerza como causa del movimiento se puede representar de forma lógica según la expresión $F = k \cdot v$ (donde k es una constante), y tiene importantes consecuencias en la interpretación que hacen los alumnos del concepto de fuerza (Carrascosa et all., 2017) como por ejemplo considerar que el movimiento de un cuerpo tiene lugar en la dirección de la fuerza neta que está actuando sobre él, que la fuerza neta que actúa sobre un cuerpo en reposo ha de ser cero (o que si sobre un cuerpo no actúa ninguna fuerza o si la fuerza resultante es nula, el cuerpo ha de estar en estado de reposo) y que los objetos más pesados llegan antes al suelo. Por otra parte, la idea de que en el vacío no hay gravedad podemos encontrarla de forma recurrente en muchos medios de comunicación en noticias sobre la estación espacial internacional, y viajes tripulados al espacio.

Muchas de estas ideas alternativas han sido estudiadas por comparación con la evolución de las ideas de la dinámica a lo largo de la historia, encontrándose que muchas de estas ideas alternativas tenían una base “científica” paralela a las teorías a través de las cuales había pasado la dinámica a lo largo de la historia de su evolución (Harres, 2005).

Diversos autores como Champagne et al., Halloun y Hestenes, Hake, Hewson y Minstreli (citados en Hewson, 1990) y Harres (2005), pusieron en práctica metodologías de enseñanza orientadas a facilitar el cambio conceptual de los alumnos que les permitiera sustituir sus ideas alternativas sobre las fuerzas y el movimiento por los conceptos científicos. En todos los casos, trataron de modificar la metodología de enseñanza pasando de una metodología clásica de clases magistrales a una más participativa. Todos combinaban la experimentación y observación de diferentes fenómenos de dinámica, promoviendo la propuesta de hipótesis que los explicasen y el diseño de nuevas experiencias y predicciones que corroborasen o rebatiesen sus hipótesis. Se promovió el debate abierto entre los estudiantes, la confrontación de ideas, la teorización y modelización de las hipótesis. Por otra parte, se cuidó la forma en que se introducían los nuevos conceptos científicos, introduciéndolos como parte del debate o de una posible solución a los problemas en análisis que debían ser corroboradas o rebatidas y no como una solución magistral.

En todos los casos, la introducción de estos nuevos modelos metodológicos se mostró efectiva, mejorando el rendimiento del proceso de enseñanza y aprendizaje, entendiendo este como el porcentaje de alumnos que abandonaban los conceptos de sus ideas alternativas por los nuevos conceptos científicos. No obstante, a pesar de que la aplicación de estas metodologías presenta mejores resultados en cuanto al aprendizaje efectivo de los nuevos conceptos científicos, algunos autores como Campanario y Pérez (citados en Carrascosa, 2005b) han denunciado el hecho de la persistencia de las ideas alternativas en parte de los alumnos, hecho que pone de manifiesto cuán persistentes son estas y la dificultad que conlleva el eliminarlas. Es por tanto necesario seguir profundizando en los diferentes aspectos que este problema plantea a la comunidad docente y seguir estudiando el conocimiento sobre el aprendizaje de las ciencias (Carrascosa, 2005b) y de los dos aspectos no resueltos asociados al conocimiento del aprendizaje (Mora y Herrera, 2009):

- Cómo construyen su conocimiento los alumnos.
- En qué consiste el proceso de aprendizaje de los alumnos (Acevedo, et all., 2013).

3.2.2. Determinación del nivel del alumnado: procedimiento y resultados

Para determinar el nivel académico de nuestros alumnos respecto del concepto newtoniano de fuerza, se utilizaron 3 vías:

- Entrevista con la docente habitual del grupo.
- Un [cuestionario inicial](#) corto de 5 preguntas para responder en 10 minutos.
- Observación de la discusión y puesta en común de la actividad de Sogatira.

Un punto para remarcar que apareció en la entrevista con la docente habitual del grupo es que los alumnos no habían estudiado en 2º ESO el tema de fuerzas debido al confinamiento que causó la pandemia de COVID-19 en el año 2020. El hecho es que el inicio del confinamiento

coincidió con el momento en que comenzaban a estudiar las fuerzas, y cuando consiguieron estabilizar la docencia a distancia siguieron con otras unidades didácticas.

Esta realidad se puso de manifiesto en los resultados de la evaluación inicial. En la tabla 1 podemos ver las ideas previas detectadas en los alumnos:

Tabla 1

Ideas previas erróneas y correctas de diferentes conceptos.

Concepto	Ideas previas erróneas	Ideas previas correctas
Naturaleza de las fuerzas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La fuerza es energía. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La fuerza se mide en Newton. ❖ La fuerza tiene dirección y sentido. ❖ Las fuerzas se representan con vectores.
Tipos de fuerzas	<ul style="list-style-type: none"> ❖ El peso se mide en kg. ❖ Las partículas pequeñas no pesan. ❖ El peso no se relaciona con la fuerza de gravedad. ❖ En el espacio no hay gravedad. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Peso y masa son distintos.
Leyes de Newton	<ul style="list-style-type: none"> ❖ La fuerza es proporcional a la velocidad. ❖ Un cuerpo se mueve en la dirección de la fuerza que actúa. ❖ El tiempo de caída de un cuerpo es proporcional a su masa. ❖ Si la fuerza neta es cero un cuerpo está en reposo. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Las fuerzas afectan al estado de movimiento de un cuerpo.

Fuente: Elaboración propia

El cuestionario inicial consistía en 5 preguntas sobre fuerzas de selección múltiple sacado de Carrascosa (2005a). Todas las preguntas tenían la opción de “no lo sé”, pero solamente se marcó esta opción de forma relevante en las preguntas número 2 (30% de alumnos) y número 3 (40% de alumnos). Solamente el 40% de los alumnos respondieron correctamente la 1^a pregunta, lo que pone de manifiesto que la mayoría de los alumnos relacionan la fuerza directamente con la velocidad en lugar de hacerlo con un cambio en la velocidad. Esta idea es coherente con la de que los objetos más pesados llegan antes al suelo (5^a pregunta que solamente un 20% respondió correctamente), o que mientras una piedra lanzada hacia arriba sube, sobre ella está actuando una fuerza que la impulsa en la dirección del movimiento (pregunta número 3 que nadie respondió correctamente).

Las preguntas número 2, 3 y 4 no fueron correctamente contestadas por ningún alumno. La pregunta número 2 pone de manifiesto que los alumnos no conocen que el peso es la fuerza con que la masa de la tierra atrae a los cuerpos. La pregunta número 4 pone de manifiesto que los alumnos piensan que las partículas pequeñas como los gases no pesan y por eso flotan.

Finalmente, en la puesta en común de la práctica de Sogatira, también puso de manifiesto, algunos datos importantes:

- Los alumnos creían saber qué era el peso, pero no sabían la causa de éste.
- Sabían que peso y masa eran distintos, pero no sabían por qué ni qué relación existía entre ellos.
- No conocían las fuerzas que actúan a nuestro alrededor (normal, tensión, fuerza de rozamiento...).
- Si que conocían y comprendían el carácter vectorial de las fuerzas.

Los conocimientos previos de los alumnos se han evaluado según la rúbrica de la tabla 2.

Tabla 2*Rúbrica de evaluación de las ideas previas de los alumnos.*

Concepto	Nivel 3	Nivel 2	Nivel 1	Nivel 0
Fuerza	❖ Reconoce las fuerzas como el resultado de la interacción entre 2 cuerpos.	❖ Reconoce la fuerza como una acción sobre un cuerpo, pero no lo relaciona con una interacción entre dos cuerpos.	❖ Reconoce las fuerzas, pero no las relaciona con una acción sobre un cuerpo.	❖ Identifica la fuerza con una forma de energía o similar.
Medida y representación de fuerzas	❖ Reconoce las fuerzas como magnitudes vectoriales y conoce sus unidades de medida.	❖ Reconoce las fuerzas como magnitudes vectoriales, pero no conoce todas sus unidades de medida	❖ Conoce las unidades de medida de la fuerza pero la considera una magnitud escalar	❖ No reconoce el carácter vectorial de las fuerzas ni conoce sus unidades de medida
Peso	❖ Reconoce el peso de un cuerpo como la fuerza con que la tierra atrae la masa de ese cuerpo y sabe que $w=m \cdot g$.	❖ Sabe que $w=m \cdot g$, pero no relaciona el peso con la fuerza de atracción gravitatoria de la tierra.	❖ Sabe que el peso y la masa son cosas diferentes, pero no conoce su relación.	❖ Confunde el peso con la masa.
Fuerzas de contacto	❖ Reconoce las fuerzas de interés y sus causas.	❖ Reconoce las fuerzas de interés, pero no siempre sus causas	❖ Reconoce algunas fuerzas de interés, y no siempre sus causas.	❖ No reconoce las fuerzas de interés.
Leyes de Newton	❖ Reconoce y comprende que, si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero, este se mueve con velocidad constante. ❖ Reconoce el estado de reposo como un caso particular de velocidad constante de módulo cero. ❖ Reconoce la 2º ley de Newton y sabe que $f=m \cdot a$.	❖ Piensa que, si un cuerpo está en reposo, sobre él no actúan fuerzas. ❖ Sabe que la fuerza y la aceleración están relacionadas, pero no sabe como	❖ Piensa que si la fuerza neta sobre un cuerpo es cero este estará en reposo ❖ Relaciona la fuerza con la velocidad	❖ Piensa que un cuerpo puede modificar su estado de movimiento aun cuando la fuerza neta que actúa sobre él es cero. ❖ No relaciona la fuerza con el cambio de movimiento

Fuente: Elaboración propia

El resultado la evaluación de las ideas previas de los alumnos es el siguiente:

- los alumnos se sitúan entre un nivel 1 y 2 en cuanto al conocimiento que tienen del concepto de fuerza, sus unidades de medida y cómo se representan.
- Respecto del concepto de peso, podemos situar a los alumnos en un nivel 1.
- Los alumnos no conocen las fuerzas de interés de nuestro entorno, situándose en el nivel 0
- En cuanto a las leyes de newton se sitúan en un nivel 1, aunque algunos alumnos se sitúan claramente en un nivel cero.

3.3. Objetivos del Curículo

Las actividades que contiene esta propuesta didáctica se han diseñado cuidadosamente, para que los alumnos experimenten con las fuerzas que les rodean y sus efectos sobre ellos mismos, sus compañeros o los objetos que tenemos en nuestro entorno. Se pretende que, durante el desarrollo de las actividades, los alumnos realicen un proceso de abstracción para representar lo que han observado en su cuaderno e ir introduciendo el modelo newtoniano de las fuerzas de la física mecánica de forma que, poco a poco, los alumnos vayan alcanzando los diferentes objetivos marcados. Según consta en currículo oficial aragonés, de acuerdo con la orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, los contenidos que abarca esta Propuesta Didáctica vienen recogidos en el bloque IV: El movimiento y las fuerzas y el bloque I: La actividad científica y atiende a los siguientes criterios de evaluación:

- Crit.FQ.1.2. Analizar el proceso que debe seguir una hipótesis desde que se formula hasta que es aprobada por la comunidad científica.

- Crit.FQ.1.3. Comprobar la necesidad de usar vectores para la definición de determinadas magnitudes y saber realizar operaciones con ellos.
- Crit.FQ.1.4. Comprender que no es posible realizar medidas sin cometer errores y distinguir entre error absoluto y relativo.
- Crit.FQ.1.5. Expresar el valor de una medida usando el redondeo y el número de cifras significativas correctas.
- Crit.FQ.1.6. Realizar e interpretar representaciones gráficas de procesos físicos o químicos a partir de tablas de datos y de las leyes o principios involucrados.
- 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.4.9. Valorar la relevancia histórica y científica que la ley de la gravitación universal supuso para la unificación de las mecánicas terrestre y celeste, e interpretar su expresión matemática.
- Crit.FQ.4.10. Aproximarse a la idea de que la caída libre de los cuerpos y el movimiento orbital son dos manifestaciones de la ley de la gravitación universal.

Estos criterios de Evaluación están directamente relacionados con los diferentes objetivos didácticos o estándares de aprendizaje, que según el currículo aragonés son los siguientes:

- Est.FQ.1.2.1. Distingue entre hipótesis, leyes y teorías, y explica los procesos que corroboran una hipótesis y la dotan de valor científico.
- Est.FQ.1.3.1. Identifica una determinada magnitud como escalar o vectorial, describe los elementos que definen a esta última y realiza operaciones con vectores en la misma dirección.
- Est.FQ.1.4.1. Calcula e interpreta el error absoluto y el error relativo de una medida conocido el valor real.
- Est.FQ.1.5.1. Calcula y expresa correctamente, partiendo de un conjunto de valores resultantes de la medida de una misma magnitud, el valor de la medida, utilizando las cifras significativas adecuadas.
- Est.FQ.1.6.1. Representa gráficamente los resultados obtenidos de la medida de dos magnitudes relacionadas infiriendo, en su caso, si se trata de una relación lineal, cuadrática o de proporcionalidad inversa, y deduciendo la expresión general de la fórmula.
- Est.FQ.4.6.1. Identifica las fuerzas implicadas en fenómenos de nuestro entorno en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo.
- Est.FQ.4.6.2. Representa vectorialmente y calcula el peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento y la fuerza centrípeta en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares.

- Est.FQ.4.7.1. Identifica y representa las fuerzas que actúan sobre un cuerpo en un plano horizontal, calculando la fuerza resultante y su aceleración.
- Est.FQ.4.8.1. Interpreta fenómenos cotidianos en términos de las leyes de Newton.
- Est.FQ.4.8.2. Deduce la primera ley de Newton como consecuencia del enunciado de la segunda ley.
- Est.FQ.4.8.3. Representa e interpreta las fuerzas debidas a la tercera ley en distintas situaciones de interacción entre objetos.
- Est.FQ.4.9.2. Obtiene la expresión de la aceleración de la gravedad a partir de la ley de la gravitación universal, relacionando las expresiones matemáticas del peso de un cuerpo y la fuerza de atracción gravitatoria.
- Est.FQ.4.10.1. Aprecia que las fuerzas gravitatorias producen en algunos casos movimientos de caída libre y en otros casos mantienen los movimientos orbitales.

3.4. Marco Teórico

En este apartado vamos a realizar una justificación de la orientación metodológica y de los recursos didácticos que vamos a usar en la Unidad Didáctica.

3.4.1. Justificación de la metodología

Según las teorías constructivistas, los alumnos aprenden mediante el establecimiento de relaciones profundas entre los nuevos conocimientos y aquellos que ya posee previamente (Izquierdo et all., 1999). Este hecho tiene dos consecuencias importantes para la educación: la primera es que, para que los alumnos desarrollen competencias científicas, no bastan las metodologías transmisivas propias de la educación tradicional, sino que es preciso implementar metodologías activas en las que los alumnos sean los responsables de su aprendizaje, mientras que el docente tomaría más un papel de guía y facilitador del aprendizaje (Esteve Castell, 2008). La segunda es que los alumnos construyen teorías espontáneas que compiten con las científicas y que debemos tener en cuenta en el diseño de programas de aprendizaje, para que este sea significativo para los alumnos. Esta necesidad de promover aprendizajes significativos en los alumnos implica tener que adaptar los conceptos científicos en un conjunto de modelos aptos para ser comprendidos y aprendidos por alumnos de diferentes edades y con distintos contextos. (Izquierdo et all, 1999).

Para el diseño de esta propuesta didáctica, se han utilizado distintos recursos para conseguir promover un aprendizaje significativo de los conceptos, modelos y contenidos que se han marcado como propósito de la unidad didáctica. Por otro lado, en el desarrollo propio de las actividades se ha tenido en cuenta las ideas alternativas detectadas en los alumnos, así como los conocimientos previos sobre fuerzas, para poder utilizarlos en el proceso de enseñanza aprendizaje como punto de referencia (Carrascosa-Alís, 2014). El objetivo es hacer reflexionar a los alumnos sobre lo que estamos viendo y su posible justificación, planteando situaciones que no puedan explicarse con las ideas alternativas de los alumnos forzando, o intentándolo al menos, una restructuración de sus esquemas cognitivos.

Es decir, la propuesta didáctica que presentamos está diseñada de acuerdo con el modelo para la enseñanza de las ciencias basado en el cambio conceptual de las ideas de los alumnos (Driver, 1988):

- Una actividad inicial destinada a despertar el interés de los alumnos por el tema de las fuerzas.
- Actividades de activación de conocimientos para que los alumnos expongan los conocimientos previos que tenían sobre las fuerzas.
- Actividades destinadas a trabajar con los distintos tipos de fuerzas y a contraponer las posibles ideas alternativas de los alumnos para facilitar la reestructuración de sus esquemas cognitivos.
- Finalmente, un proceso de revisión para comprobar que efectivamente se produjo el cambio de unas ideas por otras.

3.4.2. Justificación de los recursos utilizados

Se ha elegido una estructura para la secuencia de actividades de aprendizaje que se inicia con una actividad para despertar, en los alumnos, el interés por el tema de las fuerzas y nos permita introducir preguntas y cuestiones sobre el comportamiento de éstas. La actividad que cumple con este objetivo es el “concurso” de sogatira. Son las preguntas y cuestiones que se plantean a los alumnos en esta actividad, las que van a justificar el guion de la unidad didáctica. En primer lugar, se introduce el concepto newtoniano de fuerza y el peso como resultado de la interacción gravitatoria de la tierra, para posteriormente introducir en el proceso de enseñanza otras fuerzas de interés en nuestro entorno (Normal, Centrípeta, Tensión o Rozamiento). Finalmente se introducirían las leyes de Newton como las normas que regulan las interacciones entre las fuerzas, y que nos permiten analizar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo y predecir el efecto que sobre este tendrán.

Esta propuesta didáctica utiliza una combinación de metodologías activas para facilitar un aprendizaje efectivo y duradero (Hewson, 1990 y Harres, 2005), buscando que los alumnos se pregunten por qué pasan las cosas que observan, contrastando sus ideas y su conocimiento sobre las fuerzas a través de discusiones entre pares y puestas en común. Esta combinación de metodologías incluye trabajos grupales, discusión en grupos, gamificación, uso de simuladores y prácticas de aula y de laboratorio. De esta forma, queremos despertar el interés y la motivación de los alumnos por aprender (Sánchez et all., 2018) como consecuencia de la búsqueda de explicaciones a fenómenos, que podríamos considerar cotidianos, como es el concurso de sogatira. Esta actividad se ha gamificado buscando despertar el interés de los alumnos por el tema de las fuerzas, hacer que el proceso de aprendizaje sea atractivo y aumentar así su motivación (Fernández-Oliveras y Sebastián-García, 2021)

Las actividades se han diseñado de forma que los alumnos se vean involucrados en todas ellas, y tengan que participar e interactuar entre ellos a través de la discusión en parejas o en grupos pequeños, realización de determinados trabajos grupales, y puestas en común. La discusión y confrontación de ideas entre pares es un modelo de trabajo en el aula, según dicen García y Tuñón en su artículo de 2004, que resulta alternativo al de la enseñanza tradicional, buscando una implicación más activa de los alumnos mediante procesos de reflexión personal y trabajo cooperativo. Trabajar en equipo y de forma cooperativa incrementa la capacidad del alumnado para resolver problemas, maximizar el proceso de aprendizaje y aprender a trabajar en equipo, comportándose de acuerdo con los valores que rigen las relaciones entre personas,

valorando su importancia y adecuando los objetivos e intereses propios a los del resto del grupo (Johnson, Johnson y Holubec, 1999). Es importante destacar, además, que el trabajo en grupos facilita el aprendizaje significativo y ayuda a potenciar la cultura científica de los alumnos. Además, el trabajo en grupos permite una acción de orientación individualizada sobre los alumnos de forma que les ayuda a superar errores personales y conceptuales (Vilches y Gil, 2011).

La propuesta incluye también experiencias prácticas, bien con simuladores o de laboratorio. El uso de simuladores, bien por parte de los alumnos o por parte del docente como complemento de las explicaciones, es una metodología que nos ayuda a representar fenómenos y procesos reales de forma virtual, (Miguel et all., 2020). Esto permite que la información llegue a los alumnos por distintos canales, facilitando así el contraste de ideas y la comprensión de conceptos difíciles y abstractos, (Bentivenga et all., 2019) mediante el uso de un entorno interactivo que ayuda a mejorar las competencias digitales y científicas que buscamos potenciar.

En cuanto al uso de actividades prácticas de aula o laboratorio, si estas se plantean correctamente, nos ayudan a incrementar la motivación de los alumnos por aprender, a poner en práctica sus capacidades de observación e interpretación de los fenómenos, relacionar éstos con los conceptos estudiados, contrastar ideas, proponer hipótesis, y ejercitarse la ejecución de técnicas científicas procedimentales y de toma de datos (Caamaño et all., 2011).

3.5. Actividades

En este capítulo expondremos la secuencia de actividades a lo largo de 12 sesiones de 50 minutos y el contexto de aula en el que se pone en práctica.

3.5.1. Contexto de Aula

La propuesta didáctica que estamos presentando en esta memoria, se ha puesto en práctica con el grupo de 4º B de Educación Secundaria Obligatoria del IES Valle del Huecha (Mallén). Es un grupo de 10 alumnos conformado por 8 chicas y 2 chicos, alumnos de la opción académica de 4º ESO que han elegido la asignatura de Física y Química como opción frente al Latín. Es un grupo que no presenta problemas de actitud o comportamiento en clase, atienden correctamente las explicaciones y muestran interés por la asignatura. Son poco participativos y les cuesta preguntar dudas o responder a las preguntas. No obstante, trabajan bien en grupos y la relación entre los miembros de clase es buena.

Aunque el grupo parece bien cohesionado, es importante remarcar que algunos de los alumnos presentan particularidades especiales que es necesario considerar para la correcta adaptación del proyecto didáctico a la diversidad del aula. Los aspectos que debemos valorar para dar una respuesta correcta a la diversidad y a las necesidades globales y particulares del alumnado son la presencia en clase de:

- 1 alumno de origen rumano que se ha incorporado recientemente y tiene problemas con el idioma. Tiene adaptaciones curriculares no significativas para ayudarlo a seguir el ritmo de la clase. Se le envían por la plataforma Classroom apuntes de lo

- que se ha explicado en clase y en algunas ocasiones, bien porque él lo solicita o porque el docente intuye que lo necesita, se le dan clases de refuerzo durante el recreo.
- 3 alumnas que el año pasado cursaron matemáticas aplicadas y que presentan en algunas ocasiones problemas de uso y comprensión de las herramientas matemáticas que precisa la asignatura.

Un punto importante a tener en cuenta para poder ajustar nuestro proyecto didáctico a la realidad de nuestros alumnos es que su proceso de aprendizaje, durante el curso de 2º ESO, se vio afectado por el confinamiento domiciliario debido a la situación sociosanitaria del año 2020. Como consecuencia, algunos contenidos de la asignatura de Física y Química no pudieron ser estudiados con la profundidad y rigor que marca el currículo de Aragón. El resultado, como se ha puesto de manifiesto en la prueba de Evaluación Inicial, es que los conocimientos de nuestros alumnos sobre fuerzas son deficientes, y en muchos casos, incluyen ideas alternativas sobre conceptos que se deberían de haber sido trabajados en 2º ESO. Será, por tanto, preciso estar atento a las posibles carencias y necesidades de la clase, para extender los contenidos propios del currículo de 4º ESO, de forma que nuestro proyecto didáctico de cobertura a aquellos contenidos de 2º ESO que deban ser revisados para una correcta comprensión y aprendizaje por parte de nuestros alumnos de los conceptos asociados a las fuerzas.

3.5.2. Contenidos

Los contenidos de esta propuesta didáctica, y de acuerdo con lo especificado en la orden ECD/489/2016, de 26 de mayo, están asociados a los bloques I y IV del currículo de Física y química de 4º ESO.

Los contenidos del bloque I giran en torno a la actividad científica, la observación, indagación y experimentación. Estos contenidos se trabajan de forma transversal junto con el resto de los contenidos de la materia. Es necesario, por tanto, tenerlos en cuenta a la hora de diseñar cualquier programación didáctica en la que se promueva la elaboración de hipótesis, la toma y presentación de datos o la experimentación como herramientas metodológicas

Los contenidos del bloque IV están dedicados al estudio de las fuerzas y el movimiento tratando de realizar una aproximación formal de los conceptos a nuestros alumnos, lo que permite cuantificarlos y utilizarlos en la explicación de fenómenos y experimentos.

Los contenidos que se pretenden abordar con esta Propuesta Didáctica, atendiendo a los criterios de evaluación establecidos por el currículo oficial aragonés, se presentan en la Tabla 3 relacionados con los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables.

Tabla 3

Contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables.

Contenidos	Criterios de evaluación	Estándares de aprendizaje evaluables	Criterios de evaluación de la Rúbrica (Anexo II)
Concepto de fuerza			
1. Carácter vectorial de las fuerzas	Crit.FQ.1.3.	Est.FQ.1.3.1.	R1
2. Magnitudes escalares y vectoriales	Crit.FQ.1.3.	Est.FQ.1.3.1.	R1, R3
3. Suma de fuerzas	Crit.FQ.1.3. Crit.FQ.1.6. Crit.FQ.4.6.	Est.FQ.1.3.1. Est.FQ.1.6.1. Est.FQ.4.6.2.	R1, R3

4. Descomposición de fuerzas en componentes	Crit.FQ.1.3. Crit.FQ.1.6. Crit.FQ.4.6.	Est.FQ.1.3.1. Est.FQ.1.6.1. Est.FQ.4.6.2.	R1, R3
4.Tipos de fuerzas			
Peso	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.9. Crit.FQ.4.10.	Est.FQ.4.6.1. Est.FQ.4.9.2. Est.FQ.4.10.1.	R2, R3, R4
5. Distinción de peso y masa	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.4.9. Crit.FQ.4.10.	Est.FQ.4.6.1. Est.FQ.4.9.2. Est.FQ.4.10.1.	R2, R3 R4
6. Otras fuerzas de interés (Normal, Rozamiento, Tensión, Centrípetas)	Crit.FQ.4.6.	Est.FQ.4.6.1. Est.FQ.4.6.2.	R3, R5
7. Identificación de fuerzas en nuestro entorno	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.1.2. Crit.FQ.1.4. Crit.FQ.1.5.	Est.FQ.4.6.1. Est.FQ.4.6.2. Est.FQ.1.2.1. Est.FQ.1.4.1. Est.FQ.1.5.1.	R5, R6
8. Representación de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.1.6.	Est.FQ.4.6.1. Est.FQ.4.6.2. Est.FQ.1.6.1.	R1, R3, R8, R10
9. Reconocer la importancia de las fuerzas en nuestra vida	Crit.FQ.4.6. Crit.FQ.1.2. Crit.FQ.1.4. Crit.FQ.1.5.	Est.FQ.4.6.1. Est.FQ.4.6.2. Est.FQ.1.2.1. Est.FQ.1.4.1. Est.FQ.1.5.1.	R5, R6, R7
Leyes de Newton			
10. Ley de inercia	Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8.	Est.FQ.4.7.1. Est.FQ.4.8.2.	R7, R8, R9, R10
11. Ley fundamental de la dinámica	Crit.FQ.4.7. Crit.FQ.4.8.	Est.FQ.4.7.1. Est.FQ.4.8.2.	R9, R10, R11
12. Principio de acción y reacción	Crit.FQ.4.8.	Est.FQ.4.8.3.	R9, R12
13. Reconocer los efectos de las leyes de newton en nuestra vida	Crit.FQ.4.8. Crit.FQ.1.2. Crit.FQ.1.4. Crit.FQ.1.5.	Est.FQ.4.8.1. Est.FQ.4.8.2. Est.FQ.4.8.3. Est.FQ.1.2.1. Est.FQ.1.4.1. Est.FQ.1.5.1.	R12

Fuente: Elaboración propia

3.5.3. Aspectos generales sobre la metodología

Tal y como se ha visto al explicar el contexto de aula, tenemos un grupo diverso, con diferentes capacidades para pensar y razonar y por lo tanto alumnos con diferente potencial de aprendizaje. Atendiendo a este contexto de aula, esta propuesta didáctica utiliza una metodología activa, basada en un conjunto diversificado de actividades para motivar al grupo en su totalidad y atender al mismo tiempo a todos los individuos de forma particular, que permita a los alumnos desarrollar todas sus capacidades. En este sentido, el uso de actividades gamificadas, simuladores y prácticas de laboratorio son esenciales para despertar el interés de los alumnos por la materia y motivarlos a la hora de estudiar ciencias.

Planteamos una propuesta didáctica orientada a la experimentación, que desarrolle la dimensión práctica del proceso de aprendizaje, el carácter manipulativo de la ciencia y la contextualización los conceptos y teorías estudiados a través de sus aplicaciones tecnológicas e implicaciones sociales en nuestra vida cotidiana.

La propuesta promueve, al mismo tiempo, que los alumnos compartan sus conocimientos y los contrasten con los de sus compañeros, que trabajen en grupo de forma cooperativa, de forma que guiados por el docente cada alumno sea capaz de ir adquiriendo nuevas competencias habilidades y conocimientos, según sus capacidades potenciales. En este sentido, planteamos el uso de:

- Actividades introductorias que nos ayuden introducir concepto de fuerza y a activar los conocimientos previos de los alumnos sobre este tema (Práctica de Sogatira, y wordcloud).
- Actividades de motivación de los alumnos que nos permitan despertar su interés por la dinámica de newton e ilusionarlos por aprender (Sogatira, simuladores, práctica de laboratorio).

- Actividades de desarrollo donde los alumnos busquen y comparten información sobre las fuerzas, que son, cuales tenemos en nuestro entorno y como nos afectan. (actividad sobre tipos de fuerzas, Práctica de laboratorio, lecturas de comprensión).
- Actividades de contextualización en las que los alumnos identifican la utilidad de los conceptos estudiados en nuestra vida. (lecturas de comprensión)
- Actividades de evaluación formativa. Al tratarse de una propuesta activa, los alumnos se ven involucrados en todas las actividades, y el producto de su trabajo se evalúa de forma continua para ofrecer un *feedback* de su proceso de aprendizaje. Todas las actividades de la propuesta se evalúan tanto a través de la observación diaria del docente como a través de las producciones de los alumnos en cada actividad. Además, al terminar la propuesta se plantea una prueba de evaluación.

3.5.4. Propuesta de actividades

La secuencia de actividades se muestra en un resumen en la Tabla 4.

Tabla 4

Resumen de actividades de la unidad didáctica

Actividad		Tiempo	Descripción	Objetivos	Recursos
Evaluación Inicial	Prueba escrita	10'	❖ Prueba escrita con 5 preguntas de selección múltiple.	❖ Conocer ideas previas y alternativas de los alumnos sobre las fuerzas	❖ Formulario de examen
Sogatira	Práctica de patio	40'	❖ Concurso de sogatira entre los equipos en el patio. ❖ Se hacen 3 equipos.	❖ Introducir las fuerzas, su carácter vectorial. ❖ Representar las fuerzas en el plano horizontal. ❖ Contextualizar las fuerzas en nuestro entorno. ❖ Motivar a los alumnos y despertar su interés por las fuerzas.	❖ Cuerdas, pañuelo. ❖ Organizador gráfico ❖ Bolígrafo
	Discusión y puesta en común	50'	❖ Discusión de las observaciones realizadas en la prueba de sogatira	❖ Contraste de ideas entre los alumnos. ❖ Activar conocimientos y reunir información sobre conocimientos previos e ideas alternativas de los alumnos sobre las fuerzas. ❖ Comprender el concepto de fuerza y sus efectos. ❖ Comprender el carácter vectorial de las fuerzas. ❖ Identificar y representar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo	❖ Organizador gráfico cumplimentado. ❖ Papel y bolígrafo. ❖ Pizarra y tiza ❖ Simulador , Ordenador y proyector
Wordcloud	Discusión en parejas	10'	❖ Proyección de un wordcloud y discusión en parejas de las palabras que salen.	❖ Introducción del lenguaje técnico necesario y nuevos conceptos sobre fuerzas. ❖ Comprender el concepto de fuerza y sus efectos. ❖ Comprender el carácter vectorial de las fuerzas	❖ Wordcloud. ❖ Papel y bolígrafo. Ordenador y proyector
	Puesta en Común	25'	❖ Los alumnos explican las palabras que conocen. Las que no conoce ningún alumno, las explica el docente	❖ Reflexión y contraste de ideas entre alumnos. ❖ Resolución de dudas y explicación de conceptos nuevos sobre fuerzas. ❖ Fuerzas de interés en nuestro entorno	❖ Wordcloud, Pizarra, tiza,
	Matching	15,	❖ Ejercicio de relacionar conceptos y definiciones	❖ Evaluar el grado de comprensión de los alumnos de los conceptos introducidos	❖ Formulario para cumplimentar ❖ bolígrafo
Simulador	Practica	35,	❖ Práctica con simulador de suma y descomposición de vectores	❖ Trabajar el carácter vectorial de las fuerzas.	❖ Guion-Suma de fuerzas . ❖ Sala de ordenadores

				<ul style="list-style-type: none"> ❖ Suma gráfica de las fuerzas y descomposición en componentes cartesianas. ❖ Representación gráfica de las fuerzas ❖ Magnitudes escalares y vectoriales 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Simulador sumas de vectores
	Puesta en común	15,		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Discusión en parejas y puesta en común 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Contraste de ideas y experiencias. Resolución de dudas
Práctica de aula sobre tipos de fuerza	Búsqueda de información	30'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Los alumnos tienen una presentación en <i>powerpoint</i>, el libro de texto y un video que explica las distintas fuerzas de nuestro entorno. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificar las fuerzas implicadas en fenómenos de nuestro entorno. (peso, normal rozamiento tensión y fuerzas centrípetas).
	Organizador gráfico	20'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ En grupos de 3 han de cumplimentar un organizador gráfico con las características y causas de cada fuerza y su representación gráfica. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reconocer el peso como efecto de la fuerza gravitatoria de la tierra. ❖ Diferenciar masa y peso.
	Representar fuerzas en los casos de estudio	50'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Tienen diferentes casos prácticos y han de dibujar las fuerzas que intervienen. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Conocer y representar las fuerzas habituales en nuestro entorno. ❖ Identificar los efectos de las fuerzas sobre el estado de movimiento de Un cuerpo diferenciando estado de equilibrio y de reposo.
Leyes de Newton	video	5'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Ver video de la película “Las leyes de la termodinámica” min 8,5 a 13,5. ❖ 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Enunciar y comprender las leyes de Newton. ❖ Reconocer la importancia de las leyes de newton en la vida cotidiana. ❖ Aprender a aplicar las leyes de newton en el análisis de fenómenos cotidianos
	Discusión	35'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Discusión de lo visto en el video. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Video y presentación PPT. Pizarra y tiza
Práctica de laboratorio	Sesión inicial	50'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Presentación de la práctica ¿Qué vamos a hacer? ¿Cómo lo vamos a hacer? 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Motivar a los alumnos mediante la realización de actividades prácticas. ❖ Reconocer la importancia de las fuerzas en la vida cotidiana.
	Toma de datos	50'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Trabajo colaborativo en grupos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Identificar las fuerzas implicadas en fenómenos de nuestro entorno en los que hay cambios en la velocidad de un cuerpo e interpretarlos en términos de las leyes de newton. ❖ Considerar la fuerza gravitatoria como la responsable del peso y distinguir entre masa y peso, pudiendo calcular el peso a partir de la masa y viceversa. ❖ Representar vectorialmente y calcular el peso, la fuerza normal, la fuerza de rozamiento en distintos casos de movimientos rectilíneos y circulares. ❖ Identificar y representar las fuerzas que actúan sobre un cuerpo, calculando la fuerza resultante y su aceleración. ❖ Representar e interpretar las fuerzas debidas a la tercera ley en distintas situaciones de interacción entre objetos. ❖ Comprender las leyes de Newton, y reconocer sus efectos en situaciones de la vida real. ❖ Aplicar los conocimientos para resolver o proponer hipótesis en situaciones en las que están actuando fuerzas sobre distintos objetos. ❖ Comprobar empíricamente en el laboratorio el efecto de las fuerzas y la 2^a ley de newton ❖ Redactar, justificar y argumentar las observaciones realizadas con un lenguaje técnico.
	Sesión de puesta en común	50'		<ul style="list-style-type: none"> ❖ Discusión de problemas durante la práctica, resultados, y dudas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Guion. ❖ Pizarra, tiza. ❖ Guion. ❖ Pistas, sensores para medir tiempo, regla, cuerda, portapesas y pesas, dinamómetro, balanza, pies de laboratorio, polea, calculadora, lápiz y papel. ❖ Guion cumplimentado. ❖ Pizarra y tiza

Lecturas de comprensión	40'	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Análisis de dos lecturas sobre seguridad vial en relación con las fuerzas 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Reconocer las fuerzas que actúan en nuestro entorno. ❖ Reconocer la importancia de las fuerzas en la vida cotidiana. ❖ Aplicar los conocimientos para resolver o proponer hipótesis en situaciones en las que están actuando fuerzas sobre distintos objetos. ❖ Redactar, justificar y argumentar las observaciones realizadas con un lenguaje técnico. 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Lecturas. ❖ Papel y bolígrafo
Evaluación de la enseñanza	10	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evaluar el proceso de enseñanza 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ cuestionario
Prueba final	50'	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Examen escrito 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Evaluar aprendizaje de los alumnos 	<ul style="list-style-type: none"> ❖ Formulario del examen, papel y bolígrafo

Fuente: Elaboración propia

3.5.5. Desarrollo de las Actividades

En este apartado vamos a explicar de forma detallada el desarrollo de las diferentes actividades de esta propuesta didáctica.

3.5.5.1. Actividad 1: Sogatira

Se trata de la primera actividad de introducción a las fuerzas que busca motivar a los alumnos, contextualizar el concepto de fuerzas en la vida cotidiana y activar las ideas previas de los alumnos sobre el concepto de fuerza. La temporalización, los recursos y los objetivos, están explícitos en la [Tabla 4](#).

Contenidos de la actividad 1

La fuerza es una magnitud de naturaleza vectorial, es decir debe definirse con un módulo (valor), una dirección y un sentido (signo), además de su punto de aplicación (punto donde se aplica la fuerza). Se representa mediante vectores (flechas).

Metodología de la actividad 1

Esta actividad se plantea como el eje central del proyecto de aprendizaje. Se trata de una actividad gamificada que se plantea dos sesiones de 50 minutos para realizar una actividad con cuerdas. La sesión se desarrolla en 2 partes: una de trabajo práctico y otra de puesta en común.

Actividad de Patio. Se establecen 3 equipos (a, b y c) y se plantea un concurso de sogatira, en el que los alumnos deberán pronosticar e intentar justificar el resultado de cada tirada en función de los participantes de cada equipo y la suma de fuerzas que hacen. Cada equipo deberá completar el organizador gráfico que se les proporcionará.

- Cada equipo debe de anotar en una tabla la distribución de jugadores en el soga-tira y en una columna pronosticar el ganador.
- En una segunda columna anotará el resultado real.
- En la 3^a columna, esquemáticamente, justificará el porqué del resultado y del acierto o fallo en la predicción.

Se realizarán 5 tiradas (Figura 1) con la siguiente distribución:

- Distribución lineal
 - Equipo A contra el equipo B (gana el equipo a).
 - El equipo c se suma al equipo b. (gana el equipo b + c).

- Distribución en Y
 - Equipo b y c con un ángulo de unos 30° (ganar al equipo a).
 - Equipo b y c con un ángulo $> 60^\circ$ (gana el equipo a).
 - Equipo a y b con un ángulo de 180° (gana el equipo c).

Después de estas 5 tiradas se deja que los alumnos planteen diferentes situaciones y las pongan en práctica, anotando en cada caso los datos en la tabla.

Figura 1

Practica de patio de sogatira



Fuente: Elaboración propia

Es importante durante la actividad práctica hacer preguntas a los alumnos que les hagan pensar ¿Quién va a ganar? ¿Por qué lo crees? ¿Cómo lo representarías en un papel? ¿Por qué crees que has fallado? ¿Qué factores no has tenido en cuenta? ¿Qué harías para cambiar el resultado? ¿Por qué?

Los grupos deben de cumplimentar un organizador gráfico en el que anoten las predicciones, comentarios y reflexiones. Ese organizador se recoge al final de la práctica y que nos servirá para evaluar los conocimientos previos de los alumnos sobre el tema de fuerzas.

La actividad permite introducir los tipos de fuerza si se trabaja y planifica adecuadamente: planificar tiradas en superficies deslizantes (si las hay). ¿Qué pasaría si el equipo ganador está sobre una superficie helada?

Puesta en común. Sesión para realizar en el aula para poner en común los resultados de la experiencia comentarlos y discutirlos. Los temas para considerar en la discusión son los siguientes: predicciones hechas y su justificación, representación de fuerzas y su influencia en el resultado.

Para completar el razonamiento de los alumnos podemos utilizar el simulador de PHET-Colorado (https://phet.colorado.edu/sims/html/forces-and-motion-basics/latest/forces-and-motion-basics_es.html) proyectado en pantalla y que los alumnos puedan usarlo para razonar sus hipótesis. Los alumnos deberán preparar un informe con lo que han realizado y un resumen de la discusión durante la puesta en común que deberán entregar al profesor y que servirá para evaluar el aprendizaje de los alumnos.

Criterios de evaluación e instrumentos utilizados en la actividad 1

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar están reflejados en la [Tabla 3](#). En esta actividad se van a evaluar de forma cualitativa los conocimientos de los alumnos sobre fuerzas a través del

organizador gráfico de la actividad, y de la observación del docente durante la realización de la práctica y del periodo de discusión y puesta en común.

Criterios de observación:

- Los alumnos participan en la práctica de patio y en la discusión posterior.
- Las preguntas les hacen reflexionar sobre el rozamiento y su importancia.
- Los alumnos utilizan el simulador para razonar sus respuestas durante la discusión.

Criterios de evaluación del organizador se evaluarán de acuerdo con los criterios de la rúbrica diseñada para la unidad didáctica:

- Los alumnos representan las fuerzas de tensión en las distintas tiradas. (criterio 1 de la rúbrica de la unidad)
- Los alumnos justifican sus predicciones en base a las fuerzas involucradas. (criterio 6 de la rúbrica de la unidad)
- Los alumnos identifican la influencia del rozamiento en el resultado después de la puesta en común. (criterio 7 de la rúbrica de la unidad)

3.5.5.2. Actividad 2: Wordcloud

Es una actividad de activación y de extensión de conocimientos. La temporalización, los recursos y los objetivos, están explícitos en la [Tabla 4](#).

Contenidos de la actividad 2

En esta actividad trataremos el carácter vectorial de las fuerzas; la definición de sus componentes (módulo, dirección y sentido); el peso y otras fuerzas de interés en nuestro entorno (normal, rozamiento, tensión y fuerza centrípeta); distinción entre peso y masa.

Metodología de la actividad 2

La segunda actividad que se programa es un Wordcloud con las palabras técnicas y conceptos relacionados con las fuerzas que vamos a utilizar y que seguramente ya hayan ido saliendo durante la discusión. Es importante hacer ver a los alumnos que cada rama del saber (desde el fútbol, a las carreras de coches, la medicina o la cocina...) tiene su jerga, es decir, las palabras técnicas con significado propio para ese campo de actividad que es preciso conocer para poder expresarse correctamente cuando hablas de ese tema. Para ello se proyecta un Wordcloud con palabras relacionadas con las fuerzas y en grupos de 3 personas se pide que las comenten y que apunten las que palabras que no saben, que no saben explicar correctamente, o que generan dudas.

Después de la discusión en grupos, se realiza una puesta en común donde se revisan todas las palabras y conceptos. Se busca que los alumnos expliquen lo que saben y no saben mientras que el profesor amplía la información indicando la correcta interpretación de los conceptos. En la actividad se intenta que sean los propios alumnos que saben (o creen saber) los conceptos los que los expliquen a sus compañeros. El papel del profesor será puntualizar, ampliar o modificar los conceptos durante el debate, mediante ejemplos. En este punto se pondrá especial énfasis en remarcar la diferencia y la relación entre masa y peso, así como la naturaleza del peso y su relación con la atracción gravitatoria de la tierra. Así mismo, se relacionarán la fuerza normal y de rozamiento con la actividad del sogatira explicando su influencia.

La actividad termina con un ejercicio en el que los alumnos deberán de relacionar algunos términos con su definición. La idea es que los alumnos realicen el emparejamiento de los conceptos con sus definiciones y en un segundo paso intercambien el ejercicio con un compañero y corrijan el ejercicio del compañero (con bolígrafo rojo) en base a una plantilla resuelta que se proyectará en la pantalla. Después, cada alumno explicará a su compañero qué es lo que estaba mal y por qué. Este ejercicio se recogerá para evaluar la comprensión por parte de los alumnos de los términos explicados en la clase.

Criterios de evaluación de la actividad 2

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar están reflejados en la [Tabla 3](#). En esta actividad se van a evaluar de forma cuantitativa los conocimientos de los alumnos sobre fuerzas tratados en la actividad, así como los objetivos actitudinales en base a la observación del profesor y la evaluación del ejercicio de relación de conceptos con definiciones. Las observaciones del profesor se hacen en base a los criterios 1 al 4 de la [rúbrica](#) de la unidad didáctica.

Criterios de observación:

- Los alumnos participan en la discusión de conceptos.
- Los alumnos dan *feedback* a sus compañeros de los errores cometidos en el ejercicio de relación de conceptos.

Criterios de evaluación del ejercicio de relación de conceptos:

- | | |
|---|-----------------------------------|
| ➤ Los alumnos aciertan todas las relaciones. | Excelente (9-10) |
| ➤ Los alumnos aciertan 4 o 5 relaciones. | De acuerdo con expectativas (7-8) |
| ➤ Los alumnos aciertan al menos 3 relaciones. | En progreso (5-6) |
| ➤ Los alumnos aciertan menos de 3 relaciones. | No superado (<5) |

3.5.5.3. Actividad 3: Simulación de descomposición y suma de fuerzas

Práctica de descomposición de fuerzas en componentes cartesianas y suma de fuerzas utilizando el simulador de PHET- Colorado “adición de vectores” (https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_es.html).

La temporalización, los recursos y los objetivos, están explícitos en la [Tabla 4](#).

Contenidos de la actividad 3

En esta actividad trataremos el carácter vectorial de las fuerzas, la definición de sus componentes (módulo dirección y sentido), la suma de gráfica de fuerzas y la descomposición de una fuerza en componentes cartesianas. También se revisará el concepto de magnitudes escalares y vectoriales.

Metodología de la actividad 3

Esta práctica se realizará en una sesión de 50 minutos, de los cuales 35 minutos serán para llevar a cabo los diferentes ejercicios que marca el [guion de la práctica](#), y los últimos 15 minutos para realizar una puesta en común de problemas, dudas y curiosidades.

Esta actividad servirá para afianzar el concepto de fuerzas como vectores, así como el procedimiento de suma de fuerzas. Es importante hacer preguntas durante la realización de la práctica:

- Compara los valores calculados con la ecuación ($a_x = a \cdot \cos\theta$ y $a_y = a \cdot \sin\theta$) con los valores de las componentes x e y de ese vector que nos da el simulador. ¿Qué observas? Los alumnos deben de identificar que el valor que les da el simulador para las componentes x e y de los vectores propuestos coincide en valor con los calculados matemáticamente a partir de las fórmulas.
- Haz la suma de las componentes a_x y b_x y compararlas con la componente x del vector suma. ¿Qué observas? ¿Qué crees que pasará con las componentes y? Deben ver que la suma de las componentes x de cada vector es la suma la componente x del vector suma y que la suma de las componentes y de los vectores es la componente y del vector suma.

El guion de la práctica generará un documento que el profesor recogerá al finalizar la sesión y que servirá para evaluar el aprendizaje de los alumnos. Es importante que al final de ésta se le dé al alumno la posibilidad de evaluar para qué le ha servido o qué aspectos le han llamado la atención. Este es un punto de evaluación muy importante para el profesor en vista a evaluar la utilidad de la actividad.

Criterios de evaluación de la actividad 3

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar se encuentran reflejados en la [Tabla 3](#). En esta actividad se van a evaluar de forma cuantitativa los conocimientos y competencias de los alumnos para manejar gráficamente fuerzas: sumar y descomponer de forma gráfica las Fuerzas.

Criterios de evaluación del ejercicio:

- Completa la tabla de componentes de las fuerzas. (1 punto cada ejercicio)
- Calcula las componentes de forma matemática. (1 punto cada ejercicio)
- Representa la gráfica nombrando ejes las fuerzas. (0,5 puntos cada ejercicio)
- Clasifica las magnitudes vectoriales y escalares. (1 punto)
- Se restará la parte proporcional al valor de la pregunta por cada error cometido.

La evaluación cualitativa de la actividad se realiza a través de la observación del docente en base al criterio 1 de la [rúbrica](#) de la unidad.

3.5.5.4. Actividad 4: Tipos de Fuerza

Se plantean dos sesiones de 50 minutos en que los alumnos aprenderán sobre las fuerzas que habitualmente encontramos en nuestro entorno. Las fuerzas que se ven son: Peso, Normal, Tensión, Fuerza de rozamiento, el Empuje y la Fuerza centrípeta. La temporalización, los recursos y los objetivos, están explícitos en la [Tabla 4](#).

Contenidos de la actividad 4

En esta actividad trataremos los tipos de fuerzas y las fuerzas de especial interés (Peso, Normal, Fuerza de rozamiento, Tensión, Empuje, Fuerza centrípeta). La representación gráfica de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo. Identificar las fuerzas en nuestro entorno y reconocer la importancia de las fuerzas en nuestra vida diaria. También revisaremos la descomposición de una fuerza en componentes cartesianas y el concepto de magnitudes escalares y vectoriales.

Metodología de la actividad 4

La actividad comienza con la pregunta ¿Qué otras fuerzas intervienen en el sogatira?, ¿Qué pasa con el sogatira si el suelo está helado? En este punto y si las instalaciones lo permiten, sería bueno haber realizado alguna prueba de sogatira en un pavimento deslizante (tipo pista de balonmano...). Se pide a los alumnos que trabajen en grupos de 3 personas y piensen en estas preguntas durante 5 minutos. Después se pone en común y esto nos da pie a introducir las “otras fuerzas” que intervienen en el sogatira. A continuación se pone a su disposición de cada grupo información sobre tipos de fuerzas en 3 formatos: un [Video](#), y una [Presentación](#) en powerpoint sobre tipos de fuerzas, así como el libro de texto. Se les pide que busquen información sobre las fuerzas de contacto más habituales en nuestro entorno. Deberán apuntar la información en una hoja y después cumplimentar el Organizador gráfico que se les dará.

A cada grupo se le asigna un gadget y se les pide que representen cada objeto y las fuerzas que actúan sobre ellos. Los alumnos podrán manipular los gadgets, que irán rotando entre los grupos. Los gadgets que llevamos son:

- Aerodeslizador casero.
- Carta moneda y vaso.
- Como un grano de uva girando se puede mantener el peso de una pera.

Criterios de evaluación de la actividad 4

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar están reflejados en la [Tabla 3](#). Para evaluar esta actividad se considerarán tanto las observaciones del docente a lo largo de la ejecución de la actividad como la evaluación del organizador gráfico de cada grupo. Los criterios de la [rúbrica](#) que se utilizan son los números 1, 4, 5, 6, 7 y 8.

3.5.5. Actividad 5: Leyes de Newton.

Se plantean tres sesiones de 50 minutos en que los alumnos Trabajará sobre las leyes de la dinámica (Leyes de Newton). La temporalización, los recursos y los objetivos, están explícitos en la [Tabla 4](#).

Contenidos de la actividad 5

Esta actividad va a trabajar los siguientes referentes a las Leyes de Newton o Leyes de la Dinámica: Ley de la Inercia, el Principio Fundamental de la Dinámica (relación entre fuerza, masa y aceleración) y el Principio de Acción-Reacción.

Metodología de la actividad 5

Actividad de extensión de conocimientos en la que se explican las Leyes de Newton. Una vez conocidas las fuerzas que intervienen en el sogatira ha llegado el momento de ver cómo

interacciona entre ellas y que leyes rigen su comportamiento que pueden ayudarnos a predecir el resultado de su acción. La actividad Se apoya en un [fragmento de la película “las leyes de la termodinámica”](#) (minutos desde el 8,5 al 12). El visionado del video incluye 8 preguntas sobre las leyes de la dinámica que deberán discutir en parejas y responder según vemos el video.

Después del visionado del video se realizarán ejercicios de aplicación de las diferentes Leyes de Newton junto con diferentes elementos prácticos que nos ayudan a visualizar algunas de los efectos que indican las Leyes de Newton.

Criterios de evaluación de la actividad 5

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar están reflejados en la [Tabla 3](#). Para evaluar esta actividad se considerarán tanto las observaciones del docente a lo largo de la ejecución de la actividad como la corrección de los ejercicios de práctica. Los criterios de la [rúbrica](#) que se utilizan son los números 4, 5, 8, 9, 10, 11 y 12.

3.5.5.6. Actividad 6: práctica de laboratorio, fuerzas y 2^a Ley de Newton.

Se propone una práctica de laboratorio que sirve para poner en práctica los tipos de fuerzas más comunes en nuestro entorno estudiados (Peso, Normal, Tensión y Fuerza de rozamiento), así como las Leyes de Newton, especialmente el Principio Fundamental de la Dinámica y como emplearlas para resolver un problema. La temporalización, los recursos y los objetivos, están explícitos en la [Tabla 4](#).

Contenidos de la actividad 6

Los contenidos que trabajamos en esta unidad son todos los que recoge la [Tabla 3](#).

Metodología de la actividad 6

La práctica consiste en calcular la masa de un carrito y la fuerza de rozamiento cuando se cuelga de él un peso según el esquema siguiente (figura 2):

Figura 2

Esquema de la práctica



Fuente: Elaboración propia

La práctica requiere de 3 sesiones de 50 minutos:

- La primera para recopilar la teoría necesaria y comprender lo que vamos a hacer: ¿Qué queremos saber?, ¿Qué vamos a medir? ¿Por qué?, ¿Cómo lo vamos a medir?, ¿Cómo vamos a determinar aquello que queríamos saber?
- La segunda para la toma de datos (Figura 3).
- La tercera para la puesta en común de resultados y discusión de estos.

Figura 3

Imágenes de la toma de datos



Fuente: Elaboración propia

En la primera sesión formaremos los grupos de trabajo (3 personas por grupo) y plantearemos el problema. Se irán haciendo preguntas que guíen el diseño de la práctica para que los alumnos sepan que van a hacer. Se trata de una sesión de discusión y contrate de ideas.

- Pediremos a los grupos que dibujen el esquema de nuestro carrito y dibujen las fuerzas implicadas y discutan ¿Qué fuerza tira del carro? ¿Cómo podemos calcularla?
- Les pediremos que despejen el valor de la tensión en función del resto de fuerzas ($T = m \cdot a + F_r$) y se les pedirá que piensen que tipo de representación tiene esa ecuación y que significan desde un punto de vista gráfico m y F_r .
- ¿Qué parámetros podemos medir cuando se mueve el carro? (tiempo “t” y distancia recorrida “s”). ¿Como podemos usarlos para determinar la aceleración del carro? ($s=s_0 + v_0 t + at^2/2$).
- Se pide que piensen y diseñen como podrían hacerlo. Al final de la discusión se les da el guion de la práctica.

En la segunda sesión los alumnos montaran los experimentos y tomaran los datos. Se les pide que midan el valor del peso que cuelgan, tanto a través del dinamómetro como de la balanza. Es muy importante hacer ver a los alumnos que el objetivo no es sacar un valor determinado, que se aproxime más o menos a lo que buscamos, sino que aprendamos a planificar una experiencia, saber qué buscamos y qué camino seguimos para encontrarlo, cómo tomamos los datos, que fiabilidad tienen y saber interpretar los resultados. Se va a evaluar el procedimiento, no el resultado.

En la 3^a sesión se discutirán los resultados obtenidos, los problemas detectados y se analizarán aspectos como la precisión de las medidas, que elementos de error tenemos en nuestro diseño y qué posibles soluciones hay. También, se resolverán dudas y cuestiones que no hayan quedado claras, siendo un buen momento para revisar todos los conceptos tratados en la unidad, ya que la práctica los toca todos.

Criterios de evaluación de la actividad 6

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar están reflejados en la [Tabla 3](#). Para evaluar esta actividad se considerarán tanto las observaciones del docente a lo largo de la ejecución de la actividad

como la evaluación del informe de práctica de cada grupo. En ambos casos se utilizarán de referencia los 12 criterios de evaluación de la [rúbrica](#) diseñada para la unidad didáctica.

3.5.5.7. Actividad 7: Lecturas de comprensión-Seguridad vial

Se propone una actividad de contextualización de los conocimientos adquiridos que sirve para poner en práctica las competencias adquiridas por los alumnos en la discusión de la influencia de las fuerzas en algunos aspectos de la seguridad vial. Se dan a los alumnos dos lecturas que deberán comprender para responder, justificando sus respuestas, algunas preguntas sobre la acción de las fuerzas en esas situaciones. La temporalización, los recursos y los objetivos, están explícitos en la [Tabla 4](#).

Contenidos de la actividad 7

Los contenidos que trabajamos en esta unidad son todos los que recoge la [Tabla 3](#) aplicando los conocimientos adquiridos para resolver o proponer hipótesis en situaciones en las que están actuando fuerzas sobre distintos objetos y practicaremos la redacción, justificación y argumentación de las observaciones realizadas con un lenguaje técnico.

Metodología de la actividad 7

Se entrega a los alumnos un documento con las dos lecturas y las preguntas. Se pide que lo cumplimenten y se recoge al final de la clase. Si no tiene tiempo, pueden acabarlo en casa y entregarlo al día siguiente. Puede organizarse el trabajo de forma individual o en parejas, según el contexto del aula.

El documento contiene 2 lecturas, una sobre las fuerzas que actúan sobre un móvil en una curva y la importancia del peralte en la seguridad vial, y la segunda sobre el efecto de las marcas horizontales en la calzada para la seguridad de las motos. Podemos pedir las dos o solamente una. En mi estancia en prácticas, solamente hicimos la 2º lectura.

En esta sesión se reservan los últimos 10 minutos para realizar una encuesta a los alumnos sobre el proceso docente, donde se les pide que opinen sobre los siguientes temas:

- Lo que más me ha gustado es....
- ¿Qué opinas de la forma de impartir las clases? ¿Qué te han parecido las actividades?
- ¿Qué cambiarias?
- ¿Qué le pides al profesor que haga para poder ayudarte mejor?

Criterios de evaluación de la actividad 7

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar están reflejados en la [Tabla 3](#). Para evaluar esta actividad se considerarán tanto las observaciones del docente a lo largo de la ejecución de la actividad como el informe de los alumnos, analizando las respuestas y su coherencia con lo que dice el texto de la lectura, así como las justificaciones y la argumentación que da para explicar los efectos de las fuerzas siguiendo los 12 criterios de evaluación de la [rúbrica](#) diseñada para la unidad didáctica.

3.5.5.8. Prueba final

Al finalizar el Proyecto Didáctico se realizará una prueba final.

Contenidos de la prueba final

Los contenidos que se evalúan en esta actividad son todos los mencionados en la [Tabla 3](#) y que se han estudiado a lo largo de toda la Unidad didáctica.

Metodología de la prueba final

Se entrega a los alumnos un [cuestionario](#) con diversas preguntas sobre los conceptos estudiados que deben de responder. La actividad se lleva a cabo en una sesión de 50 minutos.

Evaluación de la prueba final

Los criterios de evaluación de acuerdo con el currículo vigente en la comunidad de Aragón y su relación con las competencias clave que los alumnos deben de adquirir, así como los estándares de aprendizaje a evaluar están reflejados en la [Tabla 3](#). Para evaluar esta actividad se analizarán las respuestas y su coherencia, así como las justificaciones y la argumentación que da para explicar los efectos de las fuerzas siguiendo los 12 criterios de evaluación de la [rúbrica](#) diseñada para la unidad didáctica.

3.6. Análisis de los Resultados

En este apartado vamos a analizar tanto los resultados de aprendizaje por parte de los alumnos como la valoración de la propuesta didáctica por parte de los alumnos.

3.6.1. Análisis de los Resultados de aprendizaje

En general y atendiendo a las calificaciones obtenidas por los alumnos en la prueba final y en los documentos evaluables, podemos afirmar que el proyecto didáctico ha cumplido con los objetivos que nos habíamos marcado. La nota media de la clase fue un 7. Si tenemos en cuenta que una alumna entregó el examen prácticamente en blanco, y que el alumno de incorporación tardía marchó en semana santa a realizar gestiones a Rumanía y tampoco realizó la prueba final ni la práctica de laboratorio, el resultado es satisfactorio. En la figura 4 se muestran los resultados de la evaluación de las distintas actividades, así como la media de ellas, teniendo en cuenta que la prueba final tenía un peso del 80% y las actividades realizadas durante las sesiones de aprendizaje un 20%, de acuerdo con la estructura fijada por el tutor del centro.

Los resultados de la evaluación inicial y de la actividad de patio ya se han expuesto al comentar los conocimientos previos de los alumnos. Simplemente me gustaría remarcar que la actividad de patio cumplió sobradamente con los objetivos de motivar a los alumnos por aprender y despertar su interés por las fuerzas.

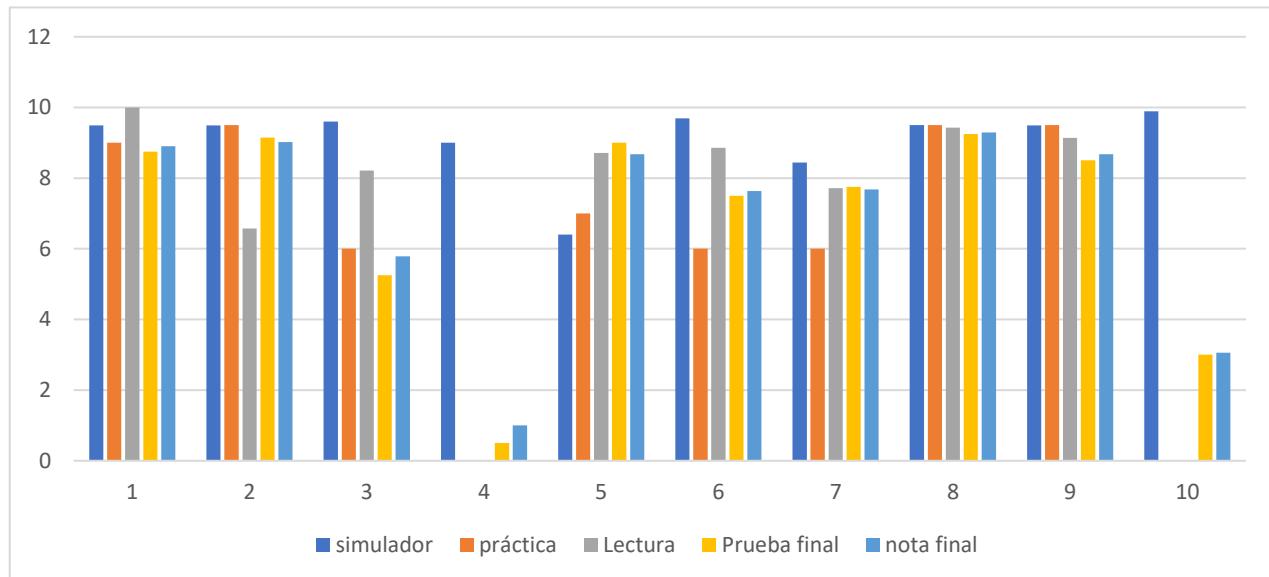
En referencia a la Actividad del wordcloud, resultó interesante, porque realmente comenzaron a contrastar ideas, aunque realmente no llegue a realizar la actividad de relación de conceptos y solamente sirvió para introducir el vocabulario técnico de la materia.

La actividad con el simulador fue del agrado de los estudiantes y funcionó muy bien a tenor de los resultados de la evaluación de la actividad (ver figura 5). Salvo una alumna que no completó la actividad, el resto la hizo casi perfecta, tal vez porque estaba muy pautada. Los alumnos dejaron de considerar la descomposición de vectores un tema a revisar, si bien consideraban que era difícil. Los errores detectados estaban más centrados en una falta de

experiencia a la hora de dibujar la gráfica (no nombrar los ejes, no poner unidades y no nombrar los vectores) que en la capacidad de descomponer correctamente los vectores. En este sentido, los alumnos adquirieron las competencias objetivo.

Figura 4

Resultado de la evaluación del proceso de aprendizaje de los alumnos



Fuente: Elaboración propia

En la actividad de tipos de fuerzas, la utilización de gadgets para que los alumnos vieran las fuerzas implicadas fue muy útil para que los alumnos comprendieran las representaciones de las diferentes fuerzas en los diagramas. En la prueba final todos menos 2 personas representaron correctamente las fuerzas que actúan sobre un bloque del que tiramos con una cuerda.

La actividad práctica de laboratorio me parece muy completa, ya que permite revisar todos los contenidos y habilidades que se buscan como objetivo del aprendizaje en esta unidad didáctica. Esta actividad la realicé en 2 sesiones en lugar de las 3 sesiones que le he asignado en esta propuesta didáctica. No realicé la sesión previa a la toma de datos y creo que añadiendo esta sesión se pueden mejorar los resultados de aprendizaje. Los alumnos siguieron el guion y posteriormente trabajaron los datos adecuadamente y los razonamientos fueron buenos, incluso en 2 casos muy buenos ya que dedujeron que los valores de T/a , (masa aparente del sistema) disminuía al aumentar el peso colgado del portapesas acercándose al valor real de la masa del carrito. Las tres alumnas que habían cursado en 3º matemáticas aplicadas tuvieron problemas con la identificación de la pendiente y la ordenada en el origen de la recta. En la prueba final les planteé un ejercicio donde yo les daba la tabla de datos y debían representar y sacar gráficamente la masa y la fuerza de rozamiento (en este caso F_r era cero). El 75 % de los alumnos identificaron perfectamente la masa con la pendiente y que al pasar la gráfica por el origen el rozamiento era cero (dos incluso indicaron que debía ser despreciable en lugar de cero). Los informes se evaluaron en función de las respuestas, las justificaciones y de la [rúbrica](#) diseñada para la unidad y los resultados de la evaluación de los informes está en la figura 5 en el punto siguiente de esta memoria.

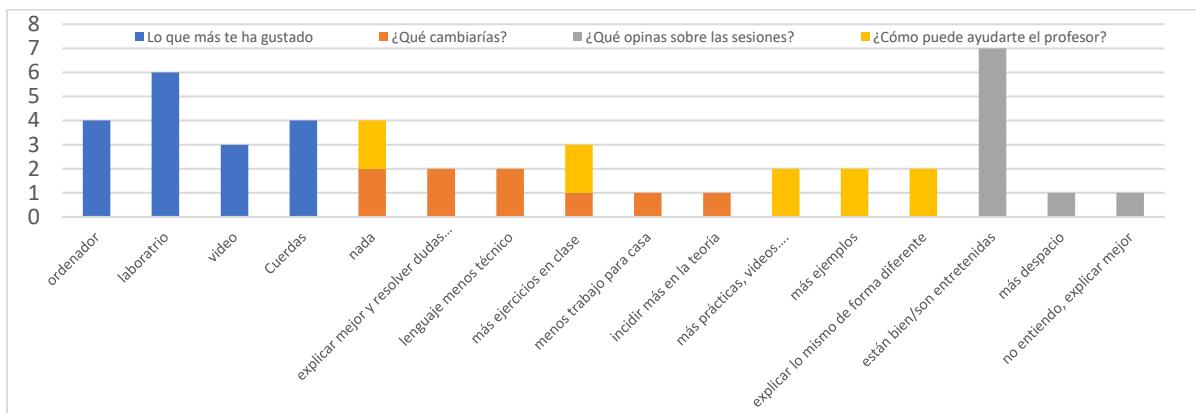
Finalmente, en la actividad 7 de comprensión lectora y aplicación de los conceptos aprendidos de fuerzas, a un caso real, como es el de la importancia de las marcas viales horizontales en la seguridad de las motocicletas, los alumnos mostraron un grado de comprensión y de razonamiento medio-alto. Hubo 2 alumnos que no hicieron la práctica, pero la media del resto es de 7,8. Fueron capaces de identificar el papel de las fuerzas de rozamiento y cómo esta se modificaba con la pintura de las marcas viales. Así mismo justificaron correctamente sus deducciones y propuestas.

3.6.2. Análisis de la propuesta didáctica por parte del alumnado

Como ya he expuesto al analizar los resultados de la propuesta didáctica, algunas de las actividades descritas en la propuesta están reformuladas respecto de lo que hice en el *Practicum*, bien sea porque no salieron como yo esperaba o porque en la encuesta final que hice pidiendo *feedback* del proceso de enseñanza me dieron ideas de mejora. Los resultados de dicha encuesta se muestran en la figura 5.

Figura 5

Resultados de la encuesta de evaluación de la propuesta didáctica.



Fuente: Elaboración propia

Las actividades prácticas fueron las más valoradas de forma unánime. La actividad de sogatira fue la 2^a actividad más valorada junto con la práctica del simulador, justo detrás de la práctica de laboratorio en la encuesta de evaluación del programa de aprendizaje realizado al finalizar el *Practicum*.

La actividad 2, fue muy efectiva en la activación de conocimiento, según los datos de mi observación durante el desarrollo de esta, pero le faltaba algún elemento de evaluación más objetivo, por lo que en esta propuesta he incluido un ejercicio de relación de conceptos que puede servirnos para tener una idea más cuantitativa del grado de comprensión por parte de los alumnos. También podríamos solicitar que dibujasen un mapa conceptual de las ideas comentadas que les parecen más importantes.

Finalmente, creo que uno de los defectos de la propuesta didáctica es que realizamos pocos ejercicios, entendiendo como tales los clásicos problemas de resolución o cuestiones

donde hay que justificar un comportamiento o aseveración en base a los conceptos y modelos estudiados. Esta fue una de las críticas constructivas de los alumnos.

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

En este apartado vamos a analizar los problemas que nos hemos encontrado al realizar las actividades durante el *Practicum* y realizar algunas propuestas de mejora que creemos pueden ayudar a resolver dichos problemas.

3.7.1. Dificultades encontradas

En cuanto a las dificultades a la hora de poner en práctica las actividades durante el *Practicum*, podemos destacar lo siguiente:

En las actividades

Los problemas más notables los tuvimos en la práctica de laboratorio. Los alumnos no estaban acostumbrados a este tipo de actividades y les costaba mucho organizarse y tomar las medidas. Además, tal y como se ha comentado anteriormente, no realizamos la primera sesión de introducción. Lo que hicimos fue proporcionarles el guion para que lo preparasen en casa y empezamos con la toma de datos. El problema es que la práctica se realizó el primer día al regreso de las vacaciones de Semana Santa y los alumnos estaban un poco perdidos y desconectados. Por supuesto, no se habían leído el guion (algunos ni recordaban que lo tenían). Como resultado de esta situación, a los alumnos les costaba entender qué estaban haciendo y por qué durante la toma de datos. Razón por la cual, precisaron de bastante ayuda y explicaciones por mi parte y por parte del tutor.

En esta práctica también tuvimos problemas con dos de los equipos de medida. No funcionaban correctamente y los alumnos midieron el tiempo con grabación de video, que resultó ser muy imprecisa. A pesar de ello, los grupos obtuvieron una gráfica aceptable y pudieron responder las cuestiones, aunque los valores numéricos eran a todas luces erróneos. Uno de los grupos lo apuntó y argumentó la razón posible del error.

El segundo problema a destacar, lo tuvimos en el desarrollo de la actividad 4. En el *Practicum*, la actividad referente a la introducción de los tipos de fuerzas la impartí con una estructura de clase magistral, seguida de algunos experimentos de aula. El resultado de la actividad fue bastante deficiente. Se detectó que los alumnos se despistaban durante las explicaciones magistrales, y que realmente se despertaba su interés, por los tipos de fuerza en nuestro entorno, cuando manipulaban los experimentos de aula y trabajaban de forma activa en clase. Por este motivo, en este proyecto didáctico he modificado la metodología de esta actividad.

Horario clase y Grupo clase

El horario era bastante bueno ya que dos de las clases semanales las teníamos a 3^a hora, justo antes del recreo, lo que permitía extender las sesiones prácticas un poco más, en caso de necesidad. El problema era la clase de la primera hora del lunes. En esta hora a los alumnos les costaba concentrarse.

En cuanto a la clase, el principal problema que me encontré fue que les costaba interactuar entre ellos, hablar y comentar los conceptos que estábamos estudiando, tal vez por falta de

costumbre, y enseguida se ponían a hablar de otros temas. Tanto el tutor como yo teníamos que estar muy atentos para reconducir la atención de los alumnos.

Un inconveniente que afectaba al desarrollo de las actividades era la falta de fluidez en el manejo de las herramientas matemáticas como la trigonometría, y la geometría a la hora de interpretar las ecuaciones de la recta o calcular numéricamente el valor de las componentes de un vector.

Otro problema que se debe destacar es la dificultad que tienen los alumnos para utilizar y comprender el vocabulario técnico. Esta dificultad les impide en algunos casos seguir el ritmo de las actividades, y es uno de los puntos que me pidieron mejorara en la encuesta final de evaluación del proceso de enseñanza.

Trabajar con alumnos con adaptaciones curriculares

Como hemos comentado, tuvimos un alumno de incorporación tardía. Le costaba seguir el ritmo de la clase lo que suponía continuas interrupciones. Me apoyé bastante en el tutor para ayudarle con explicaciones suplementarias durante las sesiones (de forma que mejoramos el ritmo) y, de forma complementaria, le proporcioné clases extra en algunos recreos y documentación adicional, a través de la plataforma Classroom, para que pudiese trabajar en casa. Con estas adaptaciones el alumno trabajaba bien y evolucionaba adecuadamente, de acuerdo con los resultados de las pruebas que pudimos evaluar. No obstante, después de Semana Santa dejó de venir al centro, por estar en su país de origen realizando trámites, y no se incorporó nuevamente hasta después de terminado el *Practicum*.

3.7.2. Propuestas de mejora.

Aunque alguna de las propuestas de mejora, respecto a lo que puse en práctica y desarrollé durante mi *Practicum*, ya las he comentado al describir las actividades, sí que considero importante resumir brevemente estas:

En cuanto a las metodologías empleadas

La actividad de sogatira, hay que planificarla bien, ver que opciones tenemos, jugar no sólo con la fuerza de los equipos y la configuración de la cuerda, sino con el rozamiento, el tipo de suelo, etc. Este es un punto que no tuve en cuenta y creo que podíamos haber generado más situaciones de interés para hacer a los alumnos pensar y reflexionar sobre las fuerzas en nuestro entorno. He intentado expresar este punto al describir la práctica, pero creo que es un punto de mejora.

También me parece importante destacar que, en el *Practicum*, tal vez por falta de tiempo o de experiencia, al desarrollar la actividad 4 (Tipos de fuerzas) me decanté por una orientación metodológica más tradicional. Los resultados de esta actividad no fueron buenos y tuve que planificar una sesión diferente. En esta memoria he reformulado la actividad y la he diseñado más como una actividad de “indagación” en la que los alumnos buscan y clasifican la información sobre los tipos de fuerzas en 3 fuentes que se les provee, y después la aplican para explicar y justificar la acción de las fuerzas en los distintos experimentos de aula. Creo que esta actividad puede ser más interesante y productiva para los alumnos, en cualquier caso, este sería uno de los puntos a revisar y mejorar.

En cuanto a las prácticas de laboratorio, asegurarse de que todo funciona correctamente, y planificarlas con tiempo suficiente, de acuerdo con el contexto de la clase, para que los alumnos tengan tiempo, no solo de realizarla sino de comprender lo que están haciendo. En algunos contextos esta práctica puede requerir más de 3 sesiones. En nuestro caso, realizamos la toma de datos el primer día a la vuelta de vacaciones. Visto en perspectiva, creo que deberíamos de haber usado esa hora para explicar la práctica a los alumnos y realizar la toma de datos en la siguiente sesión.

Uno de los defectos de la propuesta didáctica, que señalaron los alumnos, es que realizamos pocos ejercicios de resolución de problemas o cuestiones para justificar y argumentar el comportamiento de las fuerzas de acuerdo con los conceptos científicos. Podríamos mejorar la propuesta si preparamos un par de ejercicios de revisión cada día, relacionados con la actividad realizada, ofreciendo las soluciones al día siguiente antes de comenzar con la actividad. En este caso sería conveniente tenerlos en cuenta a la hora de evaluar el cuaderno del alumno.

Finalmente, en cuanto al proceso de evaluación continua, si bien considero que es beneficioso para los alumnos, creo que en esta propuesta el peso de la prueba final (80%) es muy alto y resta valor al concepto de evaluación continua. Creo que éste puede ser un punto para revisar en esta propuesta.

En cuanto a la intervención del profesor

Entre las recomendaciones que hicieron los alumnos al evaluar el proyecto docente, estaba la de utilizar un lenguaje menos técnico y tratar de explicar las dudas de una forma distinta a como se había explicado el concepto inicialmente. Creo que este es un punto interesante para considerar: si un alumno no entiende un concepto que el docente ha explicado, hay que buscar otra forma de explicarlo. De no hacerlo así, posiblemente el alumno siga sin entenderlo. Este es un punto en el que debo mejorar.

En cuanto al lenguaje técnico, si bien es cierto que los alumnos deben acostumbrarse a él, hay que comprender que es nuevo para ellos y les resulta difícil de usar en algunos casos. Por este motivo, bajar el nivel de tecnicismos y combinar el lenguaje técnico con un lenguaje más cotidiano en clase, puede facilitar la comprensión por parte de los alumnos.

En cuanto al contenido impartido

El contenido de la propuesta didáctica es muy amplio. Este Proyecto Didáctico contempla 12 sesiones de 50 minutos. Dependiendo del contexto de aula es posible que se precise de más tiempo. Por otra parte, en este proyecto se han realizado muy pocos ejercicios de resolución de problemas, en parte porque los alumnos no tenían las herramientas matemáticas para realizarlos. Con otros grupos, este es un punto en el que esta propuesta puede mejorarse y ampliarse.

3.7.3. Reflexión final

La primera reflexión que quiero hacer es en referencia a la trasposición didáctica, es decir, qué enseñamos. Tal vez, por mi actividad como docente de personal técnico, estaba acostumbrado a transmitir conocimientos de una forma que difiere mucho de las necesidades que tienen los alumnos de secundaria para poder aprender. Me parece de vital importancia el hecho de la necesidad de resumir, simplificar y adaptar los contenidos científicos a las

necesidades y capacidades de los alumnos en las diferentes etapas y cursos escolares. Especialmente, si tenemos en cuenta que debemos hacerlo proponiendo modelos simplificados, pero al mismo tiempo coherentes con los aprendizajes posteriores que irá adquiriendo el alumno, para introducirlos en el modelo y construir sus esquemas mentales que le permitan entender y manejar el mundo que le rodea. Esto no es fácil y requiere que el docente tenga un determinado conocimiento, no solo de lo que va a enseñar a sus alumnos, sino de cómo se interrelaciona con otros aprendizajes del alumno en ese curso, así como en las posteriores y anteriores cursos y etapas. En este sentido, he trabajado el tema de fuerzas en distintas asignaturas del Máster y he realizado un estudio de campo conceptual de las fuerzas en relación con el resto de la formación en Secundaria, que me ha servido para comprender algunos de los problemas de aprendizaje que los alumnos podían presentar y programar cómo superarlos. Algunos ejemplos pueden ser el manejo gráfico de vectores y los conocimientos básicos de trigonometría.

La segunda reflexión hace referencia a la didáctica de las ciencias, sobre cómo enseñamos. La experiencia del Máster y sobre todo del *Practicum*, me ha demostrado que las clases magistrales son cómodas para el docente, pero generalmente poco útiles para los alumnos. Se deben plantear actividades dinámicas e implicar a los alumnos en el proceso de aprendizaje. Los alumnos no deben estar escuchando lo que sabe el docente, sino actuando, deben estar haciendo algo que los lleve a aprender, a descubrir cosas nuevas que no sabían. En la propuesta que he realizado he tratado, en la medida de lo posible, eliminar las clases magistrales y sustituirlas por actividades en las que los alumnos buscan la información que precisan para completar una actividad, a través la cual, se busca que comprendan y aprendan a manejar algún concepto, idea, modelo teórico y que adquieran una determinada habilidad. El papel del docente, en este caso, es el de suministrar fuentes donde los alumnos puedan buscar, bien sean textos, videos, o artículos. Es por tanto una obligación del docente el buscar nuevas formas para enseñar, que se adapten a las necesidades de sus alumnos en cada contexto en el que se encuentre, teniendo en cuenta que cada grupo de alumnos tendrá unas necesidades específicas y que es el docente el que debe adaptar la metodología y los recursos a la situación de los alumnos y no al revés, como ocurre en muchas ocasiones.

La tercera reflexión hace referencia al rol del docente, sobre nuestra actitud como docentes. Muchas veces nos quejamos de la actitud de los jóvenes, y he oído a muchos docentes quejarse en este sentido de la actitud de sus alumnos. Pero, ¿cómo nos comportamos en clase? ¿cuál es nuestra actitud? Tenemos que pensar que los alumnos van a pasar muchas horas con nosotros y que hay mucha información que transmitimos con nuestra actitud hacia ellos, con nuestra forma de ser y de estar en clase. Para muchos de nuestros alumnos vamos a ser modelos en los que se reflejen y les ayuden a construir su personalidad, por lo que nuestros valores, nuestra empatía, nuestra forma de ver la vida y el respeto hacia los demás van a ser aspectos muy importantes en nuestra labor docente y debemos tenerlo en cuenta. Este es un aspecto que he descubierto y me ha llamado mucho la atención durante mi estancia en el centro docente.

4. CONSIDERACIONES FINALES

Este trabajo supone, desde mi punto vista, el cierre de un proceso inicial de aprendizaje básico, para todo aquel que quiera hacer de la docencia su campo de trabajo. Llegados al final, me gustaría hacer un par de reflexiones sobre lo que he aprendido en este Máster.

4.1. Reflexión sobre el trabajo realizado

La presente memoria contiene un Proyecto Didáctico basado en un conjunto de actividades de aprendizaje. Éstas se han llevado a la práctica con éxito, y se ha demostrado que son viables y evaluables. Este conjunto de actividades nos ha permitido impartir una unidad didáctica en un curso de 4º ESO, motivando a los alumnos y promoviendo el aprendizaje de un concepto complicado y difícil como es el de las fuerzas. Como consecuencia, considero que este trabajo ha cumplido con los objetivos planteados.

Este Trabajo me ha obligado a repasar los contenidos de todas las asignaturas del Máster, así como de los trabajos que he ido realizando a lo largo del año. En este sentido, podemos considerar el trabajo expuesto en esta memoria como un ejercicio de aplicación de los contenidos aprendidos durante el este curso. He tenido que profundizar en los contenidos curriculares presentes en la legislación vigente, teniendo en cuenta que estamos en un periodo de cambio de legislación considerando también aquellos aspectos que va a modificar la nueva ley para adecuar la propuesta a la realidad de la enseñanza en nuestra región.

En la preparación de este trabajo, he revisado aspectos clave del proceso de enseñanza-aprendizaje, como son las diferentes metodologías activas que aplicar durante las sesiones de clase en las que el alumno es el centro del proceso de aprendizaje. El trabajo cooperativo, actividades gamificadas, el uso de simuladores, son buenos ejemplos de estas técnicas dinámicas que he tenido que analizar para ponerlas en práctica en un aula de secundaria.

Uno de los aspectos que más tiempo me ha llevado es la planificación de la evaluación de las actividades. Tal vez esta sea la parte más difícil de todo el proceso, y posiblemente, también la más importante. La realidad es que normalmente tendemos a evaluar lo que los alumnos saben, y no lo que han aprendido. Para poder evaluar lo que los alumnos han aprendido es necesario conocer que sabían antes de empezar con el proceso de aprendizaje, de ahí la importancia de la evaluación inicial y las consecuencias que de sus resultados se deriven. En las actividades que desarrolle durante el *Practicum* traté siempre de mantener una evaluación continua y formativa, aunque creo que no siempre lo conseguí, al menos no como me hubiese gustado. Dentro del proceso de evaluación, no hay que olvidar que la enseñanza es un proceso bidireccional de enseñanza-aprendizaje, y que tan importante es evaluar lo que nuestros alumnos han aprendido como la efectividad de nuestro proceso de enseñanza para afinarlo, encontrar puntos de mejora o de adaptación a nuevas situaciones de aprendizaje.

4.2. Sobre el periodo formativo en el Máster

Como ya he explicado en la presentación de este trabajo, una de las primeras cosas que me sorprendió es que tenemos que adaptar los conocimientos científicos para que los alumnos los comprendan. Creo que este es uno de los principales aprendizajes, sino el principal, que

podemos extraer del Máster. Una vez asumido esta realidad, todas las asignaturas, aprendizajes y el cuerpo propio del Máster cobran sentido.

¿Por qué no podemos usar el conocimiento científico como tal para enseñar a adolescentes? Esta es una pregunta importante a la que asignaturas como *Psicología del desarrollo y de la educación* o *Fundamentos* tratan de responder para darnos una pincelada de la realidad de nuestros alumnos como campo de trabajo. Es importante saber cómo piensan, qué les interesa, que los hace similares y qué diferentes, para poder adecuar nuestro proceso de enseñanza a la realidad de cada alumno. Entonces, si no podemos usar nuestro conocimiento científico tal y como es ¿Cómo lo hacemos? La respuesta a esta pregunta es quizás la más difícil, ya que no hay una solución mágica que abarque toda la casuística de contextos de aula que podemos encontrar. La mayoría de las asignaturas que hemos estudiado en el Máster nos proponen diferentes metodologías, y herramientas didácticas que podemos utilizar para desarrollar nuestro trabajo docente. Durante el Máster, se remarca constantemente que no existe ninguna metodología o herramienta mejor que otra en términos absolutos. Todas ellas tienen ventajas e inconvenientes que debemos conocer para, una vez analizado el contexto de nuestra aula, escoger cuál de ellas es la más conveniente para facilitar el proceso de aprendizaje de nuestros alumnos.

Otro aspecto importante que he aprendido en el Máster es la importancia de la evaluación. Evaluar, es mucho más que calificar, y puede (y debe) convertirse en un instrumento muy potente para mejorar el proceso de aprendizaje de los alumnos si lo usamos correctamente. No se trata de evaluar lo que los alumnos saben, sino detectar dónde deben mejorar. El objetivo es que el alumno considere el proceso de evaluación, no como una barrera, sino como una oportunidad de mejorar su aprendizaje.

Finalmente, no querría terminar esta reflexión sin comentar la importancia de la educación en la sociedad. Esta realidad es el otro gran aprendizaje que me ha proporcionado el Máster. Cómo afecta el contexto social al proceso educativo y cómo la educación bien ejercida puede influir en mejorar el contexto social de nuestros alumnos.

4.3. Mi futuro como docente.

En cuanto a mi futuro como educador, espero llegar a ser un buen profesor para mis alumnos. Un buen docente tiene que ser comprometido y debe preocuparse por sus alumnos en todos los aspectos, ha de hacer que los alumnos participen de manera activa y ha de empatizar con los adolescentes para ofrecerles un punto de referencia y de cercanía. Creo que un buen profesor debe formarse de forma continua, informándose de las nuevas metodologías y procedimientos didácticos para usarlas en el aula. Además, el docente, con el fin de formar ciudadanos responsables, no solo debe limitarse a impartir los contenidos, sino que debe utilizar éstos para educar en valores.

Estas características y actitudes del buen profesor no son fáciles de adquirir, y mucho menos de mantener en el tiempo. Por este motivo, considero este Máster como el comienzo de un proceso formativo que no termina con este trabajo. Este documento marca el final de la primera etapa del viaje, un viaje que se extenderá a lo largo de toda mi carrera como docente, ya que el aprendizaje es un proceso formativo y continuado que nunca acaba.

5. BIBLIOGRAFÍA

- Acevedo, C., Porro, S., Aduriz-Bravo, A. (2013). Concepciones epistemológicas, enseñanza y aprendizaje en la clase de ciencias. *Tecné Episteme y Didaxis* 34 29-46.
- Arrien, E., Ubieta, E., y Ugarriza, J. R. (2016). La evaluación inicial en las Aulas de Aprendizaje de Tareas. *Departamento de Educación, Universidades e investigación*.
- Bentivenga, M., Giorgini, D., y Bombelli, E. (2019). Uso de simuladores como recurso educativo para facilitar la enseñanza y aprendizaje de las Leyes de Newton. Análisis descriptivo preliminar. *VI Jornadas Nacionales y IV Latinoamericanas*. Recuperado de: <https://www.researchgate.net/publication/329483951>
- Caamaño, A., Sanmartí, N., Cañal, P., Aleixandre, M. P. J., Couso, D., Pintó, R., Ametller, J., Gallástegui, J. R., Justi, R., & De Pro, A. (2011). *Didáctica de la física y la química* (GRAO (ed.)). Ministerio de Educación, Secretaría de Estado de Educación y Formación Profesional, Instituto de Formación del Profesorado, Investigación e Innovación Educativa.
- Carrascosa, J. (2005a) El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte (I). Análisis sobre causas que las originan y/o mantienen. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(2), 183-208.
- Carrascosa, J. (2005b) El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (parte (II). El cambio de concepciones alternativas. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, 2(3), 388-402.
- Carrascosa, J. (2006). El problema de las concepciones alternativas en la actualidad (Parte III). Utilización didáctica de los errores que aparecen en comics, prensa, novelas y libros. *Revista Eureka sobre enseñanza y divulgación de las ciencias*, vol. 3(1), 77-88.
- Carrascosa-Alís, J. (2014). Ideas alternativas en conceptos científicos-Alternatives in scientific concepts ideas. *Revista Científica*, 18(1), 112–137.
- Carrascosa, J., Perales, E., Rey, A., & Rosa, S. (2017). La enseñanza de las fuerzas. Dificultades y orientaciones en educación secundaria. *Revista Alambique de Didáctica de las Ciencias Experimentales* 89, 7-13
- Driver, R. (1988). Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo en ciencias. *Enseñanza de las Ciencias*, 6(2), 109-120.
- Esteve Castell, J. J. (2008). Formulación química inorgánica en educación secundaria (Póquer de química). *Pulso: revista de educación*, (31), 197-217.
- Fernández Tilve, M. D., & Malvar Méndez, M. L. (2007). La evaluación inicial en los centros de secundaria: ¿cómo abordarla? *Revista Galego-portuguesa de psicología e educación*, 14(1), 9-20.
- Fernández-Oliveras, A. y Sebastián-García, A., (Coords.) (2021). *Propuestas de aprendizaje basado en juegos y gamificación para la enseñanza -aprendizaje de la Física y la Química en Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato: Micro-spin-offs educativos III*. Granada. Descargado el 8 de febrero de 2022 de <https://digibug.ugr.es/handle/10481/67720>
- García, M. B., & Dell’Oro, G. (2001). Algunas dificultades en torno a las leyes de Newton: una experiencia con maestros. *Revista Iberoamericana de Educación*, 1-12.

- García, A. G., y Tuñón, M. I. (2004). El ciclo reflexivo cooperativo: un modelo didáctico para la enseñanza de las ciencias. *Revista electrónica de enseñanza de las ciencias*, 3(2), 148-160.
- Granados, C. (2009). La importancia de la evaluación inicial en el ámbito educativo. *Revista Digital Innovación y Experiencias educativas*.
- Harres, J. B. S. (2005). La física de la fuerza impresa como referente para la evolución de las ideas de los alumnos. *Enseñanza de las ciencias, Numero Extra* (VIII congreso), 1-5.
- Hewson, P. W. (1990). La enseñanza de fuerza y movimiento como cambio conceptual. *Enseñanza de las Ciencias: Revista de investigación y experiencias didácticas*, 8(2), 157-172.
- Izquierdo, M., Espinet, M., García, M. P., Pujol, R. M., & Sanmartí, N. (1999). Caracterización y fundamentación de la ciencia escolar. *Enseñanza de las Ciencias*, 17(1), 45-59.
- Johnson, D. W.; Johnson, R.T.& Holubec, E.J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Barcelona: Paidós.
- Miguel, Y. D., Rodríguez, C. D. P. S., y Mora, C. (2020). La enseñanza de las ciencias basada en casos simulados: Un aporte reflexivo para la Física. *Latin-American Journal of Physics Education*, 14(4), 91-95.
- Mora, C. y Herrera, D. (2009). Una revisión sobre Ideas Previas del concepto de fuerza. *Latin-American Journal Physics Education*, 3(1), 72-86.
- 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. Zaragoza, 2 de junio de 2016, núm. 105, pp.12640-13458.
- Pozo, Juan I., (2020). Aprender ciencias es reconstruir las ideas personales por medio del diálogo con otras personas y otros conocimientos. En Couso, D., Jiménez, R., Refojo, C. y Sacristán, J., (Coord.). *Enseñando ciencia con ciencia* (pp. 14-23). Fundación Lilly y FECYT.
- Sánchez, M. J. S., Calvo, C. P., y Moreno, M. D. M. (2018). Innovación en la enseñanza de física y química: aprender haciendo. En *Innovar en las aulas: modelos y experiencias de innovación educativa en el Máster de Profesorado de Educación Secundaria, Bachillerato, Formación Profesional y Enseñanza de Idioma* (pp. 37-50). Ediciones Universidad de Salamanca.
- Vilches, A., y Gil, D. (2011). El trabajo cooperativo en las clases de ciencias: una estrategia imprescindible pero aún infrautilizada. *Alambique, Didáctica de las Ciencias Experimentales* 69, 73-79.

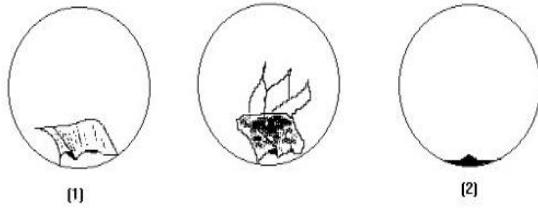
6. ANEXOS

6.1. Anexo I: Prueba Inicial

1. Si en un instante dado la velocidad de un cuerpo es nula, la fuerza resultante sobre él en ese mismo instante también lo será.
 - a) Cierto
 - b) Falso
 - c) No lo se
2. Supongamos que toda la atmósfera que rodea a la Tierra desapareciese totalmente, quedando el planeta rodeado por el vacío. En estas condiciones puede afirmarse que el peso de los cuerpos:
 - a) Disminuiría
 - b) Se haría cero
 - c) Aumentaría
 - d) No cambiaría
 - e) No lo sé
3. Se lanza un objeto verticalmente desde el suelo hacia arriba, considerando nulo el rozamiento con el aire, señalad cuál de los esquemas representa correctamente las fuerzas que actúan sobre el objeto que sube, poco antes de que éste alcance su máxima altura.



4. Dentro de una esfera cerrada y transparente hay un trozo de papel. Mediante una lupa hacemos que arda dicho papel hasta quemarse totalmente. Si pesamos todo el conjunto antes (1) y después (2) de la combustión, resultará que:



5. a) El peso de (2) será igual que el de (1)
b) El peso de (2) será menor que el de (1)
c) El peso de (2) será mayor que el de (1)
d) No lo sé
5. Se lanza una piedra verticalmente hacia arriba alcanzando una altura de 6 m sobre el suelo. Considerando nulo el rozamiento con el aire ¿qué altura alcanzará otra piedra lanzada con la misma velocidad, pero cuya masa es la mitad que la de la primera?
 - a) 3 m
 - b) 6 m
 - c) 12 m
 - d) No lo sé

6.2. Anexo II: Guion de la Actividad 3 con el Simulado

Sumando Fuerzas

Name: Date:

Procedimientos:

- En la primera parte del trabajo, aprenderá a calcular las componentes x e y de una fuerza a partir del módulo y el ángulo con uno de los ejes usando la simulación phet.
- En la segunda parte de la hoja de trabajo, deberá calcular las componentes x e y de una fuerza conociendo su módulo y el ángulo con uno de los ejes, y deberá pegar su gráfico usando la simulación phet.
- En la tercera parte de la hoja de trabajo, hay preguntas relacionadas con los vectores.

Aquí hay un ejemplo, Usapdo, https://phet.colorado.edu/sims/html/vector-addition/latest/vector-addition_en.html

Introduce en el buscador "adición de vectores-phet"

Entra en adición de vectores-phet

Haz click en

Selecciona laboratorio



Parte 1:
Completa la tabla con los datos dados (usando el método gráfico)

Fuerza	Módulo	Ángulo	Componente X	Componente Y
\vec{a}	11	0,0		
\vec{b}	8,6	54,5		
\vec{c}				


 $a_x = a \cos\theta =$
 $a_y = a \sin\theta =$
 $b_x = b \cos\theta' =$
 $b_y = b \sin\theta' =$

- Complete la tabla con los datos dados (usando el método gráfico)
- $|\vec{a}|=11$ y $\theta=0$ $|\vec{b}|=8,6$ y $\theta'=54,5$

Fuerza	Módulo	Ángulo	Componente X	Componente Y
\vec{a}	10	90		
\vec{b}	12,1	24,4		
\vec{c}				


 $a_x = a \cos\theta =$
 $a_y = a \sin\theta =$
 $b_x = b \cos\theta' =$
 $b_y = b \sin\theta' =$

Parte 2:
Completa la tabla usando las expresiones matemáticas

Fuerza	Módulo	Ángulo	Componente X	Componente Y
\vec{a}	9,9	45,0		
\vec{b}	6	-90,0		
\vec{c}				

$a_x = a \cos\theta =$
 $a_y = a \sin\theta =$
 $b_x = b \cos\theta' =$
 $b_y = b \sin\theta' =$

Dibuja el gráfico

- Completa la tabla usando los datos dados (usando el método gráfico)

Fuerza	Módulo	Ángulo	Componente X	Componente Y
\vec{a}	9,4	58		
\vec{b}	8,1	119,7		
\vec{c}	11,0	-90,0		
\vec{d}				

$a_x = a \cos\theta =$
 $a_y = a \sin\theta =$
 $b_x = b \cos\theta' =$
 $b_y = b \sin\theta' =$
 $c_x = c \cos\theta'' =$
 $c_y = c \sin\theta'' =$

Dibuja el gráfico

Parte 3:
Determine si la cantidad física dada es un vector o un escalar (use V para vector y S para escalar)

1-Velocidad	2-Masa	3-Peso
4-Fuerza	5-Aceleración	6-Desplazamiento
7-Distancia	8-Volumen	9-Tiempo

6.3. Anexo III: Guion de la Práctica de laboratorio

Medida de la masa y la aceleración

En esta experiencia vamos a establecer la relación entre erza que actúa sobre un cuerpo y la aceleración que adquiere el cuerpo.

Para medir la fuerza utilizaremos La aceleración la mediremos de manera indirecta cronometrando el tiempo que tarda el cuerpo en recorrer una distancia concreta.

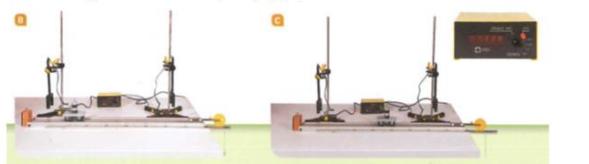
Material

- Dos soportes con nueces y barras laterales
- Dos barreras fotoeléctricas Contador de tiempo digital
- Carril de 1m o de 1,5 m
- Carril con vástago
- Polea con soporte y cuerda
- Portapesas (con 4 pesas de 50 g, y 4 pesas de 10 g)
- Regla de 1 m.
- Taco de madera
- Dinamómetro



Procedimiento

1. Coloca el carril sobre una mesa horizontal con un extremo próximo al borde. Sujeta una polea a ese extremo de modo que la cuerda cuelgue fuera de la mesa. En el otro extremo coloca el taco de madera.
2. En el vástago del carro coloca 4 pesas de 50 g. Ata el carro a una cuerda y pásala por la polea.
3. En el otro extremo de la cuerda coloca un portapesas que cuelgue por fuera de la mesa. Asegúrate de que el carro se mueve por acción del portapesas que cuelga y que la cuerda que tira de él está horizontal.
4. Coloca las barreras fotoeléctricas sobre soportes, de manera que estén próximas a los extremos del carril (observa la foto). Conéctalas a un contador digital y comprueba que el contador se inicia cuando el vástago del carro pasa por la primera barra y que se detiene al atravesar la segunda barra (imagen A).
5. Coloca el carro al inicio del carril (antes de la barra) y aguántalo con los dedos (A). Asegúrate de que la cuerda que le une al portapesas está horizontal y pasa por la garganta de la polea. Comprueba que el contador de tiempo está en cero y levanta los dedos dejando que el carro se mueva (B, C). Anota la longitud entre las dos barreras y el tiempo (S; y t).



6. Calcula la aceleración del sistema según la ecuación de posición para un MRUA:

$$X = X_0 + V_0 t + \frac{1}{2} a t^2$$

Si no funcionan los sensores podemos grabar en video y sacar el tiempo reproduciendo el video a cámara lenta.

7. Cuelga el portapesas del dinamómetro y mide la fuerza que ha tirado del carro.
8. Pesa el portapesas en la báscula y mide la masa, después calcula el peso según la fórmula $F_g = m \cdot g$. ¿Coincide con la fuerza medida en el dinamómetro? ¿Cuál crees que es más precisa?



9. Repite los pasos 5, 6 y 7 colgando del portapesas diversas masas de 10 g. Debes de completar cuatro o 5 series de datos.

10. Anota los datos en una tabla y analiza los resultados

Experiencia	$F(N)$	X (m)	T (s)	$A (m/s^2)$	M (kg)
portapesas					
Portapesas + 10 g					
Portapesas + 20 g					
Portapesas + 30 g					
Portapesas + 40 g					

Análisis de datos

1. Representa gráficamente la fuerza que actúa sobre el sistema frente a la aceleración que adquiere. Razona si ambas magnitudes son directa o inversamente proporcionales.

2. Dibuja la línea de tendencia y calcula gráficamente la pendiente y la constante. ¿Qué representa esa pendiente? ¿Qué representa la constante?

3. Compara la pendiente de la gráfica con los valores que obtienes al dividir, en cada caso la fuerza que actúa sobre el sistema y la aceleración que le comunica. ¿Qué observas? ¿Puedes explicarlo?

4. Calcula la masa del sistema a partir de los valores que has obtenido en cada experiencia. ¿Puedes utilizar todos los valores para calcular la media?

5. Valora las posibles fuentes de error de esta experiencia y diseña un procedimiento que reduzca al máximo los errores experimentales.

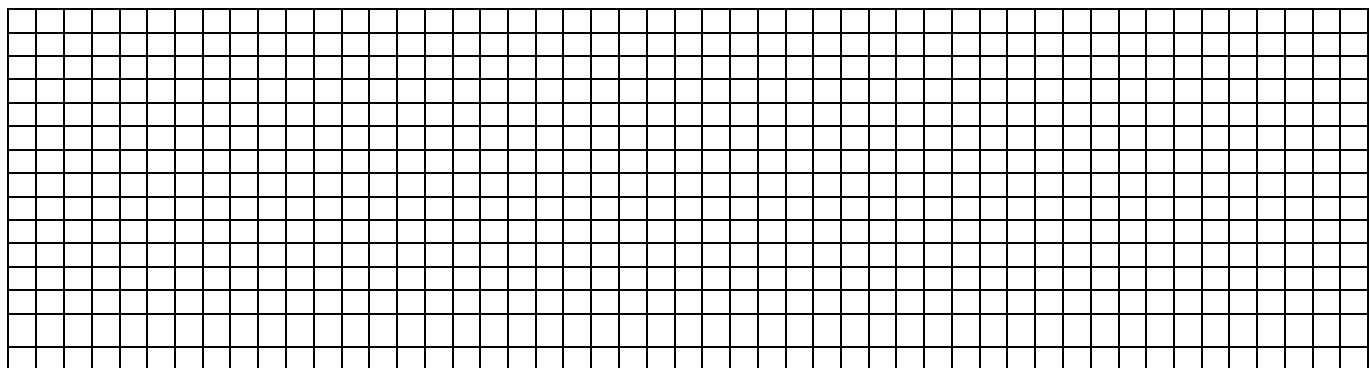
6. Para la experiencia se ha utilizado un carro con ruedas. ¿Habrá alguna diferencia si utilizáramos un taco de madera para deslizar sobre el carril? (el taco de madera también tiene un vástago en el que colocar las pesas de 50g).

6.4. Anexo IV: Prueba final.

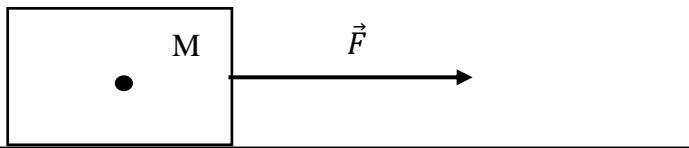
Nombre:

- (2P) 1. indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas justificando tu respuesta:
- a. La fuerza de rozamiento no depende de la masa de los cuerpos.
 - b. El peso de un cuerpo no influye en su movimiento.
 - c. Una fuerza puede hacer que un cuerpo lleve un MRU.
 - d. El newton es la fuerza que al actuar sobre un cuerpo le comunica una aceleración de 1m/s^2 .
- (2P) 2. La tabla muestra las fuerzas netas que actúan sobre un cuerpo sobre una superficie horizontal y la aceleración que le provoca en cada caso.

➤ F(N)	➤ 5	➤ 15	➤ 30	➤ 45	➤ 60
➤ a (m/s^2)	➤ 1	➤ 3	➤ 6	➤ 9	➤ 12



- a. Representa la gráfica fuerza-aceleración.
 b. ¿Qué forma tiene? ¿Pasa por el origen de coordenadas? ¿Qué significa?
 c. ¿Qué representa la pendiente de la gráfica?
 d. Calcula el valor de la pendiente y escribe la fórmula que relaciona fuerza y aceleración.
- (2P) 3. Suponga que un camión cargado de 30 Tm choca de frente contra un automóvil compacto de 1500 Kg. Durante el choque. Justifica tu respuesta:
- a. El camión aplica al auto una fuerza mayor que la que el auto aplica al camión.
 - b. El auto aplica al camión una fuerza mayor que la que el camión aplica al auto.
 - c. El camión aplica al auto una fuerza igual a la que el auto aplica al camión.
 - d. El camión aplica una fuerza sobre el auto y el auto no aplica ninguna fuerza sobre el camión.
- (2P) 4. Aplicamos sobre un bloque de piedra de masa “M” una fuerza horizontal de valor \vec{F} que hace que se mueva con aceleración constante \vec{a} hacia la derecha. Dibuja las fuerzas que actúan sobre el cuerpo sabiendo que el coeficiente de rozamiento es μ :



- (2P) 5. Razona en tu cuaderno si las siguientes parejas de fuerzas son de acción y reacción:
- a. La fuerza de atracción magnética entre dos imanes.
 - b. La fuerza de atracción magnética entre la tierra y la luna.
 - c. El peso de un libro sobre apoyado sobre una mesa y la Fuerza normal.
 - d. El peso de un libro sobre apoyado sobre una mesa y la Fuerza de rozamiento.

6.5. Anexo V: Rúbrica de la unidad didáctica

Aprendizajes evaluables	Excelente (9-10)	Satisfactorio (7-8)	En progreso (5-6)	Necesita mejorar (<5)
1. Reconoce que, con fuerzas, no es suficiente para conocer el valor numérico de la cantidad y su unidad, pero también es necesitaba saber la dirección del movimiento.	Distingue correctamente el módulo la dirección y el sentido de una fuerza identificando sus relaciones.	Distingue correctamente el módulo la dirección y el sentido de una fuerza, pero no identifica alguna de sus relaciones. (falla 1)	No Distingue correctamente el módulo la dirección y el sentido de una fuerza, (falla 1) y no identifica alguna de sus relaciones. (falla 1 o más)	No Distingue entre el módulo la dirección y el sentido de una fuerza, y no identifica sus relaciones. (
2. Conoce el funcionamiento y utilidad del dinamómetro y saber cómo registre los resultados en tablas, usando unidades SI.	Usa adecuadamente los instrumentos y organiza los datos resultantes correctamente.	Utiliza los instrumentos y organiza los datos resultantes con dificultad.	Utiliza instrumentos con poco cuidado y organiza los datos resultantes con dificultad.	Responde de manera incorrecta o no responde.
3. Definir correctamente la unidad de fuerza del Sistema Internacional.	Identifica las unidades usando las relaciones matemáticas requeridas.	Identifica la unidad usando las relaciones matemáticas requeridas con dificultad.	Identifica la unidad con dificultad y no usa las relaciones matemáticas requeridas.	No identifica la unidad y no usa las relaciones matemáticas requeridas.
4. Comprender el concepto de peso, y distinguirlo del concepto de masa, resolviendo ejercicios sencillos para calcular el peso de los cuerpos.	Distingue adecuadamente los conceptos peso y masa y sus relaciones, para llevar a cabo los cálculos necesarios.	Distingue los conceptos, pero tiene problemas para entender la relación entre ellos para llevar a cabo los cálculos necesarios.	Distingue los conceptos, pero no comprende la relación entre ellos y tiene problemas para llevar a cabo los cálculos necesarios.	No distingue entre masa y peso
5. Identificar las fuerzas de especial interés. Peso, Normal, tensión, centrípeta	Reconoce las fuerzas de especial interés, sabe representarlas gráficamente y conoce la causa de estas y sus efectos.	Reconoce las fuerzas de especial interés, sabe representarlas gráficamente, reconoce sus efectos, pero no sus causas.	Reconoce las fuerzas de especial interés, sabe representarlas gráficamente, pero no reconoce sus efectos ni sus causas.	No Reconoce las fuerzas de especial interés y/o no sabe representarlas gráficamente,
6. Identificar las fuerzas involucradas en situaciones cotidianas sobre los cuerpos, y relacionarlas con sus efectos.	Distingue correctamente los tipos de fuerzas, identificándolas en situaciones cotidianas y las relaciona con los efectos que producen.	Distingue correctamente los tipos de fuerzas, identificándolas en situaciones cotidianas, pero no las relaciona con los efectos que producen.	Distingue correctamente los tipos de fuerzas, pero no las identifica en situaciones cotidianas ni las relaciona con los efectos que producen.	No distingue correctamente los tipos de fuerzas, ni las identifica en situaciones cotidianas ni las relaciona con los efectos que producen.
7. Reconocer la existencia, la importancia y el papel de la fricción en la realidad vida.	Identifica la fuerza de fricción en las situaciones del día a día.	Identifica con dificultad la fuerza de rozamiento en situaciones de la vida cotidiana.	Identifica la fuerza de fricción de forma confusa sin referirlo a situaciones cotidianas.	No comprende la fuerza de fricción
8. Saber diferenciar el concepto de equilibrio de fuerzas del concepto de reposo en situaciones cotidianas	Sabe diferenciar el concepto de equilibrio de fuerzas del concepto de reposo en situaciones cotidianas	Diferencia el estado de equilibrio del estado de reposo, pero tiene problemas para identificar las situaciones de la vida real correctamente.	Diferencia el estado de equilibrio del estado de reposo con dificultad, y no identifica las situaciones de la vida real correctamente.	No diferencia el estado de equilibrio del estado de reposo.
9. Enunciar las leyes de Newton	Conoce las 3 leyes, y comprende su significado, pudiendo aplicarlas para justificar o argumentar en situaciones en la vida real	Conoce las 3 leyes, y comprende su significado, pero no las usa correctamente en justificaciones y argumentaciones sobre situaciones en la vida real	Conoce las 3 leyes, pero no comprende su significado, y no sabe usarlas en justificaciones y argumentaciones sobre situaciones en la vida real	No conoce las leyes de newton
10. Predecir el efecto de la acción de una o más fuerzas tendrán sobre un cuerpo inicialmente en reposo o en movimiento.	Explica correctamente los efectos de las fuerzas sobre el estado de movimiento de un cuerpo calculando la resultante.	Explica correctamente los efectos de las fuerzas sobre el estado de movimiento de un cuerpo, pero comete errores al calcular la resultante.	Explica los efectos de las fuerzas sobre el estado de movimiento de un cuerpo con dificultad y no sabe calcular la resultante.	No sabe explicar los efectos de las fuerzas sobre el estado de movimiento de un cuerpo ni calcular la resultante.
11. Conoce la relación entre fuerza y aceleración y resuelve problemas simples usando el principio fundamental de la dinámica.	Conoce la relación entre fuerza y aceleración y resuelve problemas simples usando el principio fundamental de la dinámica.	Conoce la relación entre fuerza y aceleración, pero comete errores al resolver problemas simples usando el principio fundamental de la dinámica.	Reconoce con dificultad la relación entre fuerza y aceleración y tiene dificultades para resolver problemas simples usando el principio fundamental de la dinámica.	No reconoce la relación entre fuerza y aceleración y no sabe problemas simples usando el principio fundamental de la dinámica.
12. Reconocer la importancia de la 3º ley de Newton y saber reconocer y representar las fuerzas de acción y reacción en nuestro entorno.	Comprende la importancia de la 3º ley de Newton y sabe reconocer y representar las fuerzas de acción y reacción en nuestro entorno.	Reconoce y representa las fuerzas de acción y reacción en nuestro entorno, pero no comprende completamente la importancia de la 3º ley de Newton para nuestra sociedad	Reconoce y representa las fuerzas de acción y reacción en nuestro entorno con dificultad y no comprende la importancia de la 3º ley de Newton para nuestra sociedad	No reconoce ni representa las fuerzas de acción y reacción en nuestro entorno y no comprende la importancia de la 3º ley de Newton para nuestra sociedad