

MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación
de Profesorado
y Educación / 16-17

(MESOB)
Especialidad
de Física y Química

**Experiencias
y experimentos
en el aula:
metodologías
didácticas para
la enseñanza de
cinemática
y dinámica en
3º de la E.S.O.**

Ana Martín Recio



Universidad
Autónoma
de Madrid

Experiencias y experimentos en el aula:
metodologías didácticas para la enseñanza de
cinemática y dinámica en 3º de la E.S.O.

Máster Universitario en
Formación de Profesorado
de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato

Curso académico
2016-2017

Autora: Ana Martín Recio

Tutor: Pedro García-Mochales Caro

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Resumen

El proyecto que aquí se presenta consiste en el diseño y desarrollo de una metodología didáctica mixta y basada en experiencias y experimentos como fuente para la comprensión y el análisis, por parte de los alumnos, de la cinemática y dinámica cuando son estudiadas por primera vez.

Se pretende mostrar una forma de traer el laboratorio al aula como estrategia de sorpresa, motivación y de mejora de la comprensión de los procesos físicos. Uno de los objetivos principales de este trabajo es mostrar cómo el uso de experimentos realizados con materiales sencillos acerca los conceptos físicos al conocimiento de lo cotidiano de los alumnos, facilitando la visualización y comprensión de la física del movimiento y las fuerzas a estudiantes que abordan por primera vez estos conceptos.

Para el análisis y la evaluación de los resultados obtenidos durante este proyecto se han usado cuestionarios de motivación y de conocimientos iniciales y finales de los alumnos, así como las observaciones y reflexiones realizadas por la autora durante el desarrollo del mismo. Este análisis ha permitido sugerir, tras la finalización del proyecto, una serie de propuestas de mejora de las actividades, herramientas y metodologías utilizadas.

Palabras clave: experiencias y experimentación para la enseñanza de cinemática y dinámica, mejora del interés y de la motivación por la Ciencia, reconstrucción de ideas preconcebidas.

Abstract

The project presented here consists on the design and development of a mixed didactic methodology based on experiences and experiments as a source for students' understanding and analysis of kinematics and dynamics when they are studied for the first time.

The aim is to bring the laboratory to the classroom as a strategy of surprise, motivation and improvement of the comprehension of different physical situations. One of the main objectives of this paper is to show how the use of simple materials in experiments brings the physical concepts near to the students' everyday knowledge, facilitating the visualization and understanding of the physics of the movement and the forces to students who approach for the first time these concepts.

The analysis and evaluation of the results obtained during this project have been carried out using initial and final questionnaires of students' motivation and knowledge, as well as the observations and reflections made by the author during its development. This analysis has allowed the author to suggest a series of improvements on the activities, tools and methodologies used after the end of the project.

Keywords: experiences and experimentation in kinematics and dynamics, Science interest and motivation improvement, reconstruction of misconceptions.

ÍNDICE

1. Presentación	1
2. Introducción	3
2.1. Fundamentos teóricos.....	3
2.2. Propuesta metodológica.....	7
3. Contextualización	9
3.1. Marco legal: el currículo oficial.....	9
3.2. Características generales del Centro y de su entorno	10
3.3. Características generales del departamento.....	12
3.4. Características generales del alumnado	13
3.5. Nivel de desarrollo psicológico y cognitivo: necesidades de los estudiantes	14
3.6. Análisis de las metodologías previas utilizadas con el alumnado	16
4. Objetivos del proyecto	17
5. Investigación educativa previa	18
5.1. Análisis de las ideas previas: posibles dificultades de los alumnos.....	18
5.2. Análisis de gustos y motivaciones	20
6. Diseño y descripción de las actividades	22
6.1. Distribución temporal.....	23
6.2. Descripción de algunas de las actividades realizadas.....	26
7. Análisis y evaluación de resultados	39
7.1. Evaluación del conocimiento adquirido por los alumnos.....	39
7.2. Evaluación del proyecto: actividades y metodologías.....	42
7.3. Propuestas de mejora.....	45
8. Conclusiones	48
9. Referencias	49
10. Anexos	51
10.1. Estudios y bilingüismo en el I.E.S. Joan Miró.....	51
10.2. Instalaciones y equipamientos del I.E.S. Joan Miró.....	53
10.3. Planes, proyectos y programas del I.E.S. Joan Miró	54
10.4. Información y participación de las familias	55
10.5. Cuestionario de la evaluación inicial	56
10.6. Cuestionario de la evaluación final.....	62
10.7. Cuestionario de gustos y aficiones	71
10.8. Cuestionario de opinión sobre el proyecto	72
10.9. Experimento del movimiento rectilíneo.....	73
10.10. Prueba escrita de la primera unidad didáctica	76
10.11. Prueba escrita trimestral	78
10.12. Experiencia del movimiento armónico simple con estudiantes de 1º de Bachillerato.....	82

1. Presentación

El interés y motivación de los estudiantes¹ por la Ciencia en general y por la Física particularmente nunca debe darse por supuesto. Uno de los principales obstáculos que el docente encontrará para la enseñanza de la Física será la frustración que sienten los alumnos al no poder imaginar o construir mentalmente el problema que se les plantea. En la primera vez que durante su vida escolar se enfrentan a esta materia, muchos de ellos quedan bloqueados por lo abstracto y confuso que les resulta el estudio del movimiento de objetos (cinemática) y de las causas del mismo (dinámica), a pesar (o quizás por ello) de que son situaciones con las que conviven a diario. Por ello un profesor de secundaria debe siempre tener en cuenta el punto de desarrollo físico y cognoscitivo por el que pasan sus alumnos y adaptar metodologías y actividades de acuerdo con sus necesidades y circunstancias.

Con tal objetivo en mente, en este Trabajo de Fin de Máster (TFM) se ha procurado realizar un estudio inicial tanto de ideas previas como de motivación e intereses para poder acercar la Física y el gusto por la indagación a estudiantes de 3º de la Educación Secundaria Obligatoria (ESO) que la estudian por primera vez. Para mejorar el interés y el esfuerzo en la asignatura se han desarrollado unas metodologías y actividades variadas con la idea principal de hacer la Física “visible” para ellos. Es decir, introduciendo herramientas, experiencias y experimentos sencillos que permitan al alumnado comprender mejor ciertos conceptos físicos que normalmente les resultan confusos.

La motivación de la propuesta nace de la observación y del análisis de tres de los grupos de 3º de la ESO del I.E.S Joan Miró, en San Sebastián de los Reyes. La pobreza de las metodologías que se venían utilizando en el aula y la gran falta de participación del alumnado en cuestión llevó por un lado a la idea de las metodologías mixtas. Mientras que el uso de herramientas materiales sencillas en el aula que llamasen la atención y mejorasen la comprensión de estos estudiantes vino de la falta de interés que mostraban por la asignatura y por la Ciencia en general.

El diseño inicial de la innovación que se planteaba debió de ser modificada para poder adecuarla al contexto y circunstancias: debido a la escasez de tiempo, algunas actividades se

¹ En esta memoria se utilizará como género no marcado el masculino, práctica del lenguaje recomendada por la Real Academia Española en su Diccionario Panhispánico de Dudas y que se fundamenta principalmente en dos razones: i) es posible en español “referirse a colectivos mixtos a través del género gramatical masculino”; ii) en aplicación de la “ley lingüística de economía expresiva” y así evitar la confusión del escrito y la ilegibilidad que se alcanzaría al utilizar de forma repetitiva expresiones como “los y las”, “as/os” y otras fórmulas similares que tratan de hacer visibles ambos sexos.

suprimieron y otras fueron modificadas para acortarlas; además, tanto las herramientas de evaluación, como los criterios de calificación se adecuaron a las exigencias del departamento.

Así, el proyecto final consta de una serie de fases fundamentales: a partir de un cuestionario de gustos y aficiones conoceremos aspectos interesantes de nuestros alumnos y la opinión que tiene cada uno de ellos de lo que es la asignatura de Física y Química y qué es lo que a ellos les gustaría que fuese. Por otro lado, una evaluación inicial nos permitirá partir de la base del conocimiento de los alumnos y empezar a construir un conocimiento firme a partir de ahí, reformando en un primer lugar aquellas ideas preconcebidas erróneas con experiencias sencillas y material digital. Jugando con materiales sencillos y cotidianos, y con otros más complejos y profesionales, podrán observar y analizar el movimiento de los cuerpos y el efecto de las fuerzas sobre ellos. Un experimento sencillo les permitirá poner a prueba los conocimientos adquiridos. Además, al tratarse de experimentación en grupos, deberán reflexionar y discutir las estrategias a seguir durante la práctica, desarrollando sus destrezas explicativas y afianzando el conocimiento adquirido, además de mejorar la cohesión del grupo entero. Finalmente, unos cuestionarios de evaluación y motivación finales nos permitirán averiguar el nivel de conocimientos finales de los estudiantes y el cambio por su interés en la asignatura.

El trabajo que aquí se presenta se ha estructurado de manera que, en primer lugar y a modo de introducción, se describirán brevemente las bases teóricas de este estudio y sobre las cuales se han desarrollado las metodologías utilizadas en el proyecto. En segundo lugar se describirá el contexto que se ha tenido en cuenta en todo momento y a continuación, en el cuarto apartado, se introducen los objetivos fundamentales del trabajo que aquí se expone.

En los siguientes tres puntos se analizará: la investigación previa a la puesta en marcha del proyecto, la distribución temporal y las actividades llevadas a cabo y la evaluación de los resultados obtenidos tras su realización. Este último análisis nos permitirá exponer una serie de propuestas de mejora para el futuro y acabar con las conclusiones generales del trabajo.

Además, se han introducido, al final del escrito, una serie de anexos (punto décimo) a los que se hará referencia a lo largo del texto principal.

2. Introducción

2.1. Fundamentos teóricos

La enseñanza de las Ciencias en el primer ciclo de la ESO no pretende otro que la familiarización con las ideas científicas básicas, o lo que es lo mismo, un conocimiento instrumental que les permita la comprensión de muchos de los problemas medioambientales y físicos que afectan al mundo (B.O.E., 2015-1). Pero este objetivo sólo podrá lograrse si el desarrollo de los contenidos parte de lo que conoce el alumno y de su entorno.

Esta es la idea fundamental de la teoría pedagógica del constructivismo o del conocimiento constructivista. Las inquietudes epistemológicas del padre de esta corriente, Piaget, le llevaron a estudiar y describir la evolución del conocimiento del ser humano por medio de una adaptación al medio cada vez mayor. Y es por ello que la acción del sujeto, su interacción con lo que le rodea, será la base de la construcción y transformación de su conocimiento (Coll, 1990).

Siguiendo estas ideas fundamentales, Ausubel describió el aprendizaje significativo como el proceso que parte de los conocimientos previos del estudiante para fabricar otros nuevos que, por medio de la acción del sujeto, toman un significado propio para sí mismo. Así, podría decirse que el factor que más influye en el proceso de aprendizaje del estudiante es lo que el estudiante previamente ya sabe (Ausubel, 1983). De este modo no sólo se introducen ideas nuevas, sino que vamos reformulando las que ya se tenían. Por ello, y para poder producir un aprendizaje significativo en los alumnos, es necesario que observemos primero esas ideas previas dadas por interacción con el medio (Bruning, 2004) para determinar cómo de correctas y adecuadas son para, en su caso, poder hacer que las reconstruyan y posteriormente las enriquezcan con nuevos conocimientos. Si por otro lado tenemos en cuenta la idea Vygotskiana de la zona de desarrollo próximo, podemos considerar que la acción educativa del profesor (independientemente del modelo o metodología utilizados) no será efectiva si no tomamos siempre como punto de partida el nivel de conocimientos y de desarrollo del alumno.

Si ahora concretamos un poco más para centrarnos en la didáctica de las ciencias, podemos plantearnos cómo de adecuados son los diferentes modelos educativos para conseguir tal aprendizaje significativo (Pozo, 1997):

- El modelo de enseñanza por transmisión-recepción sería aquel en el que los conceptos son puramente transmitidos del profesor al alumno. Para ello, el profesor puede utilizar distintas actividades y herramientas pero, aun así, no da pie al desarrollo del razonamiento y del pensamiento crítico del alumno, que se considera mero receptor de información, y

por lo tanto no se le permite dar una interpretación ni modificar el conocimiento previo (no lo hace suyo).

Por lo tanto la Ciencia se convierte en un saber absoluto que se transmite por la palabra del profesor, y toda reformulación o ejemplificación que el alumno desee hacer no tiene cabida. Es necesario, por lo tanto, que la mente del estudiante sea un folio en blanco o como comenta Juan Ignacio Pozo (1997), que “*esté formateada*”.

Este modelo de “clases magistrales” consiste por lo tanto en transmitir, como un libro, ciertos conceptos y acompañarlos de una serie de ejercicios y demostraciones para apoyar sus explicaciones. El principal problema de este modelo tradicional lo encontramos si pensamos en la demanda de la sociedad actual: con el boom de la tecnología y de la información, los estudiantes ya no necesitan un mero transmisor, ya que para eso tienen internet al alcance de un clic. Ya no se trata pues, de llenar sus cabezas, sino de enseñarles a usarlas por lo que este modelo debe ser completado con distintas metodologías más activas y participativas en las que el alumno adquiera algo del protagonismo que previamente era otorgado, al 100%, al profesor.

- El modelo de enseñanza por descubrimiento puede considerarse el polo opuesto al modelo previo, y se basa en la idea de “aprender ciencia haciendo ciencia” o lo que es lo mismo, siguiendo el método científico. Propone que la mejor forma de aprender es descubriéndolo por uno mismo, por lo que el papel del docente queda relegado a un lejano segundo plano, ocupándose únicamente de facilitar tal descubrimiento.

En este caso, estamos asumiendo que la manera de enfrentarse a un problema de un alumno, de la edad que sea, es equivalente a aquella de un científico. Es decir, que las capacidades intelectuales son similares e igualmente desarrolladas en un niño y en un científico, o que por lo menos el niño será capaz de desarrollar las estrategias necesarias mientras se enfrenta a estos problemas de índole científica.

De este mismo modelo surgen dos corrientes: el de la enseñanza por descubrimiento guiado, en la que el alumno recibe una orientación continua en su proceso de descubrimiento, ayudándole en la construcción de ciertas conclusiones e ideas más complejas; y el de la enseñanza por descubrimiento autónomo en la que es el estudiante el que busca toda la información y el que debe llegar a cualquier idea, sin ninguna orientación por parte del profesor.

Muchas de las críticas a este modelo que tanto apoyaba Piaget, vinieron por parte de Ausubel, Novak y Hanesian (1983) quienes señalaron que un aprendizaje basado en la investigación no es accesible para todo el alumnado, sino sólo para unos pocos

afortunados ya que no se puede adecuar a las capacidades y condiciones de la mayoría. Así, estos autores propusieron el siguiente modelo de enseñanza.

- El modelo de enseñanza expositiva podría considerarse una vertiente del modelo de enseñanza de transmisión-recepción. Ausubel, Novak y Hanesian (1983), padres de este modelo, consideran que el problema del modelo clásico reside en no tener en cuenta al alumno y su contexto. Según esto, para conseguir la comprensión o, el aprendizaje significativo del alumno, la exposición del docente debe hacerse tomando siempre como punto de partida las ideas del receptor. El alumno toma una posición un poco más activa en su educación ya que el profesor debe tener en cuenta su punto de vista y su proceso cognitivo para anclar o unir los nuevos conocimientos con los ya existentes.

Sin embargo, el principal problema del modelo clásico sigue sin haberse resuelto: hemos pasado de transmitir-recibir el concepto científico a transmitir-comprender el concepto científico. Sin embargo, seguimos sin desarrollar las actitudes y procedimientos científicos que tanto se tenían en cuenta con el modelo de enseñanza por descubrimiento.

- El modelo de enseñanza mediante el conflicto cognitivo se basa en la presentación de un problema que haga al alumno replantearse las ideas previas (intuiciones), las elimine y construya ideas más complejas y profundas (conocimiento científico). El alumno deberá replantearse lo que intuitivamente creía conocer, al no explicar el fenómeno o problema planteado (conflicto cognitivo).

Es importante darse cuenta de que a pesar de que la idea es en principio constructivista (el alumno parte de su conocimiento inicial para construir otros), no se trata de modificar dichos conocimientos cotidianos sino de eliminarlos para escribir encima un conocimiento científico (Posner, 1982).

El protagonismo principal se le otorga al alumno, quedando el profesor en segundo plano (es mediador, acompañante, guía y proporciona herramientas): es el propio alumno el que fabrica y modifica su conocimiento científico.

La idea parece un punto intermedio entre el modelo más rígido y el basado en el método científico. Sin embargo, es necesario que se cumplan ciertas condiciones para que funcione, como que exista una sensación de inconformismo en el alumno sobre los conocimientos que tiene previamente, y una buena motivación o que el concepto resulte comprensible, creíble y más potente para el alumno que los que ya tenía.

En general, y como admiten los propios padres del modelo, el problema principal reside en el exigir una eliminación de las preconcepciones del alumno y en el hecho de hablar únicamente de la modificación de conceptos y no de procedimientos y actitudes.

- El modelo de enseñanza mediante la investigación dirigida, es la mejora del modelo previo: modifica las herramientas y actividades de modo que los cambios cognitivos sean profundos y abarquen tanto el saber, como el saber hacer y el saber ser. Su principal defensor, Daniel Gil (1993), describe el papel del profesor como el “director de investigaciones”. En este caso, se trata de generar un ambiente propicio para una investigación en el aula en la que se valora más la construcción social del alumno que la construcción de conceptos científicos. Es decir, que toma una importancia extra el que el alumno adopte ciertos procedimientos y actitudes (Bruning, 2004).

Para ello, (1) se parte de la situación real de un grupo de investigación, es decir, del planteamiento de un problema que genere interés y produzca la floración de las ideas preconcebidas en los estudiantes. (2) Con la ayuda del profesor y por grupos, se precisará el problema, identificando sus condiciones y variables y posteriormente (3) se emitirá una hipótesis de los posibles factores que estén influyendo. A continuación (4), se detallará cuáles son las posibles estrategias científicas a seguir para solucionar el problema y se trabajará por ensayo y error. En último lugar (5), se pondrán en marcha las estrategias seleccionadas y se analizarán los resultados obtenidos, elaborando siempre una memoria final donde se analice todo en conjunto. Finalizado el proceso (6) conviene aplicar los conocimientos adquiridos a nuevas situaciones para afianzarlos.

Como todos los modelos mostrados, éste también tiene sus problemas e inconvenientes y no se alejan mucho de aquellos que se discutieron en la enseñanza por descubrimiento. A pesar de tener una mayor presencia el profesor, los alumnos deberán tener un alto nivel de destrezas científico-técnicas que harán que la educación sea accesible sólo para unos pocos. Así, será fundamental valorar adecuadamente la dificultad de los experimentos para evitar la frustración de los estudiantes.

- El modelo de enseñanza por explicación y contrastación de modelos, por el contrario, asume que el objetivo no es el de investigar y que por tanto, las actividades y metas de la enseñanza de las Ciencias deben ser diferentes a las de los científicos en sus laboratorios. Jon Ogborn critica el modelo previo ya que considera que ni el alumno resolverá problemas científicos ya que su contexto es muy diferente, ni el profesor será director de investigaciones ya que sus funciones sociales son otras (Pozo, 1997).

El objetivo del profesor en este caso es el de mostrar diferentes alternativas y modelos en la interpretación y comprensión de lo que nos rodea; por lo que la meta del alumno es la contrastación de dichos modelos con el fin de comprender la naturaleza. Se pretende, por lo tanto que el estudiante pueda no sólo acabar elaborando sus propios modelos sino también rebatir y redescubrir tanto los suyos como los de los demás.

Al ser un modelo más abierto, permite plantearse una variedad de actividades y herramientas de evaluación mayor. Así, el papel del profesor puede cambiar dependiendo del enfoque o de la tarea. Por eso, a pesar de que volvemos a caer en el mismo problema de siempre dado que se le está dando un peso mayor a los contenidos conceptuales, jugando con dichas actividades y herramientas podemos, por ejemplo, aumentar la acción socializadora de este modelo, o mejorar la argumentación y contrastación empírica.

Sin embargo, de nuevo vuelven a surgir otras críticas al modelo. Además de la dificultad que conlleva el papel del docente, debemos tener mucho cuidado ya que se puede confundir al estudiante, el cual puede acabar pensando que todos los modelos de interpretación de la naturaleza son siempre igualmente válidos.

2.2. Propuesta metodológica

Tal y como hemos podido observar al haber ido describiendo cada uno de los modelos de la enseñanza de las Ciencias, una conclusión clara que debemos extraer es que ninguno es perfecto. Todos ellos tienen sus dificultades y sus errores. Por ello, y tal y como propone José Ignacio Pozo (1997) al final de su libro, en este trabajo se ha intentado realizar una integración de estos diferentes enfoques para la programación y realización de las clases de cinemática y dinámica de 3º de la ESO: el papel del profesor será múltiple así como el del alumno. Por ello, la metodología que se aplicará será **una metodología mixta** en la que se incluyan distintos aspectos de los distintos modelos de enseñanza. Durante las sesiones, y para evitar la monotonía, se intercalarán la metodología expositiva por parte del docente, con otras activas, participativas (invitando al debate) e indagatorias por parte del alumnado. A veces procuraremos seguir un proceso inductivo (partir de lo particular y cercano para terminar en lo general y más complejo) y otras será deductivo (partir de lo general para llegar a ejemplos particulares y del contexto de los alumnos) con el fin de que los estudiantes aprendan a razonar y a replantearse toda aquella información que les llegue.

La autora de este trabajo considera que, el **uso de experiencias y experimentos en el aula** es completamente compatible con todo este conjunto de estrategias y metodologías y que, tanto si se parte de la experiencia para describir el proceso entre todos como si se parte de explicar el

proceso para que los alumnos describan la experiencia (Gil, 1983), el aprendizaje en ambos casos puede ser significativo y funcional, además de más atractivo, sorprendente y motivador. De manera muy similar a como proponen Pro Bueno y Saura Llamas (1996) en su propuesta metodológica para el aprendizaje de la electricidad y el magnetismo, no se trata por lo tanto de utilizar un único modelo sino de crear una red de estrategias distintas que facilite el aprendizaje y evite caer en la monotonía con una amplia gama de herramientas y actividades distintas en el aula. Así, la incorporación de distintas experiencias sencillas (Fernández, 2012; Exper, 2017), no sólo acerca la Ciencia a lo cotidiano sino que despierta el interés y permite transmitir el gusto por entender la Ciencia.

Tal y como describe Aureli Caamaño (Caamaño, 1992), diferentes autores han desarrollado distintas clasificaciones de los trabajos prácticos en Ciencias experimentales. Por lo general, el término experiencia puede cobrar distintos significados. En este manuscrito, podemos definir las de acuerdo a la clasificación de Woolnough y Allsop (Caamaño, 1992, pág. 5):

“Son actividades prácticas destinadas a obtener una familiarización perceptiva con los fenómenos. Por ejemplo: sentir la fuerza de una goma elástica cuando la estiramos, ver el cambio de color en una reacción química, oler un gas, observar y manipular organismos vivos, hacer crecer un planta, etc.”

“Experimentos ilustrativos. Actividades para ejemplificar principios, comprobar leyes o mejorar la comprensión de determinados conceptos operativos. Por ejemplo: apreciar que las sustancias tienen diferente capacidad de aumentar su temperatura cuando reciben calor, comprobar la dependencia de la intensidad de corriente con la diferencia de potencial, comprobar la relación entre la presión y el volumen de un gas a temperatura constante, etc.”

Por otro lado, y como parte de la propuesta metodológica, en todo momento se intentará partir del nivel de desarrollo del alumno e ir construyendo a partir de las bases por lo que un cuestionario de nivel inicial ha resultado imprescindible. Además, se ha procurado adaptar e individualizar la enseñanza a las características del alumnado por medio de un análisis previo de sus gustos y aficiones que permita captar sus características personales, motivación y expectativas frente a la materia.

Además se ha considerado fundamental construir un clima afectivo de seguridad entre compañeros dentro del aula, en el que se respire respeto y en el que no quepa el miedo a preguntar. Esta será nuestra base para poder comenzar un aprendizaje en equipo durante los experimentos, en el que se trabaje la capacidad de transmitir conocimientos y de crítica constructiva entre iguales.

3. Contextualización

Un análisis del contexto es siempre fundamental en cualquier estudio o proyecto social. Por eso, en este apartado se dará una visión general y necesaria, comenzando por el marco legal y continuando con el contexto socio-cultural y económico del centro en general y del departamento y los alumnos a los que va enfocada esta innovación más en particular.

Además, la principal crítica a las metodologías que se venían utilizando con los alumnos nos llevará a la gran necesidad de tener en cuenta su etapa y nivel de desarrollo (físico, psicológico y cognitivo) para un mejor enfoque de las actividades y metodologías propuestas en este proyecto.

3.1. Marco legal: el currículo oficial

El estudio que aquí se muestra ha sido desarrollado atendiendo a la legislación nacional y autonómica actual (B.O.E., 2015-1; B.O.E., 2015-2; B.O.C.M., 2015, B.O.C.M., 2016).

Así, las actividades y metodologías que se describen, se han desarrollado para el bloque cuarto de 3º de la ESO de “el movimiento y las fuerzas”. Al ser el primer año de inserción de la Física y Química en 2º de la ESO, ambos niveles (2º y 3º) estudian la asignatura por primera vez por lo que han mantenido unos contenidos, criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables comunes, a partir de los cuales, pueden ampliarse los contenidos del bloque de la siguiente manera:

Contenidos	Conceptos	Procedimientos	Actitudes
El movimiento y sus características	Características: <ul style="list-style-type: none"> • Sistema de referencia • Posición • Trayectoria • Desplazamiento • Distancia recorrida 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de la importancia del sistema de referencia y de los conceptos de posición y trayectoria. • Análisis de los distintos movimientos observados en la vida. Descripción de su trayectoria. 	<ul style="list-style-type: none"> • Interés por la correcta planificación y realización de tareas, actividades y experiencias, tanto individuales como en grupo.
	Velocidad media e instantánea	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de los conceptos de velocidad media e instantánea. • Resolución de ejercicios prácticos sencillos. 	
La velocidad	Movimiento rectilíneo uniforme (MRU)	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las distintas situaciones donde se da un MRU. • Representación de las gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo en el MRU. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de desarrollo de una actitud crítica ante el trabajo personal y el de los compañeros de grupo.
	Aceleración	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis del concepto de aceleración. • Resolución de ejercicios prácticos sencillos. 	
Los cambios en la velocidad	<ul style="list-style-type: none"> • Movimiento rectilíneo uniformemente acelerado (MRUA) • Movimiento vertical 	<ul style="list-style-type: none"> • Análisis de las distintas situaciones donde se da un MRUA. • Realización de experiencias para el análisis del MRUA. • Representación de las gráficas posición-tiempo y velocidad-tiempo en el MRUA. 	<ul style="list-style-type: none"> • Capacidad de motivación personal y aceptación de la responsabilidad por y para el propio aprendizaje.
		<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión del movimiento vertical (caída libre, y lanzamiento vertical hacia abajo y hacia arriba) como un ejemplo más de MRUA. 	

3. Contextualización

Las fuerzas y su equilibrio	<ul style="list-style-type: none"> • La fuerza y sus unidades de medida • Composición de fuerzas y su equilibrio 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión del concepto de fuerza y de su unidad de medida. • Familiarización con el concepto de vector para la descripción y representación de las fuerzas. • Reconocimiento del equilibrio entre fuerzas y entendimiento del concepto de fuerza resultante. 	<ul style="list-style-type: none"> • Valoración del aprendizaje de la Ciencia como fuente de satisfacción personal.
Efectos de las fuerzas	Alteración del estado de movimiento. Leyes de Newton	<ul style="list-style-type: none"> • Reconocimiento de la alteración del movimiento como resultado de la aplicación de una fuerza. • Comprensión de las diferentes implicaciones de las leyes de Newton. 	<ul style="list-style-type: none"> • Sensibilidad por el orden y la limpieza del lugar de trabajo. • Tolerancia hacia los puntos de vista ajenos. • Capacidad de percepción relativa a que la mayoría de cuestiones y problemas pueden abordarse desde distintas perspectivas.
	Deformación. Ley de Hooke	<ul style="list-style-type: none"> • Manejo de la Ley de Hooke como resultado de la deformación de un muelle al aplicar una fuerza. • Estudio del funcionamiento de un dinamómetro • Fabricación de un dinamómetro. 	
Tipos de fuerzas de la naturaleza:	Fuerza gravitatoria: <ul style="list-style-type: none"> • El peso • Ley gravitación universal • Movimiento de planetas y satélites 	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de la diferencia entre peso y masa. • Familiarización con la ley de gravitación universal. • Comprensión de la descripción de peso a partir de la ley de gravitación universal. • Familiarización con el movimiento de planetas. 	<ul style="list-style-type: none"> • Deseo de formular predicciones, asumiendo, con ello, “riesgos” intelectuales.
	Fuerza de rozamiento	<ul style="list-style-type: none"> • Comprensión de la fuerza de rozamiento y resolución de problemas numéricos sobre el rozamiento. 	
	Fuerza eléctrica: <ul style="list-style-type: none"> • Electrificación • Tipos de carga eléctrica • Fuerzas entre cargas eléctricas estáticas • Ley de Coulomb 	<ul style="list-style-type: none"> • Conocimiento de los tipos de carga eléctrica y de los diferentes modos de electrificación de los cuerpos. • Comprensión de las fuerzas (atractivas o repulsivas) entre cargas eléctricas. • Resolución de problemas numéricos sobre la fuerza entre dos cuerpos estáticos cargados por medio de la ley de Coulomb. 	
	Fuerza magnética: <ul style="list-style-type: none"> • Los imanes • Electromagnetismo 	<ul style="list-style-type: none"> • Familiarización con el concepto de imán. • Comprensión de las fuerzas (atractivas o repulsivas) entre imanes. • Conocimiento de las relaciones entre los fenómenos eléctricos y magnéticos. 	

3.2. Características generales del Centro y de su entorno

El IES Joan Miró (IES Joan Miró, 2017) se encuentra en la localidad de San Sebastián de los Reyes, a 18 Km de Madrid y pertenece a la Dirección Territorial Madrid Norte (PEC, 2008; Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, 2017). Separada únicamente por una calle, y a menos de 1 Km del centro educativo, está la localidad de Alcobendas, de la que provienen parte de los estudiantes del centro y la cual tiene un contexto sociocultural y económico muy parecido.

En los últimos 20 años se ha dado un notable crecimiento en la población gracias a la cual San Sebastián de los Reyes se ha desarrollado como una ciudad integrada, con una buena dotación de infraestructuras y donde sus vecinos pueden disfrutar de su ocio con plenitud. Tanto en los datos como dando un paseo por la ciudad, puede observarse que el contexto social de la localidad se enmarca dentro de la denominada “clase media-alta”. Por lo general, los padres tienen estudios medios y un alto porcentaje también estudios universitarios. Si bien no debemos

olvidar que algunas familias tienen dificultades económicas (Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, 2017). Esto puede estar relacionado con el hecho de que la población ha envejecido en las últimas dos décadas, y que dicho descenso de la natalidad ha sido parcialmente suplido por las corrientes migratorias (11% de la población actual) (PEC, 2008; Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, 2017). Por lo tanto, debemos tener en cuenta que el contexto social de otros países y, por lo tanto, su nivel de estudios es muy variable.

Por otro lado, la población en edad laboral se dedica sobre todo al sector servicios, en un 72.86 %; en segundo lugar a la industria con 15.76 %; la construcción es el tercero con 10.39 %; y por último la agricultura que apenas ocupa al 0.99 %. En general, el entorno socioeconómico está caracterizado por pequeñas y medianas empresas de la industria química, eléctrico-electrónica y mecánica. Siendo la proporción de parados (~ 10%) inferior a la media de la Comunidad de Madrid (PEC, 2008; Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, 2017; El paro por municipios, 2017; Arévalo, 2016).

Por eso podría decirse que el centro intenta adecuarse a la demanda de la población de San Sebastián de los Reyes y alrededores, ofreciendo no sólo varios itinerarios en la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, sino también Aulas de Compensación Educativa (en peluquería), Formación Profesional Básica (en electricidad – electrónica y en fabricación – montaje) y Ciclos Formativos de Grado Medio (en gestión administrativa, instalaciones eléctricas y automáticas, instalaciones de telecomunicaciones, mantenimiento electromecánico y mecanizado) y Superior (mantenimiento electrónico, mecatrónica industrial y administración y finanzas). La distribución y ofertas se especifican en el anexo 10.1.

Por ese motivo, el centro Joan Miró es bastante grande. Está formado por 7 edificios principales (consultar más información en el anexo 10.2.), además de diversas áreas al aire libre: tres canchas de fútbol y baloncesto, una zona con mesas de ping-pong, varias zonas techadas en las que los alumnos pueden estar en el recreo si llueve o hace mucho calor, zonas con vegetación y arboladas...

Un dato interesante es que, debido a la gran variedad de Ciclos Formativos que tienen, poseen materiales y máquinas necesarias para dicha formación que son caras, tanto de adquirir como de mantener. Sin embargo el mantenimiento en gran parte de los casos corre de su cuenta ya que, al tener expertos y estudiantes de mecánica, electricidad, electrónica, robótica y mantenimiento, muchas veces esos arreglos forman parte de la propia formación.

Además considero importante mencionar que el centro ostenta la condición de instituto bilingüe, lo cual permite a los alumnos elegir una serie de recursos para mejorar sus competencias en lengua inglesa. En concreto, durante los 4 cursos de la ESO, los estudiantes

podrán optar por la opción normal o en castellano, la opción de sección bilingüe o la opción de programa bilingüe (más detalles en el anexo 10.1.). Sin embargo, y como suele ocurrir, la inserción de diferentes programas bilingües conlleva una serie de cambios dentro del centro que siempre crean controversia. A pesar de que la asignatura de Física y Química no se oferta en inglés, a lo largo de este escrito se mencionarán algunas de las diferencias notables encontradas entre unos grupos y otros debido a esta segregación escolar.

Por último, cabe mencionar que el centro sigue un elaborado plan de “mediación de conflictos y de prevención del acoso escolar”, además de llevar los programas de “Apoyo y Refuerzo Académico” y de “Enriquecimiento Educativo” de la zona. También forma parte del proyecto Erasmus que permite, a sus alumnos, realizar prácticas en países de la Unión Europea (ver anexo 10.3. para más información sobre los planes, programas y proyectos).

3.3. Características generales del departamento

El departamento de Física y Química del I.E.S. Joan Miró está formado por cuatro profesores, todos ellos con formación universitaria en Química.

- Jefe de departamento y tutor de prácticas: Isabel. Profesora de Física y Química de 3º ESO C, D, E y de Química de 2º Bachillerato A y B.
- Directora del centro: Teresita. Profesora de Física de 2º de Bachillerato A y B.
- Profesor con plaza pero sin destino: Mario. Tutor de 4º ESO B, profesor de Física y Química de 4º ESO y de Física y Química de 1º de Bachillerato.
- Profesora interina supliendo una jubilación desde enero: Maite. Profesora de Ciencias de la Naturaleza de tres grupos de 1º ESO y de Física y Química de 4 grupos de 2º ESO.
- Las profesoras de Física y Química de los otros dos grupos de 3º (A y B) no pertenecen al departamento ya que una es de Tecnología y la otra del programa de mejora del aprendizaje y rendimiento (PMAR).

Por lo general, el departamento funciona bien, hay buen ambiente y comunicación continua y fluida entre sus miembros. Sin embargo, al haber sólo dos personas con destino fijo, y al ser una de ellas directora del centro, se hace muy difícil la programación de las actividades de laboratorio ya que, además, por falta de recursos humanos, no se pueden llevar a cabo los desdoblés necesarios para ello. Si bien es cierto que el material disponible en dicho laboratorio está siempre accesible para hacer uso de él en las aulas, siempre que ello no conlleve ningún peligro para los alumnos.

El departamento tiene pactadas ciertas cosas. Cabe destacar, entre otras, los criterios de calificación. Para todos los cursos, desde 2º de la ESO, hasta 2º de Bachillerato, un 20% de la nota será valorado por medio de los positivos y negativos obtenidos de la participación y el

trabajo diario de los alumnos. El 80% restante se obtiene por medio de la nota de las pruebas escritas: un mínimo de dos por trimestre, siendo la última una prueba global de todo lo estudiado en cada uno de los trimestres (la prueba global vale el doble que las demás). Fijado de esta manera el sistema de calificación, en mi opinión las herramientas de evaluación se reducen. Además, desde mi punto de vista, estos criterios de evaluación pueden ser válidos para los chicos de los cursos de Bachillerato, ya centrados y decididos a seguir estudiando. Sin embargo, en los cursos anteriores, con estas estrategias se olvida evaluar, y por tanto trabajar y desarrollar en el aula, procesos tan importantes como el trabajo cooperativo o el afán científico por comprender e investigar.

3.4. Características generales del alumnado

El centro Joan Miró, de ESO, Bachillerato, Formación Profesional Básica (FPB), Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior (CFGM, CFGS) y de Aulas de Compensación Educativa (ACE), atiende este año a más de 1300 alumnos (ver figura 3.1.) (PGA, 2016). En general, si observamos su situación y los trabajos desempeñados por los adultos de la zona, se puede concluir que, gracias a su amplia oferta educativa, el IES Joan Miró atiende a las necesidades y peticiones de la población en la que el centro está inmerso.

DISTRIBUCIÓN DE % DE ALUMNOS POR ENSEÑANZAS

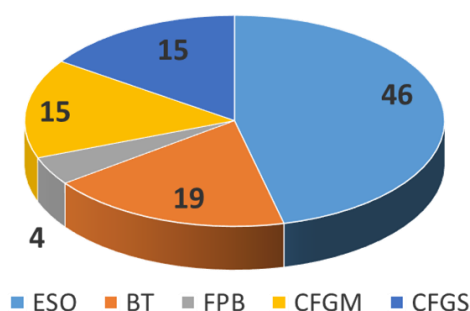


Figura 3.1. Distribución de alumnos por enseñanzas: azul claro ESO, naranja Bachillerato (BT), gris FPB, amarillo CFGM, azul oscuro CFGS. Extraído de la PGA del centro (2016).

De una forma más particular y concreta conviene estudiar las características de los grupos con los que se trabajará la propuesta de innovación. Este estudio va dirigido a tres grupos de 3º de la ESO (3º C, D y E). La mayoría de los alumnos viven cerca del centro, por lo que las familias son de un nivel socio-cultural y económico medio-alto.

- 3º C es un grupo de 23 alumnos y de sección bilingüe. Se trata de un grupo en el que predominan los chicos (sólo hay 6 chicas), sin repetidores y sin chicos con necesidades educativas especiales. Todos ellos de nacionalidad española o de habla hispana. Es un grupo muy trabajador y silencioso pero poco participativo en el aula.
- 3º D es un grupo de 32 alumnos del programa en castellano. 8 de ellos pertenecen al programa PMAR por lo que están separados en todas las clases. De los 24 restantes, la proporción chicos-chicas es cercana al 50% (11 chicas), 2 son repetidores y tres precisan

adaptaciones curriculares no significativas debido a su trastorno por déficit de atención e hiperactividad (TDAH). Todos son de nacionalidad española, excepto un chico marroquí que habla perfectamente español pero que aún tiene dificultades con la escritura. Éste es un grupo más heterogéneo y participativo y un poco más hablador. Destaca la gran diferencia de motivación entre unos y otros alumnos del mismo grupo.

- 3º E es un grupo de 33 alumnos del programa en castellano. 6 de ellos pertenecen al programa PMAR por lo que están separados en todas las clases, y otros dos son del grupo de apoyo por lo que dos de las tres sesiones semanales salen con su profesor terapéutico (PT). La clase restante que comparten con sus compañeros en realidad no es tal, ya que supuestamente deben hacer sus deberes pero, como es lógico, se aburren e intentan llamar la atención y distraer. De los 25 estudiantes restantes, hay mayoría de chicos (sólo 7 son chicas), 5 son repetidores, y uno de ellos tiene una adaptación curricular no significativa por TDAH. En general es un grupo con algunos alumnos de comportamiento más disruptivo y con dificultades para mantener la atención un periodo prolongado de tiempo.

A pesar de tratarse de tres grupos bien distintos, el ambiente en cada uno de ellos es bueno y no parece haber conflictos graves. Al principio fue difícil el cambio de profesor y estrategias para algunos de ellos, pero todos han respondido de forma positiva a las actividades propuestas, mostrando especial motivación e interés por algunas de ellas.

3.5. Nivel de desarrollo psicológico y cognitivo: necesidades de los estudiantes

Tal y como se describe en distintos apartados, la investigación previa realizada sobre los alumnos con los que se iba a trabajar y su contexto arrojó información muy interesante, no sólo sobre sus gustos e intereses, sino también sobre su estado de desarrollo psicológico y cognitivo.

Al ser chicos de 14-15 años y en plena pubertad, su nivel desarrollo tanto físico como psicológico y de su personalidad es muy diferente en unos y en otros. La modificación de la conducta debido a la maduración de la corteza prefrontal (Blakemore, 2010) en cada uno de ellos les hace impredecibles y “rebeldes”. Si bien debe entenderse la rebeldía como una consecuencia muy positiva y necesaria de la adolescencia, ya que es la que hace que estos jóvenes empiecen a ser críticos y a plantearse qué quieren, qué les gusta, qué es lógico y qué es bueno y malo para sí mismos.

El desarrollo del hipotálamo, a su vez, produce en ellos una situación de incomodidad hasta que sean capaces de regular las emociones de manera efectiva. Por supuesto, también es muy importante tener en cuenta el grandísimo cambio hormonal que están sufriendo y que produce no sólo el despertar sexual, sino también el trastorno de las horas de sueño (cambio del ciclo

sueño-vigilia debido a la melatonina) que hace que muchos de los alumnos no consigan mantenerse despiertos en las primeras horas de clase (Arnett, 2008-1).

Por todo esto, y como educadores, debemos intentar maximizar la activación de las áreas cognitivas y emocionales de los chicos para conseguir su pleno desarrollo. Debemos, por lo tanto, no sólo enseñarles física o matemáticas o inglés, sino hacerles transmitir ideas, comunicarse y gestionar sus emociones.

Gracias a la observación e indagación que se pudo desarrollar previamente de los perfiles de desarrollo tan distintos que había dentro del aula, la autora se planteó estrategias y actividades que pudiesen ayudar y motivar a todos por igual. Se tuvo muy en cuenta el hecho de que sería la primera vez que los estudiantes se enfrentarían a la Física y lo abstracta que puede resultar para los estudiantes:

- Por un lado, al estar el pensamiento formal y la visión espacial del alumnado en desarrollo (Arnett, 2008-2), la comprensión de los conceptos físicos sobre el movimiento y las fuerzas a veces les cuesta debido a que no llegan a imaginarse correctamente la situación que se les plantea: por eso se consideró fundamental el uso de materiales en el aula que permitiesen representar dichas situaciones. Posteriormente dicha representación pasaba al papel por medio de dibujos explicativos que ayudasen a los alumnos a recordar la ejemplificación realizada en clase. Para ello, se diseñaron desde experiencias sencillas hasta otras más elaboradas y experimentos en el aula (realizados colectivamente o por grupos).
- Además se tuvo muy en cuenta cuándo y cómo introducir estas experiencias en el aula y la ordenación de las actividades en cada sesión (Elosúa, 1993): si la clase es a primera hora del día será necesario mantener despierta la mente de los estudiantes por lo que conviene utilizar actividades más participativas y experiencias que no les exijan un razonamiento muy complejo. Sin embargo, en las últimas horas del día, el hambre y el cansancio hace que estén inquietos, por lo que las actividades en esta situación deben ser más activas y motivadoras para conseguir que los alumnos se concentren en las tareas.
- Un problema importante que se observó en varios alumnos fue el de la indefensión aprendida (*“problemas motivacional-afectivos atribuidos a las condiciones poco favorables en la institución educativa y al uso incorrecto de la dimensión afectiva por parte del personal docente”*; Naranjo, 2009). Algunos estudiantes habían asumido el fracaso en la asignatura por no sentirse capaces. A pesar de la brevedad de la puesta en práctica de este proyecto, uno de los objetivos que la autora se planteó fue conseguir un espíritu resiliente con el que volver a enfrentarse a sus estudios en ciencias (Muñoz, 2005; Vinaccia, 2007). Para ello, ayudaría conseguir un clima de respeto total en el aula, mejorar la

motivación y el interés por la Ciencia y conseguir una comprensión de los conceptos físicos que anime a estos alumnos a volver a esforzarse. La estrategia primera, de experiencias y experimentos en el aula, que se había elegido como técnica para mejorar el interés y la comprensión general de la clase, fue la seleccionada también para cumplir este objetivo.

3.6. Análisis de las metodologías previas utilizadas con el alumnado

La asignatura para la cual se ha desarrollado la presente propuesta de innovación es la de Física y Química, que tiene tres sesiones semanales de 50 minutos en 3º de la ESO. Según el RD 1105/2014 (B.O.E., 2015-1, pág. 257), en el primer ciclo de la ESO *“el enfoque con el que se busca introducir los distintos conceptos ha de ser fundamentalmente fenomenológico; de este modo, la materia se presenta como la explicación lógica de todo aquello a lo que el alumno está acostumbrado y conoce. Es importante señalar que en este ciclo la materia de Física y Química puede tener carácter terminal, por lo que su objetivo prioritario ha de ser el de contribuir a la cimentación de una cultura científica básica”*, lo cual debe tenerse muy en cuenta a la hora de programar la asignatura, elegir la metodología y seleccionar las distintas actividades, adecuando todo ello al contexto en cada caso. Por este motivo, y por comprender mejor la actitud y motivación de los alumnos frente a la asignatura, se ha considerado fundamental hacer un estudio de las metodologías que se han venido utilizando con el alumnado seleccionado, previo a la propuesta de cambio que aquí se presenta.

La metodología que se venía utilizando con los grupos de 3º C, D y E de la ESO se enmarca bien dentro del modelo de transmisión-recepción ya descrito. Además, y siempre desde el punto de vista de la autora del escrito, las herramientas de evaluación son escasas y los criterios de calificación no son los más adecuados para estas edades. Todo ello en conjunto podría no favorecer la motivación y el esfuerzo personal de los alumnos.

Por otro lado, se observó el uso de los siguientes recursos didácticos materiales, informáticos y audiovisuales:

- Libro de texto: “Física y Química” de 3º ESO, Edebé 2016.
- Ordenador de aula con proyector.
- Pizarra digital para resolver los ejercicios y problemas del libro de texto.
- Teléfonos móviles de los alumnos para hacer fotos de algunas de las cosas que se proyectan o se escriben.
- El ordenador tiene conexión a internet, lo que permite a la profesora proyectar algunas de las aplicaciones interactivas y videos del libro de texto.

4. Objetivos del proyecto

Teniendo en cuenta los diferentes modelos de enseñanza de la didáctica descritos en el apartado 2, se ha realizado un estudio en el que se integran distintas metodologías y estrategias con el único punto en común de observar cómo influye el uso de experiencias y experimentos en el aula en la motivación e interés y en la comprensión y aprendizaje de la Física en estudiantes de 3º de la ESO.

De manera general se procurará que las primeras experiencias siempre sirvan para reestructurar las preconcepciones de los estudiantes y posteriormente podamos ir estableciendo y conectando nuevos contenidos. Para ello, las metodologías, las actividades y su distribución temporal han debido ser modificadas y adecuadas a las condiciones físicas (espacio), temporales (tiempo restante para acabar el programa del curso) y contextuales (de los estudiantes).

Finalmente, es fundamental mencionar que las herramientas evaluativas de este estudio se basarán en la comparación de diversas fuentes de información antes y después de la aplicación de las estrategias mencionadas. Como es lógico, las evaluaciones iniciales (tanto de conocimientos, como de gustos e interés por la materia) nos servirán para la construcción y adaptación de las actividades. Mientras que las evaluaciones de conocimientos y de motivación finales nos permitirán valorar la propuesta didáctica.

Más concretamente, a continuación se enumeran los objetivos particulares del presente proyecto de innovación educativa:

- Reconocer las ideas preconcebidas de los alumnos sobre el movimiento y las fuerzas por medio de un cuestionario de evaluación inicial y establecer estrategias para corregir aquéllas que no sean adecuadas.
- Indagar sobre los gustos y aficiones de los alumnos para establecer una relación profesor-alumnos más cercana de lo que acostumbraban en la asignatura de Física y Química.
- Conocer su interés por la asignatura y por las Ciencias e intentar siempre mejorarlo.
- Crear un ambiente de respeto entre los compañeros en el que los alumnos se sientan cómodos y no duden en preguntar o en admitir que no han entendido algo.
- Desarrollar estrategias de trabajo en equipo para la resolución de problemas de cinemática y dinámica y para el trabajo experimental en el aula.

Por lo tanto, de forma más específica, podría decirse que el objetivo primero será el uso de distintos materiales y herramientas para la realización de experiencias y experimentos en el aula que permitan mejorar la motivación, el interés y el aprendizaje de alumnos de secundaria que se enfrentan, por primera vez, al estudio de la Física.

5. Investigación educativa previa

Lo primero que se hizo, tras las semanas de observación realizadas en el primer semestre, fue un análisis más exhaustivo y concreto de las ideas previas del alumnado asignado, así como un estudio de sus gustos, aficiones e intereses. Los resultados se muestran en este apartado del trabajo.

5.1. Análisis de las ideas previas: posibles dificultades de los alumnos

El primer día de clase, y tras presentarme a los alumnos y explicar cómo íbamos a trabajar y qué cosas se iban a tener en cuenta para su evaluación, se les entregó un cuestionario que rellenaron en el aula. A pesar de pedirles su nombre, se les explicó claramente que no era un examen sino sólo una herramienta que me serviría para saber qué cosas debería trabajar más y qué cosas ya conocían bien. Para que no hubiera duda alguna sobre el objetivo del cuestionario, les dejé libertad para poner su nombre en la hoja del cuestionario o no. De los aproximadamente 75 alumnos de los grupos de 3°C, D y E, sólo 2 de ellos dejaron el nombre sin poner. Tanto este cuestionario de evaluación inicial como el resto de cuestionarios entregados a los alumnos durante la experiencia de esta innovación fueron revisados y validados tanto por el tutor de la universidad como por el tutor del centro.

Además, este cuestionario también se le entregó a otro grupo de 3° (3°A) que iba por el mismo punto del temario: todos los grupos habían empezado a estudiar el movimiento y conocían, supuestamente, los conceptos de sistema de referencia, trayectoria, desplazamiento y distancia recorrida de un movimiento.

El cuestionario entregado se muestra en el anexo 10.5. En dicho anexo también se muestra un estudio más cuantitativo y exhaustivo (pregunta a pregunta) del cuestionario. El motivo por el que no se ha introducido dicho estudio en el texto principal del trabajo es porque la muestra (número de estudiantes) no es lo suficientemente representativa como para considerar válido el análisis cuantitativo. Sin embargo, a continuación se muestra el análisis cualitativo de los resultados.

Las conclusiones principales y generales extraídas de esta evaluación cero pueden resumirse de la siguiente manera:

- En general todos los alumnos:
 1. Han comprendido mal el concepto de sistema de referencia
 2. No comprenden el concepto de aceleración
 3. Relacionan el movimiento de caída libre con la masa de los cuerpos

4. Tienen dificultades en imaginar cómo representar el movimiento de los cuerpos en gráficas
 5. No entienden qué es una fuerza ni cuál es su efecto.
 6. No han asimilado bien en el pasado los conceptos de peso, fuerza gravitatoria y aceleración debida a tal fuerza.
- 3ºA (grupo de programa bilingüe):
 1. Las preguntas primeras sobre el movimiento de los cuerpos en general las respondieron mejor (excepto en preguntas sobre el sistema de referencia y la caída libre).
 2. La representación gráfica del movimiento la tienen más afianzada por lo que tal vez la estudiaron en cursos anteriores.
 3. En cuanto a las preguntas sobre las fuerzas, fallaron al describir el efecto de las fuerzas y en la intuición de ver cuáles eran atractivas y cuáles repulsivas.
 - 3ºC (grupo de sección bilingüe):
 1. En general las preguntas básicas sobre el movimiento de los cuerpos las respondieron bien. Fallaron principalmente en el concepto de sistema de referencia, y en la caída libre, algunos no se arriesgaron a dibujar las gráficas del movimiento.
 2. En cuanto a las preguntas sobre las fuerzas, mostraron un mejor conocimiento (intuición) de las fuerzas atractivas y repulsivas, pero fallaron igualmente al describir los efectos de las fuerzas y la diferencia entre masa y peso.
 - 3ºD (grupo de programa en castellano):
 1. En general las preguntas básicas sobre el movimiento de los cuerpos las respondieron bien. Pero, además de fallar en los conceptos de sistema de referencia, aceleración y caída libre, muchos no se arriesgaron a dibujar las gráficas del movimiento o lo hicieron mal (no sabían qué poner en cada eje).
 2. Tuvieron muchos problemas con las preguntas sobre las fuerzas y sus efectos, mostrando una muy buena intuición a la hora de describir cuáles de ellas son atractivas y cuáles son repulsivas.
 3. Muchos (7 alumnos) olvidaron o no tuvieron tiempo de hacer la parte de atrás del cuestionario.
 - 3ºE (grupo de programa en castellano):
 1. En general este grupo tiene problemas con las matemáticas más sencillas.
 2. Han dejado muchas respuestas en blanco.
 3. Muestran poca capacidad de imaginación de la situación o del problema planteado.

5.2. Análisis de gustos y motivaciones

A continuación se realiza una descripción general de los comentarios obtenidos a partir del cuestionario de gustos y aficiones. Se trata fundamentalmente de un análisis de la motivación por las Ciencias y de los intereses en general de los alumnos con los que se iba a trabajar.

Para ello, el primer día de clase se entregó este cuestionario (que sería completamente privado entre cada alumno y la autora del proyecto). Los estudiantes lo rellenaron en casa y lo entregaron al día siguiente.

El cuestionario, que también fue validado por los tutores del centro y de la universidad, puede observarse en el anexo 10.7. A partir de él, pudieron extraerse las siguientes conclusiones generales.

- Por lo general prefieren las matemáticas a la asignatura de Física y Química. Muchos de los alumnos confiesan que las asignaturas que les gustan más están relacionadas con los profesores con los que tienen una mejor relación o cuyas clases son más distendidas.
- En 3ºE hay una gran desmotivación por las Ciencias. Confiesan no entender la asignatura.
- Algunos de los alumnos de 3ºD y E no preguntan en clase por vergüenza a ser ridiculizados.
- Preferirían hacer la asignatura de Física y Química más interactiva y con más ejemplos. Querrían ir a hacer prácticas al laboratorio.
- En general todos piden un cambio drástico de metodología y de actividades a algo más activo y participativo.
- La mayoría realiza alguna actividad por las tardes. Muchos son deportes (fútbol, rugby, boxeo, baile, ...), algunos van a la academia para reforzar en alguna materia, pero unos pocos tienen actividades diferentes y muy originales: un chico hace claqué, otro carpintería, atletismo, batallas de gallos (rap), teatro, dibujo, pintar warhammer o criar palomas mensajeras.
- La gran mayoría juega a juegos de ordenador o consola. Alguno prefiere juegos de mesa.
- Por lo general, todos escuchan los mismos tipos de música (trap y pop) y grupos (desde Bruno Mars hasta Imagine dragons, Soge, Chainsmokers). Alguno prefiere el rock y uno de ellos prefiere la música clásica (habla del romanticismo alemán, en concreto de ciertas obras de Richard Wagner).
- La mayoría admite no leer más de lo que se les exige en el instituto. Alguno es aficionado a ciertos comics o revistas.

El hecho de que un alumno escuche un tipo de música que no se corresponde con los gustos generales, o que otro se dedique a hacer inventos con carpintería o criar palomas, puede parecer irrelevante. Sin embargo, creo que todas aquellas aficiones y/o gustos que se salgan de la media son muy interesantes ya que muestran originalidad, especial sensibilidad por ciertas cosas e independencia de pensamiento y deben ser tenidas siempre en cuenta.

Desde luego, los cuestionarios de gustos y aficiones me han sido muy útiles para procurar conocerles mejor. Los he revisado en diversas ocasiones, tras observar ciertas cosas en clase para intentar mejorar o acercarme a algún alumno que no estuviese siguiendo bien las clases.

6. Diseño y descripción de las actividades

En este apartado se especifican las distintas actividades realizadas con los estudiantes como parte de la puesta en marcha del proyecto de innovación. Es fundamental tener en cuenta que, como ya se mencionó, el diseño de estas actividades se ha realizado teniendo en cuenta su adecuación a las condiciones impuestas por el centro y a las condiciones contextuales:

- Las condiciones espaciales y de recursos humanos impusieron que todas las actividades se tuvieran que poder realizar en el aula.
- Las condiciones impuestas desde el departamento relativas a la evaluación y calificación de la asignatura exigieron la reformulación de la idea inicial de la autora para la evaluación y calificación del presente proyecto. La estrategia que finalmente se siguió consistió en la evaluación del esfuerzo personal, participación y del trabajo grupal y del experimento (20% de la nota final) por medio de positivos y negativos. El 80% restante de la nota se formaría a partir de la nota de la prueba escrita de la primera unidad didáctica (1/3) y de la prueba final del trimestre (2/3). En todo caso, tanto durante las clases como durante la prueba escrita, se procuró que toda evaluación fuese más formativa que puramente sumativa.
- La asignatura de Física y Química de 3º ESO tiene 3 sesiones de 50 minutos semanales. Teniendo en cuenta que la tutora del centro expresó la gran necesidad de acabar el temario establecido, fue importante intentar condensar y sintetizar todo al máximo. Para ello:
 - a) Se redujeron los contenidos del bloque a los fundamentales:
 1. Se eliminó el movimiento circular ya que no aparecía en el currículo oficial.
 2. Se eliminó el estudio de las palancas y máquinas simples ya que, a pesar de aparecer en el currículo oficial, los alumnos ya lo habían estudiado en la asignatura de Tecnología, Programación y Robótica.
 3. Se eliminaron campo eléctrico y magnético ya que no aparecen en el currículo oficial.
 4. Se eliminó la descripción de distintos fenómenos electrostáticos y eléctricos observados en la naturaleza. Algunos de ellos se pusieron como ejemplos y se animó a los chicos a la lectura de artículos sobre estos fenómenos desde la página web de la asignatura creada por la autora de este trabajo (Martín-Recio, 2017).
 5. Se eliminaron ciertas explicaciones más complejas sobre diferentes materiales con propiedades magnéticas.
 - b) Se eliminaron actividades o se modificaron por otras que requiriesen menos tiempo:

1. Muchas de las experiencias en el aula se introdujeron de una manera más directa con el fin de acortar el tiempo invertido. Siendo consciente la autora de que una menor inversión va a redundar en una comprensión menos significativa del problema por parte de los alumnos.
 2. Se realizó únicamente un experimento por grupos en vez de dos (que era la idea inicial). El segundo experimento (diseño y fabricación de un dinamómetro) se transformó en una experiencia muy activa en la que todos juntos, y con la continua ayuda del profesor, realizasen las medidas y cálculos oportunos para la fabricación del dinamómetro.
 3. La idea inicial para la introducción al electromagnetismo era partir de tres experiencias para la descripción posterior de los fenómenos físicos observados. Sin embargo, y por falta de tiempo, el diseño final de la actividad fue más deductivo y se expusieron únicamente 2 experiencias simplificadas.
- Se tendrá siempre en cuenta los intereses expresados por los estudiantes para evitar que desconecten durante las clases, intentando siempre mejorar su motivación por las Ciencias. Con alguno de los grupos resultó fundamental la continua participación y el factor sorpresa para reconducir la atención de los alumnos.

Por otro lado, para facilitar material de trabajo a todos los alumnos y llamarles al uso de las tecnologías de la información en la asignatura, se desarrolló una página web en la que se introdujeron desde ejercicios de diferentes dificultades y apuntes, hasta material audiovisual relacionado con los conceptos físicos estudiados (Martín-Recio, 2017). A pesar de que la página web está en construcción y por tanto sólo contiene el material utilizado para las prácticas del MESOB (de 3º de la ESO y 1º de Bachillerato), la idea o proyecto a largo plazo es construir y completar la página con los temarios de todos los cursos en los que se imparte Física y Química y, a la vez, introducir un apartado de actualidad científica en la que facilitar artículos divulgativos sobre lo que, a día de hoy, se investiga y se hace en laboratorios de todo el mundo.

Teniendo esto en cuenta, en los siguientes apartados se expone la distribución temporal de las seis semanas de las prácticas en las que se puso a prueba el proyecto y la descripción de sólo algunas de las actividades realizadas.

6.1. Distribución temporal

A continuación se muestra el esquema temporal de todas las sesiones realizadas en las prácticas en las que se desarrolló el bloque “el movimiento y las fuerzas”. El motivo de mostrar toda la distribución temporal es poder enmarcar las actividades desarrolladas específicamente

para el proyecto de innovación en un contexto más amplio. Por otro lado, a pesar de que se realizaron una multitud de actividades relacionadas con la experimentación en el aula, en negrita se han marcado sólo aquellas que posteriormente se describirán de forma detallada en este trabajo. Así, el bloque se dividió en dos unidades didácticas:

- La unidad didáctica “el movimiento” es más breve pero tiene una gran importancia dado que es la base para una buena comprensión del resto de unidades de Física de este año y de los próximos cursos. Por ello, tras una primera sesión de presentación y un primer debate para acostumbrar a los alumnos a la nueva forma de trabajo en el aula, se trabajará esta unidad durante las primeras 7 sesiones.
- La unidad didáctica “las fuerzas” es muy extensa y está llena de conceptos nuevos que suelen ser difíciles de introducir y de asimilar. Por ello, se utilizarán las restantes 5 sesiones y media, teniendo en cuenta que los estudiantes aun tendrán una semana más de clases con su profesora habitual para practicar y afianzar sus conocimientos antes de la prueba escrita trimestral.

De esta forma, la estructura de las sesiones será la siguiente:

Sesión 1

1. Evaluación cero.
 - 1.1. Cuestionario de evaluación cero
 - 1.2. Entrega de cuestionario sobre gustos y aficiones (para hacer en casa)
 - 1.3. “Lluvia de ideas” + experiencia: la masa y la caída libre, los sistemas de referencia. Reconstrucción de ideas preconcebidas.**

Sesión 2

1. Repaso de las características del movimiento: experiencias en el aula.
2. La velocidad
 - 2.1. Velocidad instantánea y media
 - 2.2. MRU
 - 2.3. Gráficas MRU
 - 2.4. Ejercicios MRU (en clase y en casa)

Sesión 3

1. Los cambios en la velocidad
 - 1.1. La aceleración
 - 1.2 MRUA
 - 1.3. Gráficas MRUA
 - 1.4. Ejercicios MRUA (en clase y en casa)

Sesión 4

1. Movimiento vertical
 - 1.1. Ejercicios caída libre y lanzamiento hacia arriba y hacia abajo (en clase y en casa)

2. Experiencias en el aula: sensor de movimiento para observar MRU, MRUA, y movimiento armónico.

Sesión 5

1. Vídeos “el hombre en la luna”: comprensión de la aceleración debida a la fuerza gravitatoria (g). Reconstrucción de ideas preconcebidas
2. Comprobación de problemas numéricos con simuladores de internet.

Sesión 6

1. Repaso de conceptos e ideas
2. Repaso de ejercicios importantes.
3. Preparación para el experimento: repaso de cómo se trabaja en equipo

Sesión 7

1. Experimento en el aula: el movimiento de una burbuja de aire en una tubería.

Sesión 8

1. Prueba escrita

Sesión 9

1. Corrección prueba escrita
2. Introducción a las fuerzas
3. Las fuerzas: debate y experiencias en el aula
 - 3.1. Fuerza resultante (vectores paralelos y antiparalelos): experiencias en el aula
 - 3.2. Unidades de medida de las fuerzas
 - 3.3. Ejercicios de puesta en práctica (en clase y en casa)

Sesión 10

1. Leyes de Newton: experiencias en el aula. Especial atención a la reconstrucción de las ideas preconcebidas.
 - 1.1. Ejercicios de razonamiento sobre las leyes de Newton (en clase y en casa)

Sesión 11

1. Ley de Hooke
 - 1.1. Relación entre la deformación de un muelle y la fuerza aplicada: experiencia en el aula
 - 1.2. Breve introducción histórica de Hooke y Newton: “los trapos sucios de la Royal Society”
 - 1.3. Dinamómetros (experiencia-debate en el aula. Experimento grupal)
 - 1.4. Ejercicios de práctica (en casa)
2. Las fuerzas de la naturaleza

Sesión 12

1. Fuerza gravitatoria, peso y ley de gravitación universal
 - 1.1. Ejercicio cálculo de la aceleración (g)

2. La fuerza de rozamiento en plano horizontal sin fuerzas externas en el eje vertical (experiencias en el aula)

1.1. Ejercicios de puesta en práctica (en clase y en casa)

Sesión 13

1. La fuerza electrostática

1.1. Repaso del concepto de carga

1.2. Ley de Coulomb

1.3. La electrización (experiencias en el aula y debate)

Sesión 14

1. La fuerza magnética (experiencias en el aula realizadas por ellos en grupos)

2. El electromagnetismo (experiencias en el aula y debate)

3. Evaluación final y despedida

6.2. Descripción de algunas de las actividades realizadas

Como se ha mencionado en diversas ocasiones, el proyecto que aquí se describe involucra el uso de distintos materiales y herramientas como técnica para enriquecer las actividades, explicaciones y discusiones científicas:

- Pelotas, folios, sillas con ruedas, cajas y superficies de distinta rugosidad para explicar muchos conceptos como la caída libre, el rozamiento, las fuerzas, los vectores, etc.
- Hilo y regla para entender los conceptos de trayectoria, distancia recorrida y desplazamiento.
- La pared y una silla con ruedas para la tercera ley de Newton
- El ordenador del aula y el proyector para distintos vídeos e imágenes.
- Internet en diversas ocasiones para ver curiosidades y actividades de la página web de la asignatura (Martín-Recio, 2017), para buscar los tamaños de los radios y las masas de distintos planetas, para las simulaciones del movimiento, etc.
- El portátil, el sensor de movimiento y su electrónica, el soporte, los móviles y el muelle para estudiar el movimiento de los cuerpos.
- Papel milimetrado, soporte, balanza y muelles para diseñar un dinamómetro
- Imanes, brújulas y virutas de hierro para explicar la fuerza magnética
- Un electroscopio casero, globos y una silla de plástico para explicar la electrización de los cuerpos
- Una bobina, un tornillo de hierro, un galvanómetro hecho con cable y una brújula, una pila de petaca y unos imanes para explicar el electromagnetismo.
- ...

A pesar de que todas las actividades que se han enunciado aquí forman parte del proyecto de innovación presentado, por la limitación de espacio de la memoria escrita del TFM, en este apartado sólo se describirán en detalle las que se han considerado más importantes ya sea por su elaboración o por la respuesta de los estudiantes.

1. La masa y la caída libre, y los sistemas de referencia. Reconstrucción de ideas preconcebidas por medio de una “lluvia de ideas” y de la experiencia.

Esta actividad se llevó a cabo el primer día, tras la realización de la evaluación cero. No se consideró necesario esperar a analizar los resultados para comenzar a trabajar en algunas ideas ya que era previsible la mala interpretación de varios conceptos necesarios para el buen desarrollo de la primera unidad didáctica: la relación entre masa y caída libre de un objeto, y el concepto de sistema de referencia (Pozo, 1987).

Además, aprovechando los conocimientos previos de los chicos, teniendo en cuenta que era el primer día tanto para ellos como para mí, e intentando medir su capacidad de interacción en el aula, se desarrolló la siguiente actividad basada en una “lluvia de ideas”. Esta actividad tiene como principal objetivo que los alumnos entren en conflicto con sus propias ideas al oír los comentarios de los demás y que, entre todos, decidamos qué ideas son correctas tras observarlas tanto por medio de la experiencia como en un vídeo que se proyectaría al final de la clase. Por lo tanto, podría decirse que la metodología utilizada parte del modelo de enseñanza mediante el conflicto cognitivo y toma ciertas pinceladas del modelo por explicación y contrastación de modelos (ambos descritos en el apartado segundo del manuscrito).

Además, la actividad en realidad puede dividirse en dos: ¿qué es el sistema de referencia? y ¿por qué la pelota cae antes que el folio?

a) ¿Qué es el sistema de referencia?

La primera actividad consiste en que un alumno se convierta en observador o sistema de referencia del movimiento en distintas situaciones y que por tanto transmita cómo se mueve un móvil (la profesora) con respecto a dicho sistema de referencia. La idea de la actividad es muy sencilla pero la profesora ha considerado que puede ser suficientemente efectiva como para que se comprenda bien el concepto planteado:

1. El alumno-observador está en su silla y la profesora-móvil se sitúa a su lado, en reposo. La respuesta del alumno en este caso es clara y ninguno tiene dudas: “la profesora está quieta”.
2. Después el alumno, en reposo observa moverse a la profesora por lo que la respuesta es clara: “la profesora está en movimiento”.

3. La profesora hace uso de dos sillas con ruedas que introdujo en el aula: ahora el observador y el móvil se mueven a la vez arrastrando la silla de ruedas y simulando que son piloto y copiloto de un coche. Este caso ya es más complejo y hace que entren las dudas y se replanteen lo que pensaban que conocían y entendían. Con más o menos ayuda de la profesora, llegan a la conclusión de que esta situación y aquella en la que los dos están sentados en clase son equivalentes por lo que: la profesora está quieta”
4. Ahora, otro alumno-observador camina de un lado al otro de la clase mientras la profesora está sentada. El alumno, como observador, lo que siente es que debe girar la cabeza para seguir mirando a la profesora, por lo que ella está en movimiento con respecto a él. Entre todos los alumnos pueden llegar a la conclusión de que en este caso, de nuevo “la profesora está en movimiento”.

Finalmente, y pidiendo que utilicen su imaginación, la profesora expone un par de ejemplos más y pide que los discutan por parejas o tríos, según estén sentados:

- El sistema de referencia en el espacio, observando a un árbol en medio de una planicie en la superficie de la Tierra: ¿se mueve el árbol?, ¿qué trayectoria describe?
- Un coche que adelanta a otro. Ambos van a velocidad constante. El coche adelantado es el sistema de referencia: ¿se mueve el coche que está adelantando?, ¿cómo será su velocidad?

b) ¿Por qué la pelota cae antes que el folio?

1. En primer lugar, la profesora saca una pelota de tenis y un folio de una caja y los sostiene a la misma altura durante unos segundos mientras formula la pregunta: ¿qué llega antes al suelo?
2. Lo lógico es esperar que todos hablen y comenten a la vez que lógicamente la pelota. La profesora por lo tanto, apunta la respuesta en la pizarra y pregunta si nadie piensa algo diferente. Si es así, también se apunta.
3. A continuación, realiza la experiencia o pide que algún alumno la haga por ella y efectivamente la pelota cae antes al suelo. Entonces ahora formula la siguiente pregunta: ¿por qué llega la pelota antes al suelo?
4. Tras el primer “aluvión” de ideas y más ordenadamente, la profesora apunta en la pizarra todas las respuestas, independientemente de su validez. Algunas de las respuestas esperadas podrían ser:
 - Porque pesa más
 - Porque tiene más masa
 - Porque el papel planea y no cae vertical
 - Por el rozamiento
 - Por la fricción
 - Por la forma
 - Por el volumen
 - Por la densidad
 - Por el material

5. Comentan entre todos intentando agrupar las ideas que puedan estar relacionadas entre sí. Por ejemplo, convendría agrupar peso y masa (revisando su relación); el rozamiento, la fricción y la forma; y el volumen, la densidad y el material (revisando el significado de cada uno de ellos).
 6. Ahora entra en juego el pensamiento creativo de los alumnos con la siguiente pregunta: ¿cómo podemos ver cuál es el motivo real de que la pelota caiga antes que el papel? A pesar de ser una pregunta difícil si los alumnos no están acostumbrados a que se les pida imaginar, con más o menos ayuda del profesor, deberían llegar a un par de ideas buenas:
 - Arruga el papel para ver si es la forma
 - Coge una pelota con el mismo volumen pero con distinta masa.
 - Llena la pelota con algo para que cambie su densidad
 - Mete cada objeto en cajas exactamente iguales y déjalas caer a la vez
- Como es lógico, muchas de las opciones que surgirán serán versiones de una misma idea. Una forma sencilla de encaminarles en el pensamiento es presentarles el problema de una forma más directa: “para ver qué opción es la correcta, podemos ir cambiando la masa, luego el rozamiento, etc. e ir viendo si la caída del objeto es diferente en cada caso”.
7. Adelantándose a estas respuestas, la profesora lleva en su caja una pelota de tenis igual pero llena de arena. El siguiente paso es probar las ideas de los estudiantes, ya sea la opción de arrugar el papel o la de cambiar la masa de la pelota: así, se dejarán caer la pelota de tenis vacía y la hoja de papel arrugada o la pelota de tenis vacía y la pelota de tenis con arena dentro. En ambos casos los objetos llegarán prácticamente a la vez.
 8. Una vez mostrado, retomamos lo escrito en la pizarra para que los alumnos observen qué ha cambiado en el experimento entre la primera vez y la segunda (en el caso de la hoja de papel arrugada, debe preguntarse si llegarán exactamente a la vez si se dejasen caer desde un tercer piso, por ejemplo).
 9. Así, deben llegar a la conclusión de que no es la masa lo que influye en la caída libre, sino el rozamiento con el aire. Lo que lleva a unas últimas preguntas: entonces, ¿qué pasa si quitamos el aire? ¿cómo podemos quitar el aire? ¿sabéis de algún sitio donde no haya aire?
 10. Como introducción al vídeo que se proyectará para finalizar la clase, la profesora introduce los conceptos de vacío, cámara de vacío y de bombas de vacío. A continuación pone en el proyector el experimento de la caída libre de la pluma y la bola de bolos en una cámara de vacío (David RIP, 2014).

2. Observación del MRU, MRUA, y movimiento armónico por medio de un sensor de movimiento (experiencia en el aula).

Con esta experiencia se estudiará el movimiento de un móvil de bajo rozamiento en el suelo del aula y el movimiento oscilatorio de una pesa colgada de un muelle o resorte elástico. Los objetivos principales de la actividad pueden resumirse en:

- Reforzar la comprensión de las características que definen los movimientos MRU y MRUA.
- Practicar el diseño de las gráficas $x-t$ (posición frente a tiempo) y $v-t$ (velocidad frente a tiempo) de cada tipo de movimiento
- Recordar cierta característica del movimiento en vertical ($v = 0$ cuando la altura es máxima y mínima).
- Mostrar otro tipo de movimiento distinto: el movimiento armónico simple de un muelle.

En este caso se utilizó una metodología explicativa y participativa a la vez en la que, de manera deductiva, primero planteaban entre todos la hipótesis de cómo debería ser el movimiento del “cochecito” en el suelo y posteriormente del muelle. Después, y tras realizar la experiencia (en este caso eran ellos quienes, por turnos y con cuidado, manejaban el material), confirmaban su hipótesis o intentaban explicar el resultado obtenido.

El material, prestado del Departamento de Física de la Materia Condensada de la Facultad de Ciencias de la Universidad Autónoma de Madrid, se muestra en la figura 6.1. Como se observa, se estudió el movimiento de un móvil de bajo rozamiento y de una pesa colgada de un muelle a través de un sensor de movimiento de la marca Pasco (figuras 6.1.a y 6.1.b respectivamente). Para el manejo del sensor y la toma de datos, se comunicó el sensor con un ordenador a través de una electrónica y se usó un software de la misma marca comercial.

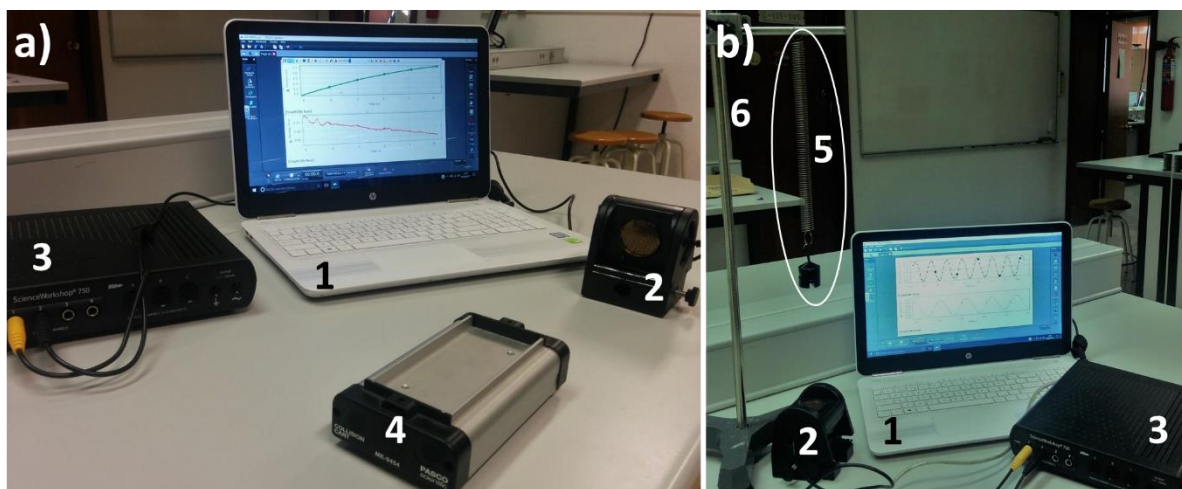


Figura 6.1. Material y montaje para la experiencia del movimiento: fue necesario el uso de un ordenador (1) en el que se instaló el software de manejo del sensor de movimiento (2) a través de la electrónica (3). Todo de la marca Pasco. Se estudió el movimiento de un móvil de bajo rozamiento (4) y de una pesa colgada de un muelle (5) en un soporte (6).

La actividad, paso a paso, fue la siguiente:

- El montaje del sistema lo realiza la profesora antes de clase para no perder tiempo si bien lo explica a los estudiantes en primer lugar. A continuación, lo que debe hacerse es indagar sobre el concepto de sensor de posición o movimiento. Tres alumnos, con sus móviles, buscan información sobre ello y nos lo cuentan. A continuación, entre todos sacamos ejemplos en la vida cotidiana del uso de estos sensores (los murciélagos para moverse, las puertas de los garajes, los aparatos de medida de distancias de los arquitectos...)
- Los alumnos se acercan y observan el montaje por su cuenta y, con la ayuda de la profesora, aprenden a utilizar el software.
- Posteriormente se discute cómo se moverá el cochecito sobre el suelo del aula y en consecuencia cómo serían las gráficas de tal movimiento: deben llegar a deducir que el coche se frenará por rozamiento con el suelo y que por tanto se tratará de un MRUA y su gráfica de posición-tiempo será una parábola convexa o invertida.
- Tras enunciar la hipótesis entre todos, impulsan con diferente intensidad el carrito y observan el cambio de posición y velocidad captado por el sensor (ver figura 6.2.). Esto les ayuda a observar que, efectivamente, al disminuir la velocidad del móvil, la gráfica de posición-tiempo que se forma es una parábola, tal y como inicialmente se había deducido. Además, también es muy interesante introducir el concepto de error experimental (error instrumental y personal) que tan claramente se puede observar en esta experiencia y como se muestra en la figura 6.2.

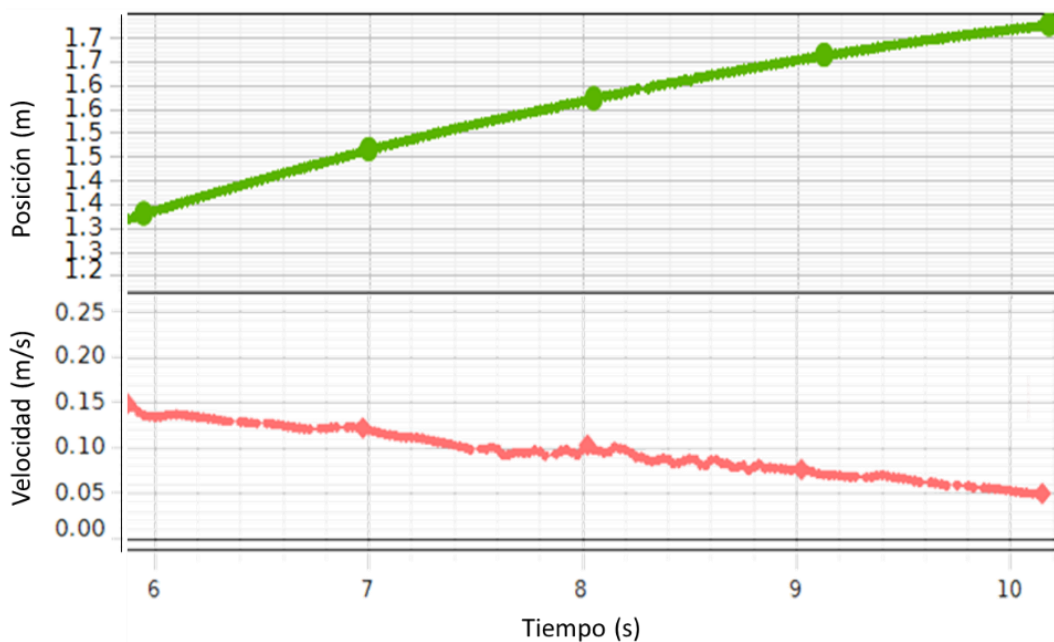


Figura 6.2. Gráficas obtenidas con el software de Pasco para el movimiento de un móvil frenado por rozamiento con el suelo.

- Por último, se introduce un nuevo tipo de movimiento: el de un muelle con una pesa, oscilando arriba y abajo, el movimiento armónico simple². Para ello el proceso es el mismo. Primero lanzarán hipótesis sobre cómo será el movimiento y sus correspondientes gráficas. En este caso, se espera que las respuestas no sean las adecuadas por lo que tras la experiencia se procurará que entiendan los resultados observados (figura 6.3.). A partir de las gráficas de posición y velocidad frente a tiempo, se debe también observar otra idea estudiada previamente sobre el movimiento vertical: cuando la altura es máxima y el movimiento va a cambiar de sentido, la velocidad debe ser nula.

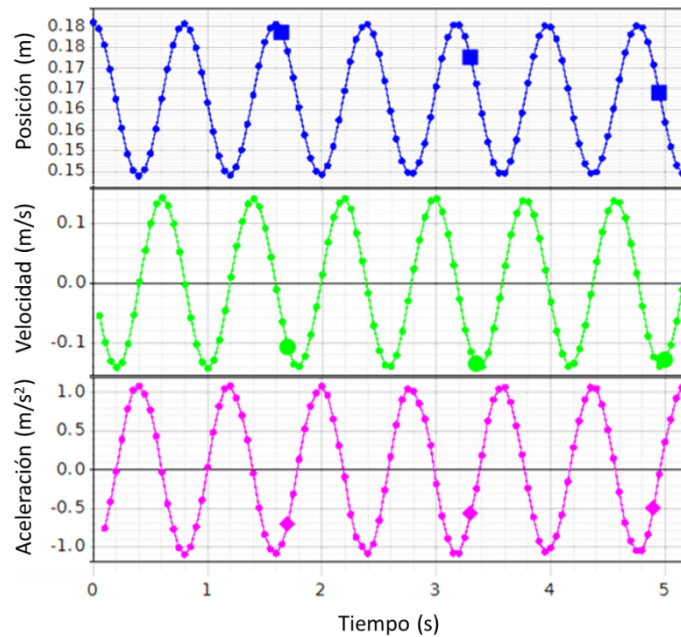


Figura 6.3. Gráficas obtenidas con el software de Pasco para el movimiento de un objeto (pesa) sostenido verticalmente por un muelle.

3. Experimento en el aula: el movimiento de una burbuja de aire en una tubería inclinada.

Parte del proyecto planteado también consistía en la formación de los alumnos en un ambiente más cercano al de un laboratorio de física. Debido a impedimentos espacio-temporales, sólo se pudo realizar un experimento y éste debió llevarse a cabo en el aula.

El experimento consiste en el estudio del movimiento de una burbuja de aire en una tubería. Para ello, cada grupo se dividió en equipos de 4/5 personas elegidos por la profesora. Para la formación de grupos se procuró mezclar los estudiantes de tal manera que no trabajasen con la misma gente con la que acostumbraban a trabajar en el resto de sesiones. Además se procuró

² La experiencia del muelle fue llevada a otro nivel educativo: también fue realizada para 1º de Bachillerato, como actividad introductoria al movimiento armónico simple. La actividad para ese curso se detalla en el anexo 10.12.

que en todo grupo hubiera al menos una persona con gran motivación e interés y que los chicos más “revoltosos” estuvieran en grupos distintos y con chicos más centrados o maduros.



Figura 6.4. Material entregado a cada equipo para el experimento de la burbuja de aire en la tubería: metro o regla, rotulador indeleble, un móvil por grupo, tubo transparente de metro y medio de largo con agua dentro y taponado con corchos o gomas. Debe dejarse una pequeña burbuja de aire dentro.

El objetivo del experimento no es sólo hacerles razonar sobre los movimientos rectilíneos, sino que practiquen el trabajo cooperativo y el esfuerzo dentro de un equipo. Otra motivación fundamental para practicar la experimentación es el de acostumbrar a los estudiantes a pensar de manera independiente y práctica, sin supervisión por parte del profesor.

La actividad podría dividirse en dos partes: una primera parte de unos 10-15 minutos en la que los alumnos sólo reciben el material que se muestra en la figura 6.4. y se les introduce en el problema que deberán estudiar por medio del texto de la figura 6.5. que se está proyectando en el aula. Sin ayuda alguna por parte del profesor deberán indagar libremente, analizar el problema y acordar cómo resolverlo. Y una segunda parte de 35-40 minutos en la que se les entrega una ficha para rellenar con los datos del experimento (incluida en el anexo 10.9.) y se les va dando las pistas que necesiten.

Sois el equipo de expertos físicos de una empresa de aeronáutica.

Los ingenieros están teniendo problemas graves con el sistema de desagüe del nuevo avión que han diseñado:

“Es inevitable que haya burbujas de aire en el conducto y no debería ser un problema. Pero con el modelo que tenemos ahora, las burbujas hacen que la válvula de seguridad se vuelva loca y salte el sistema de bloqueo” – os explica el ingeniero jefe.

*“Si no lo arreglamos rápido, el avión no podrá salir a mercado y la empresa se irá a pique. Necesitamos que **estudiéis el movimiento de la burbuja de agua en la tubería** que nos está dando problemas para que nosotros podamos ajustar mejor la válvula.”* – Dice otro ingeniero con voz de preocupación.

Para resolverlo tendréis que trabajar en equipo y discutir cómo vais a investigarlo y qué vais a medir.

EL FUTURO DE LA EMPRESA ESTÁ EN VUESTRAS MANOS.

¡MUCHA SUERTE EXPERTOS!

Figura 6.5. Texto que los alumnos leen al principio del experimento para centrarse en el papel y entender el problema que deben investigar.

Por lo tanto, la primera parte de la actividad podría relacionarse con el modelo de enseñanza por descubrimiento, mientras que en la segunda se trataría de una investigación dirigida.

El material necesario por equipo es el que se muestra en la figura 6.4.: un tubo de plástico lleno de agua en el que sólo se deja una pequeña burbuja de aire y que se cierra con dos corchos o tapones de plástico, un rotulador indeleble, un metro o regla y un móvil.

Es muy interesante observar el comportamiento de los alumnos durante la primera fase de la actividad: escuchar sus discusiones y ver cómo indagan libremente (si lo hacen), observando el trabajo y las ideas de cada grupo.

Se espera que al principio el proceso sea caótico: sin experiencia previa en este tipo de trabajos y metodologías, los alumnos pueden sentirse desprotegidos ante la idea de trabajar sin la supervisión del profesor. Muchos no se atreverán a hacer nada sin preguntar antes. Se trata, por lo tanto, de que aprendan a pensar como un equipo y sin supervisión por lo que, pasados unos minutos de tensión e incertidumbre, y viendo que no reciben ayuda del profesor, se espera que tomen la iniciativa y comiencen a indagar y discutir entre ellos. Este es sin duda el proceso más importante de toda la actividad.

Los resultados de las medidas en sí no siempre serán óptimas, pero se espera que todos desarrollen un espíritu crítico, aprendan a dialogar, valorar las opciones y escoger la más adecuada, rectificar en caso de que algo no funcione (método científico) y a tener en cuenta ciertas cosas fundamentales en cualquier experimento como por ejemplo los errores experimentales para valorar el resultado obtenido.

4. Construyendo un dinamómetro entre todos: experiencia-debate en el aula (experimento grupal)

Como se mencionó previamente, la idea inicial era realizar un segundo experimento por equipos en el que los alumnos diseñasen su propio dinamómetro partiendo de la ley de Hooke. Para reducir la duración se modificó la actividad, convirtiéndola en un proceso intermedio el cual, por un lado, sirviese de introducción para la Ley de Hooke y, por otro, forzase a los alumnos a razonar y llegar a diversas soluciones, con orientación de la profesora en todo momento para agilizar el proceso y poder realizarlo todo ello en una sesión. Así, en este apartado se resume gran parte de la sesión y no sólo la construcción del dinamómetro ya que, a pesar de tratarse de distintas actividades, éstas están enlazadas entre sí.

Los objetivos principales de esta actividad son:

- Comprender el efecto que producen los cuerpos de distinta masa al colgarlos de un muelle (ley de Hooke) y su correspondiente aplicación en aparatos o sensores que midan fuerzas, expresando éstas en las unidades adecuadas.
- Construir un dinamómetro casero para comprender en detalle el concepto de fuerza debida a la gravedad.
- Practicar el trabajo en equipo: proponer ideas y escuchar respetuosamente las ideas de los demás, ser crítico con las ideas propias y con las de los demás, estimular la comunicación y evitar los conflictos, ...

Para ello se procede al montaje del material necesario tal como se muestra en la figura 6.6.: en primer lugar, se une a un soporte vertical un trozo de cartón duro al que se le ha pegado una hoja milimetrada. Se cuelga el muelle del soporte y se utilizará el papel milimetrado para ir midiendo las distintas elongaciones que se produzcan al colocar distintas pesas. Además, para esta práctica también será necesario una balanza, dos pesas, una de doble masa que la otra, y dos muelles de distinta constante elástica.

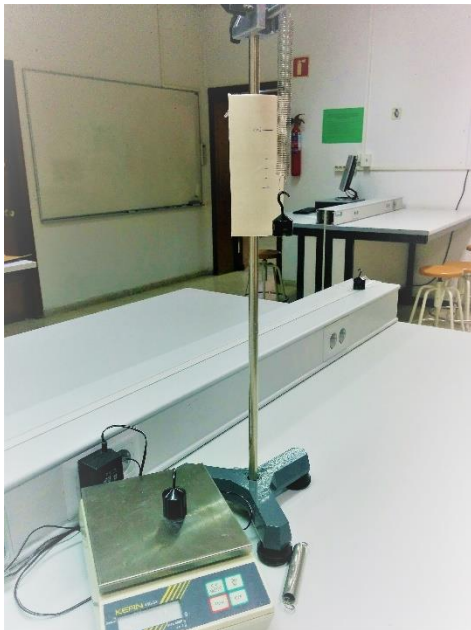


Figura 6.6. Material y montaje para la experiencia del dinamómetro:

- *Cartón con papel milimetrado pegado*
- *Soporte*
- *Dos muelles de distinta constante elástica*
- *Dos pesas: una con el doble de masa que la otra.*
- *Balanza*
- *Dinamómetro*

En dicha sesión, y como se muestra a continuación punto por punto, se siguen distintas metodologías y estrategias. A veces la técnica de aprendizaje será más inductiva, procurando partir de lo particular y cercano al alumno para terminar en lo general a través de conceptualizaciones cada vez más complejas. Y otras veces será deductiva, partiendo de lo general para concluir en lo particular. En casi todo momento los protagonistas serán los alumnos, pero la continua guía del profesor en el proceso hará que la metodología sea parecida a la planteada en el modelo de enseñanza mediante investigación dirigida, con algunos instantes muy breves de exposición de la profesora. El planteamiento de la actividad es el siguiente:

1. Indagación sobre la ley de Hooke: a pesar de que la organización de las mesas en el aula desde luego no favorece que todos puedan ver igual de bien, se buscará un sitio estratégico donde colocar el montaje de manera que cada uno desde su sitio pueda seguir el desarrollo de la actividad. Así, con el muelle colgando del soporte, se pregunta de manera general: ¿qué pasa si cuelgo esta pesa del muelle? La respuesta es obvia y rápidamente los estudiantes contestarán que el muelle se estirará.

En este momento, un buen comentario para introducir la actividad es hablar de Hooke, y qué mejor forma para situarle histórica y geográficamente que unir a Newton a la anécdota, y contar sus confrontaciones y continuas peleas.

A continuación, deben asignarse papeles para el experimento grupal que nos llevará a la ley de Hooke y al diseño del dinamómetro al mismo tiempo. A pesar de que parezca espontánea la elección de los alumnos que participarán, es mejor si previamente ya se ha pensado en qué alumnos se sienten más cómodos estando delante de sus compañeros. En esta actividad no tendrán que explicar o escribir en la pizarra un ejercicio que previamente habían ya pensado, sino que tendrán que pensar sobre la marcha mientras que atienden a los consejos de sus compañeros y rectifican en su trabajo varias veces. Por eso conviene que sean alumnos que puedan resistir la frustración de equivocarse delante de todos sus compañeros.

- Alumno 1: Hooke, encargado de las medidas del muelle.
 - Alumno 2: ayudante de pizarra de Hooke.
 - Alumno 3: ayudante de laboratorio de Hooke, encargado de la balanza.
 - Profesora: ayudante de ideas de Hooke.
 - Resto de alumnos: colaboradores de Hooke.
2. Para que vean la proporcionalidad de la ley de Hooke antes de expresarla matemáticamente, el ayudante de laboratorio mide la masa de las dos pesas (entra en juego el uso de una balanza digital, por lo que se aprovecha para mencionar algún detalle básico como por ejemplo cómo tarar). A su vez el ayudante de pizarra dibuja y apunta con detalle lo que Hooke y su ayudante de laboratorio van haciendo.

Hooke entonces mide la elongación del muelle en cada caso: marca en el papel milimetrado la longitud del muelle sin estirar y a continuación marcará la nueva longitud al poner la primera pesa. Posteriormente Hooke coloca la segunda pesa, de doble de masa, y vuelve a medir. Con los datos apuntados en la pizarra, deben observar que a doble masa, doble elongación del muelle.

El ayudante de ideas de Hooke en ese momento sugiere que entonces la fórmula que buscan debe relacionar la fuerza del peso con la longitud del muelle. Para poder constatar dicha

hipótesis los alumnos deben tomar una tercera medida con las dos masa juntas, debiendo resultar en el triple de la elongación inicial.

Pero a la relación de la fuerza y la elongación le falta algo: la ayudante de ideas de Hooke saca de su caja de cartón otro muelle más rígido y muestra que éste no se alarga lo mismo cuando se aplica la misma fuerza. Describe la constante elástica de los muelles y termina de escribir en la pizarra la fórmula matemática descrita en la ley de Hooke.

3. Por último, el ayudante de ideas de Hooke propone utilizar el material que tienen para fabricar un dinamómetro: explica qué es un dinamómetro y muestra uno del laboratorio.

Pero cuando Hooke, sus ayudantes y sus colaboradores se ponen a pensar cómo fabricarlo, se espera que alguien se dé cuenta de lo que falta para poder hacerlo: no conocemos la constante elástica del muelle. Entre todos, y sin la ayuda de la profesora deben guiar al ayudante de pizarra para, con los datos obtenidos de la balanza y del muelle, poder obtener la constante.

Después, se trata de hacer una tabla de valores de longitud, que los colaboradores con sus calculadoras aporten la fuerza correspondiente a cada elongación y que Hooke marque en el papel milimetrado los valores de las fuerzas. Si queda tiempo, conviene colgar un objeto cualquiera y comprobar que el dinamómetro funciona.

5. La electrización: experiencias en el aula y debate

Esta actividad suele ser entretenida y muy llamativa para los estudiantes. Hay que tener en cuenta que, previo a su realización, los alumnos ya han aprendido ciertas cosas sobre la fuerza electrostática como que puede ser atractiva o repulsiva, dependiendo del signo de los cuerpos cargados que se enfrenten.

El objetivo principal es que los alumnos conozcan (comprendan y no memoricen) los tres modos de electrización de los cuerpos: por rozamiento, por contacto y por inducción. La metodología empleada es fundamentalmente expositiva, si bien los objetos utilizados harán que todos los alumnos atiendan entretenidamente y participen en la discusión. El material empleado es, como se muestra en la figura 6.7., un globo, el proyector del aula, un ordenador con acceso a internet y un electroscopio casero.

En primer lugar la profesora describe el proceso de electrización de los cuerpos como aquel que, por interacción de dos o más cuerpos, uno o varios de ellos queda cargado. Posteriormente, comienza a describir los tres modos de electrización principales haciendo uso del material descrito previamente:



Figura 6.7. Material utilizado para las experiencias de la electrización:

- Un globo
- Proyector y ordenador para proyectar una imagen.
- Un electroscopio casero hecho con un tarro de vidrio, goma, un tornillo, un trozo de cable y papel de aluminio.

1. Por rozamiento: la profesora infla en globo y frota con su pelo. Al verse atraído el pelo por el globo, se espera que los alumnos, entre todos, deduzcan que el globo y el pelo se han cargado con carga opuesta y expliquen ellos mismos el fenómeno. Algunos ejemplos que pueden surgir son: al sentarnos en una silla de plástico, al frotar un boli un paño, ...
2. Por contacto: la profesora proyecta una imagen de un niño tocando un generador de Van de Graaff y con el pelo de punta. Explica el fenómeno, dibuja la transferencia de cargas en la pizarra y pasa al siguiente.
3. Por inducción: directamente explica el fenómeno, dibujando claramente la redistribución de cargas y propone que entre todos expliquen el siguiente experimento (aclara que se van a utilizar los tres métodos):
 - a) La profesora vuelve a frotar el globo con su pelo
 - b) Acerca el globo a la parte superior del electroscopio (sin que entre en contacto)
 - c) Se observa cómo las láminas de aluminio de abajo se separan
 - d) Pregunta: desde que cogí el globo, hasta que las láminas de aluminio se separan, qué ha pasado con las cargas de los objetos.

Se espera alboroto e inquietud, por lo que para que lo observen y lo piensen con más calma, se deja pasar el electroscopio y el globo de mesa en mesa para que lo hagan ellos mismos. Poco a poco, entre unos y otros, deben ir sacando ideas. Puede hacerse alguna pregunta clave para ayudar, como: ¿por qué se separan las láminas de aluminio?

7. Análisis y evaluación de resultados

Tras conocer las actividades principales realizadas con los alumnos, las metodologías utilizadas, la distribución temporal de las actividades y tomando como referencia los conocimientos previos de los alumnos con los que se trabajó, es necesario plantearse e investigar cuáles han sido los resultados de todo ello.

En este apartado se describe la evaluación de estos resultados.

- En primer lugar, se utilizará un cuestionario para evaluar los conocimientos adquiridos por los estudiantes, que se comparará tanto con la evaluación cero realizada como con los resultados numéricos de la prueba escrita realizada para la primera unidad didáctica. Esta última comparación permitiría abrir un nuevo debate sobre la validez de las pruebas escritas como herramienta única de evaluación para estudiantes del primer ciclo de la ESO.
- En segundo lugar, y teniendo en cuenta los resultados descritos en el primer punto, se analizarán las actividades y metodologías llevadas al aula y que conforman el proyecto educativo aquí propuesto.
- Y en último lugar, se evaluará el trabajo docente de la autora de este escrito utilizando una sencilla rúbrica que dará pie a una mayor y más rica discusión de autoevaluación del trabajo realizado en el aula.

7.1. Evaluación del conocimiento adquirido por los alumnos

El último día de las prácticas, tras terminar el temario y antes de la despedida con cada uno de los grupos de tercero, los alumnos rellenaron un cuestionario con 16 preguntas sobre diferentes puntos importantes del bloque de “el movimiento y las fuerzas”. Dicho cuestionario se encuentra adjunto en el apartado 10.6. de los anexos, al final de este escrito. En este apartado se muestra también un estudio más cuantitativo y exhaustivo (pregunta a pregunta) del cuestionario y una comparación de los principales puntos del bloque antes y después de haber sido estudiado. De nuevo, el motivo por el que se ha preferido no introducir dicho estudio en el texto principal es el hecho de que la muestra no sea representativa y por lo tanto la autora del trabajo prefiera mostrar únicamente resultados cualitativos en este apartado.

Esta evaluación final también la realizaron los grupos de 3ºA y 3ºB. Sin embargo, 3ºA todavía no había acabado el bloque por lo que únicamente contestaron a las primeras 12 preguntas. Además, es importante tener en cuenta que la autora no tuvo tiempo para explicar electromagnetismo en detalle y profundidad (3ºD no pudo ver ninguna experiencia) por lo que el resultado de la última pregunta del cuestionario no tiene gran validez.

De nuevo, al entregar el cuestionario, volvió a explicarse claramente que no se trataba de un examen sino que más bien estaban ellos evaluando el trabajo de su profesora: serviría para que ella pudiera ver si lo que habían hecho juntos en el aula había funcionado y para poder seguir aprendiendo de ello en el futuro. Estas palabras, curiosamente, produjeron en ellos un sentimiento de responsabilidad, alguno incluso respondió diciendo *“pero profe, si yo me equivoco en las respuestas no es culpa tuya, sino mía porque no he estudiado mucho”*. Este cambio de comportamiento, y el hecho de que se tomaran el cuestionario tan en serio, refleja un cambio madurativo muy positivo, además de mostrar un gran respeto por el esfuerzo de la profesora de prácticas.

Las conclusiones principales extraídas del cuestionario de la evaluación final, y en comparación con la evaluación cero, pueden resumirse de la siguiente manera:

- En general:
 1. El grupo 3ºA ha obtenido unos resultados por encima del resto de grupos y 3ºB en la media o tal vez algo por debajo. El grupo 3ºE en cambio, es el que ha mostrado una clara mejoría con respecto a los resultados iniciales de la evaluación cero.
 2. La mayoría de los alumnos comprenden los conceptos de desplazamiento, trayectoria y distancia recorrida.
 3. La comprensión de los sistemas de referencia ha mejorado, si bien sigue costándoles a muchos.
 4. Casi todos los alumnos relacionan aceleración con la variación de la velocidad, pero menos de la mitad de ellos entienden la caída libre como un MRUA en el que la aceleración (g) es la debida a la fuerza gravitatoria.
 5. El gran problema observado inicialmente con la idea preconcebida de relacionar la masa con la rapidez de caída de un objeto no se ha resuelto bien. Cerca de la mitad de los alumnos no han desmontado dicha idea y sigue pensando que un objeto caerá más rápido si es más pesado.
 6. La mayoría de los alumnos realiza las gráficas del movimiento con soltura, colocando bien los ejes, las unidades y comprendiendo la tendencia de las gráficas en función de la variable y del tipo de movimiento.
 7. Excepto 3ºA, las leyes de Newton siguen sin entenderse. Las estrategias y actividades elegidas desde luego no han funcionado.
 8. Sin embargo todos comprenden correctamente el concepto de fuerza de rozamiento.
 9. No todos relacionan inducción con el proceso de electrización adecuado, lo cual no demuestra que no comprendan estos procesos. Esta pregunta debió formularse de otra manera.

10. La ley de Coulomb desde luego no quedó grabada en la mente de los estudiantes. De nuevo, la autora admite que la formulación de esta cuestión no demuestra el conocimiento de los chicos sobre la fuerza electrostática en general sino sobre la ley de Coulomb en particular. Así, muchos estudiantes marcaron la opción a) (fuerza eléctrica y magnética están relacionadas) como correcta no por no saber, sino por no recordar lo que la ley de Coulomb explícitamente decía.
11. A pesar de que todos los estudiantes comprenden que la fuerza magnética pueda ser atractiva o repulsiva, y que ésta será atractiva si dos imanes se enfrentan por sus polos opuestos, el concepto de material ferromagnético no fue correctamente introducido en el aula ya que más de la mitad de la clase (excepto 3ºE) opinaron que un imán atraerá a cualquier metal.
12. A pesar de que no dio tiempo a explicarse claramente el electromagnetismo, cerca del 100% de los alumnos comprendió que se trata de una relación entre las cargas en movimiento y la fuerza magnética y entre los imanes en movimiento y la fuerza eléctrica (si bien pocos dedujeron que ambas posibilidades fueran correctas).

Estos resultados por sí solos ya son muy interesantes y permitirán sacar conclusiones fundamentales sobre el funcionamiento de las diferentes actividades y experiencias seleccionadas. Pero además, cabe compararlos con los resultados numéricos obtenidos a partir de la prueba escrita de la primera unidad didáctica (el movimiento). Esta comparación además nos da información adicional para valorar el uso de la prueba escrita como única herramienta de evaluación de los conocimientos adquiridos y el progreso de cada alumno. Los resultados numéricos de esta prueba pueden observarse en la figura 7.1. en la que se han incorporado los datos de los tres grupos en una misma gráfica para tener una mayor estadística. Gráficas más detalladas pueden encontrarse en el anexo 10.10.

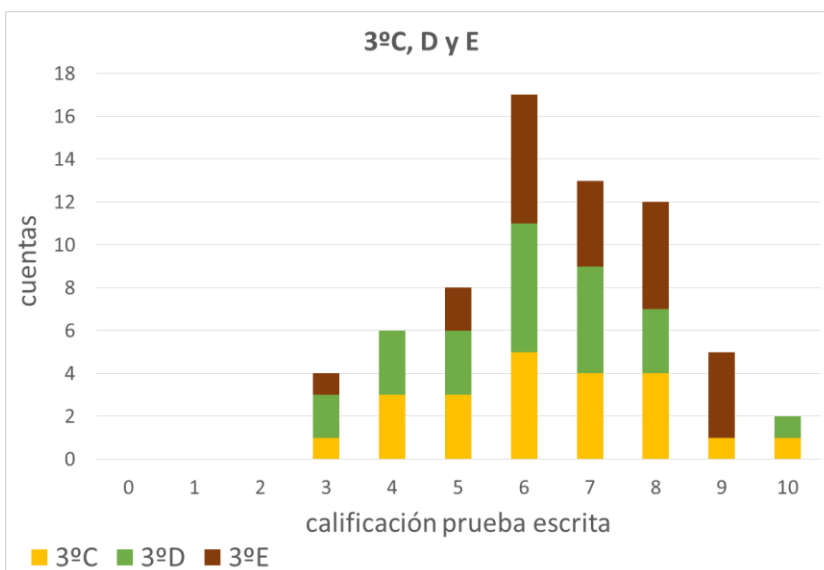


Figura 7.1. Gráfica del número de estudiantes, pertenecientes a los grupos de 3º C, D y E, frente a la correspondiente calificación numérica que obtuvieron en la prueba escrita de la primera unidad didáctica.

Según estos datos, si no considerásemos ninguna otra herramienta de evaluación, la gran mayoría de los alumnos ha adquirido un grado adecuado de desempeño de las competencias (conocimientos, destrezas, actitudes y valores) en base a lo establecido por la ley (B.O.E., 2015-1; B.O.E., 2015-2, B.O.C.M., 2015). Sin embargo, la autora de este trabajo considera que con unas preguntas teóricas (que la mayoría de ellos habrán memorizado sin haber comprendido) y otros dos ejercicios aplicados, no es posible evaluar estas competencias. Cabe sólo plantearse si al menos se está evaluando correctamente aquellos estándares relacionados únicamente con los contenidos conceptuales del currículo.

Críticas aparte y evitando la profunda discusión sobre la necesidad de enriquecer el método evaluativo, no solo para hacerlo más formativo, sino para poder también evaluar el progreso, el esfuerzo, la actitud, la adquisición de destrezas experimentales, sociales, de comunicación, digital, etc., podemos entonces comparar la prueba escrita y el cuestionario final si nos centramos únicamente en la adquisición de conocimientos.

En este caso el resultado global de la prueba escrita está por encima de lo que se concluiría del resultado global del cuestionario, que describe más claramente cuáles han sido las carencias en el proceso de enseñanza-aprendizaje. Si observamos los resultados obtenidos de la pregunta 1 del cuestionario final y los comparamos con la pregunta segunda de la prueba escrita, ambas sobre los conceptos de distancia recorrida, desplazamiento y trayectoria, puede decirse que algunos de los alumnos que describieron bien los términos en el examen no supieron diferenciarlos correctamente en el cuestionario (implicando que aunque memorizaron los conceptos no se detuvieron a entender qué significaban). Sin embargo los dos problemas planteados en la prueba escrita muestran resultados similares a aquellos que se pueden inferir del cuestionario: en general todos comprendieron y aprendieron a trabajar con las gráficas del movimiento y a describir cada caso de movimiento rectilíneo. Por otro lado es importante notar que muchos de los fallos que se descubrieron en el proceso de enseñanza-aprendizaje a partir del cuestionario final (movimiento vertical-aceleración, relación ficticia peso-movimiento de caída libre, etc) no formaron parte de la prueba escrita y por tanto no se evaluaron.

7.2. Evaluación del proyecto: actividades y metodologías

Una vez realizada la evaluación del conocimiento adquirido por los alumnos, es fundamental utilizar la información adquirida para ir un paso más allá y tratar de analizar si las actividades y metodologías introducidas en el aula surtieron el efecto deseado. Para dicho análisis se han utilizado tres fuentes de información:

1. Los resultados del cuestionario de evaluación final descritos en el apartado previo.
2. La experiencia diaria en el aula que se recogió por medio del diario de prácticas.

3. Un cuestionario que se entregó al final de las prácticas en el que los alumnos describieron su motivación e interés final por la asignatura y por la Ciencia en general y su opinión sobre las distintas actividades desarrolladas (ver anexo 10.8.). Dicho cuestionario fue validado previamente tanto por el tutor del centro como por el tutor de la universidad.

Por lo general, la respuesta de los alumnos al cambio metodológico y de profesor fue bastante positivo si bien no inmediatamente. Algunos alumnos, que iban aprobando la asignatura fácilmente con su profesora sintieron inicialmente un rechazo al cambio. Otros más inquietos y revoltosos, sobretudo en 3ºE, pensaron que el cambio significaba libertad para hacer lo que quisieran, actitud que duró hasta que la autora aprendió a reaccionar correctamente a la situación y mantuvo una conversación individual con dos de ellos. Sin embargo, pasados los primeros días, se notó un cambio muy positivo: los alumnos se relajaron, muchos perdieron el miedo a admitir que no entendían algo y empezaron a preguntar libremente. Comenzaron a intervenir en las discusiones y a aportar ideas, cosa que al principio les costaba. Otros, en los recreos, preguntaban dudas científicas diversas: agujeros negros, partículas subatómicas, órbitas de los planetas, etc.

Por lo tanto, tal y como los alumnos expresaron en el cuestionario de opinión al final de las prácticas, el interés y la motivación por la Ciencia había aumentado, así como la atención de los alumnos en las clases de Física y Química, gracias a la metodología, los debates y las experiencias y experimentos en el aula. Cabe dar algunos ejemplos de respuestas en los cuestionarios de opinión de los estudiantes:

- En cuanto a si había cambiado el interés por la asignatura: *“si, ya que con los experimentos nos ha demostrado teorías y cosas que pensábamos que no eran posibles o que no podían suceder”*.
- En cuanto al uso de instrumentos y diversos objetos: *“me parecían un método genial de explicarnos cosas para que así lo viéramos más fácil”, “creo que me han ayudado bastante con la asignatura”, “me han parecido muy bien ya que así era mucho más fácil comprenderlo y ver lo que pasaba”*.
- En cuanto a la utilidad de los debates hay una mayor diversidad de opinión. Algunos dicen que las ideas de sus compañeros les confundían pero por lo general, una respuesta común podría ser: *“si, ya que todos aportábamos ideas y conclusiones distintas y entre todos dábamos con la solución”*.
- Por último, en cuanto a los experimentos, muchos comentan que les ayudaron: *“a aprender a no desesperarse”, “a aprender que no siempre te va a dar el mismo resultado y que te tienes que comer la cabeza”, “a experimentar y tener que sacar tus propias conclusiones e ideas”, “a realizar en la vida lo que aprendes en clase”, o “a trabajar en*

equipo y saber organizarse”. Sin embargo, otros opinan que fue interesante y entretenido pero que no aprendieron nada diferente.

Si ahora centramos la atención en la utilidad de las actividades y metodologías, fijando como objetivo que los alumnos aprendan más y mejor, conviene repasar los resultados del apartado anterior. De manera aproximada:

- 2/3 aprendieron a describir los movimientos en función de su desplazamiento, distancia recorrida y trayectoria.
- La mitad de los alumnos comprendieron el concepto de sistema de referencia. Y aproximadamente el mismo porcentaje (no necesariamente los mismos alumnos) asimiló el movimiento de caída libre correctamente y comprendió que éste no depende de la masa del objeto. Podría decirse, por tanto, que las actividades realizadas el primer día de clase para intentar reconstruir las ideas previas de los alumnos en cuanto a estos dos conceptos físicos no surtió el efecto deseado o desde luego no en todos los alumnos. En el apartado de propuestas de mejora se propone algún cambio que pudiera, tal vez, mejorar el aprendizaje de los estudiantes.
- 3/4 comprendieron la diferencia entre velocidad media y velocidad instantánea, mientras que el resto sigue mezclando el último término con el de aceleración. Y más de 2/3 asimilaron bien la expresión de los movimientos rectilíneos por medio de las gráficas de posición-tiempo y velocidad-tiempo. Estos resultados indican que la actividad con el sensor de posición, que permitía observar la formación de las gráficas del movimiento a tiempo real, y el experimento en el que debían analizar ellos el movimiento de una burbuja de aire, tal vez sí que hayan repercutido en la adecuada comprensión de los estudiantes.
- Menos de 1/3 de ellos comprenden plenamente las tres leyes de la dinámica de Newton. Es decir, gran parte de los alumnos no relacionan el movimiento rectilíneo uniforme como aquél que llevará un cuerpo sobre el que no actúa ninguna fuerza, y muchos no recordaron la reacción a toda acción o fuerza. Claramente cabría decir que las actividades realizadas relacionadas con las tres leyes de Newton no fueron suficientes.
- 3/4 de los estudiantes comprendieron la acción ejercida por la fuerza de rozamiento entre dos superficies en contacto.
- En cuanto a la fuerza eléctrica, claramente no recordaron la ley de Coulomb ni los nombres de los distintos métodos de inducción (1/2 de los alumnos). Sin embargo como ya se mencionó previamente, la impresión en clase al realizar la experiencia del electroscopio fue en general que los alumnos seguían la explicación y analizaban correctamente el fenómeno físico planteado. Puede ser, por lo tanto, que la pregunta del test no estuviese bien planteada ya que se les exigía no sólo recordar el fenómeno sino más bien su nombre.

- Por último, la mitad de los alumnos siguen pensando que todo metal se verá atraído por un imán y, tal vez debido al escasísimo tiempo invertido, no llegaron a asimilar los fenómenos electromagnéticos.

7.3. Propuestas de mejora

Teniendo en cuenta todo lo mencionado previamente, y con el objetivo de mejorar, la autora del proyecto ha considerado fundamental valorar su trabajo tanto en el aula como en el diseño y programación de las actividades. En la tabla 6.1. se muestra, a través de una escala cualitativa, la evaluación de distintos aspectos de la práctica docente.

	peor	mejor
<i>Distribución temporal</i>	X	
<i>Comprensión de los contenidos</i>		X
<i>Motivación por las tareas encomendadas</i>		X
<i>Estrategias y actividades empleadas</i>		X
<i>Recursos y experimentos realizados</i>		X
<i>Claridad de los criterios de evaluación</i>		X
<i>Atención a la diversidad</i>		X

Tabla 7.1. Evaluación de la práctica docente de la autora del proyecto.

Como parte del presente proyecto, además de extraer las conclusiones principales del proyecto propuesto y puesto a prueba durante las prácticas del máster, cabe también plantearse una serie de propuestas que permitan a la autora crecer como docente y mejorar las metodologías y actividades de cara al futuro.

En primer lugar, en la tabla 6.1. se observa que el primer problema a corregir sería la distribución temporal de las actividades. La condición temporal impuesta desde el departamento condicionó la duración de las actividades. De cara al futuro la autora desde luego procurará ajustarse a su programación de tal manera que se evite este problema al final del curso. Además, mantener el orden en el aula en ciertas ocasiones también quitó mucho del tiempo disponible de las sesiones. Solucionar este problema desde el principio en las futuras experiencias docentes permitirá ahorrar tiempo.

En el último punto de la tabla, sobre la atención a la diversidad, se ha marcado una evaluación positiva si bien no perfecta. Esto se debe a que, a pesar de que sí que se tuvo en cuenta las distintas características de los chicos y que se desarrollaron actividades y metodologías que permitían la inclusión, la autora del trabajo comprende que los grupos de alumnos asignados para la práctica y puesta en marcha del proyecto no comprendían un gran reto en este sentido.

En segundo lugar de la tabla, la comprensión de los contenidos, podría mejorarse también. La gran diferencia entre la primera unidad y la segunda, muestra que tal vez también faltó un poco de esfuerzo personal por parte de los estudiantes ya que muchos no traían los deberes hechos. También sería interesante **enseñarles a tomar mejor nota en sus cuadernos**. Algún modo de evaluación de estas dos cosas sería importante para intentar que se lo tomaran más en serio. Lo cual conecta con el siguiente punto: la motivación por las tareas encomendadas. Desde luego, el aumento de su motivación, interés y esfuerzo en el aula fue tangible, pero no se consiguió que ese esfuerzo se trasladase también fuera del aula. No todos hacían los deberes y pocos los hacían de manera automática todos los días. La autora propone para la próxima ocasión colocar un **tablón en clase** para que sean ellos mismos los que todos los días, al entrar, **marquen si han hecho o no la tarea solicitada**.

En cuanto a las estrategias, actividades, experiencias y experimentos realizados, a partir de las críticas ya realizadas, es importante enunciar ciertas propuestas de mejora:

- En cuanto al **cuestionario final**: faltó alguna pregunta que midiera el nivel de comprensión de la Ley de Hooke para poder evaluar la actividad de construcción del dinamómetro. Además, la pregunta realizada para analizar la comprensión sobre los diferentes modos de electrización no fue la adecuada, ya que con la formulación actual se estaba evaluando simplemente si recordaban el nombre.
- Es necesario mejorar las actividades relacionadas con la **caída libre** ya que por un lado muchos siguen considerando que la masa es determinante en el tiempo de caída, mientras que otros no conciben la caída libre como un ejemplo más del MRUA. Para solucionar estos problemas, se sugiere ampliar las actividades enfocadas a ello. Por ejemplo, podría ayudar resolver los siguientes ejercicios en el aula y discutir sobre ellos:
 1. Un móvil se mueve en horizontal con una aceleración de 10.8 m/s^2 ¿cuánto tarda en recorrer 20 m?
 2. Un objeto se deja caer desde una altura de 20 m ¿cuánto tarda en llegar al suelo?
 3. Observa las ecuaciones que has escrito en el apartado 2, ¿cuáles son?, ¿aparece la masa o el peso del objeto?

- A pesar de que no se explican en este manuscrito las actividades realizadas para el estudio de las **leyes de Newton**, se ha considerado importante mencionar que parece que no hayan surtido efecto en los alumnos. Sería necesario aumentar las actividades en el aula y también fuera de ella. Para ello, se propone probar una clase invertida: los alumnos en casa deberán ver el vídeo sobre las leyes de Newton explicadas desde el espacio (rlandg, 2012), que se completaría al día siguiente con una extensa discusión sobre las distintas demostraciones de las leyes de Newton del vídeo.
- En el futuro se realizará no sólo un **experimento** sino por lo menos uno por unidad didáctica. Estas actividades, además, tendrán un peso importante en la evaluación de los alumnos y se perseguirá que los alumnos se acostumbre a trabajar en equipo y de manera independiente del profesor.
- Para el estudio de las **fuerzas eléctrica y magnética** y del **electromagnetismo**, se invertirá también más tiempo y se introducirán más experiencias que permitan una comprensión más plena de los fenómenos físicos del electromagnetismo y su utilización en la vida cotidiana.

8. Conclusiones

De los continuos problemas observados en los centros de secundaria y bachillerato para ofrecer una práctica experimental adecuada a sus estudiantes (falta de material, laboratorio o recursos humanos) nace este proyecto de innovación en el que se ha intentado llevar la experimentación, la experiencia y la observación de procesos físicos al aula.

El objetivo fundamental del trabajo descrito fue procurar que los alumnos alcanzasen un aprendizaje más significativo, reconstruyendo previamente sus ideas iniciales y creando nuevos conocimientos a partir de ellas. Al tratarse de estudiantes que veían por primera vez (y puede que por última) conceptos físicos, un paso fundamental fue aumentar su interés, motivación y esfuerzo en la asignatura. Para ello se llevó a cabo una serie de experiencias y un experimento en el aula que permitirían practicar el trabajo en equipo y la experimentación y acercar conceptos físicos complejos y abstractos a la vida cotidiana de los adolescentes. El resultado de dicho proyecto se estudió por medio de la comparación de los cuestionarios de evaluación inicial y final y por medio de los cuestionarios de motivación.

El proyecto se ha ido adaptando a las condiciones y características del alumnado, además de a los requerimientos y condiciones del departamento y del centro. Un obstáculo fundamental al que se debió hacer frente fue la cuestión temporal, que forzó a reducir y modificar actividades para completar un temario excesivamente grande. A pesar de ello los resultados en general fueron positivos para el alumnado que mejoró gratamente su interés y esfuerzo. Al mismo tiempo todo el proceso también fue muy enriquecedor y gratificante para la profesora en prácticas y autora del proyecto.

Además, el experimento llevado a cabo permitió a los alumnos adentrarse en el “aprender a aprender” tan importante para formar adultos independientes y capaces. A pesar de haber realizado un único experimento, la autora considera fundamental el trabajo experimental de los alumnos para desarrollar su conocimiento científico y desde luego propondría seguir con la realización de experimentos por grupos de alumnos. También, la primera fase del experimento en el que se dejó razonar a los estudiantes sin guía ni ayuda, les permitió a ellos aprender a trabajar sin supervisión y a la profesora observar su interesante comportamiento en tal situación.

Por último, se ha considerado importante explicitar la importancia que la autora da al proceso de análisis y propuestas de mejora para que esta investigación pueda ser verdaderamente útil. Es decir, para que el proyecto no acabe aquí, sino que pueda ir mejorándose y dándole una estructura más firme y con mejores resultados en las próximas experiencias docentes de la autora.

9. Referencias

- Arévalo, A. (2016).** *Tasa de paro por comunidades autónomas*. Cinco Días. Desde http://cincodias.com/cincodias/2016/07/28/economia/1469708591_200351.html
- Arnett, J. (2008-1).** *Adolescencia y adultez emergente: un enfoque cultural*. México: Prentice-Hall (3ª edición en español). Cap. 2 (bases biológicas), pág. 32-63.
- Arnett, J. (2008-2).** *Adolescencia y adultez emergente: un enfoque cultural*. México: Prentice-Hall (3ª edición en español). Cap. 3 (bases cognoscitivas), pág. 64-99.
- Ausubel, D.P., Novak, J.D. & Hanesian, H. (1983).** *Psicología Educativa: Un punto de vista cognoscitivo*. Capítulo: *Significado y aprendizaje significativo*. 2ª edición, Trillas. México.
- Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes (2017).** Ssreyes.org. *Datos estadísticos e históricos*. Desde <http://www.ssreyes.org/es/portal.do?NM=3&IDM=194>
- Blakemore, S. & Frith, U. (2010).** *Cómo aprende el cerebro. Las claves para la educación*. Ariel, cap. 8 (el cerebro adolescente), pág. 167-182.
- B.O.C.M. (2015).** *Decreto 48/2015, de 14 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 20 de mayo de 2015, núm. 18, pág. 10-309.
- B.O.C.M. (2016).** *Orden 2398/2016, de 22 de julio, de la Consejería de Educación, Juventud y Deporte de la Comunidad de Madrid, por la que se regulan determinados aspectos de organización, funcionamiento y evaluación en la Educación Secundaria Obligatoria*. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 9 de agosto de 2016, núm. 189, pág. 8-36.
- B.O.E. (2015-1).** *Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 3 de enero de 2015, núm. 3, pág. 169-546.
- B.O.E. (2015-2).** *Orden EDC/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato*. Boletín Oficial del Estado, 29 de enero de 2015, núm. 25, pág. 6986-7003.
- Bruning, R.H., Schraw, G.J. & Norby, M.M. (2004).** *Psicología cognitiva y de la instrucción*. Madrid: Pearson. Prentice-Hall, capítulo 15 (Enfoques cognitivos de las ciencias).
- Caamaño, A. (1992).** *Los trabajos prácticos en ciencias experimentales*. Aula de Innovación Educativa, núm. 9.
- Coll, C., Palacios J. & Marchesi A. (1990).** *Un marco de referencia psicológico para la educación escolar: la concepción constructivista del aprendizaje y de la enseñanza*. Psicología de la Educación. Madrid: Alianza, vol. 2, pág. 435-453. Desde <http://es.calameo.com/books/000233168ea01df77a39e>
- David RIP (2014).** *Una bola de bolos y una pluma caen al mismo tiempo al vacío*. Vídeo desde: <https://www.youtube.com/watch?v=qERHCjh6Ak4>. Publicado en 2014.
- Elaosúa, M.R. (1993).** *Estrategias para enseñar y aprender a pensar*. Ediciones Nacea, cap. 1 a 4.
- El paro por municipios (2017).** San Sebastián de los Reyes (Madrid). Datosmacro.com. Desde <http://www.datosmacro.com/paro/espana/municipios/madrid/madrid/san-sebastian-de-los-reyes>
- Exper (2017).** *Experimentos de física para niños*. Desde

<https://www.xn--experimentosparanios-17b.org/category/experimentos-caseros/>

Gil, D. (1983). *Tres paradigmas básicos en la enseñanza de las ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, vol. 1, pág. 26-33.

Gil, D. (1993). *Contribución de la historia y la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza/aprendizaje como investigación*. Enseñanza de las Ciencias, vol. 11, pág. 197-212.

Goizietia, S (2012-1). Canal Norte tv Digital. *San Sebastián de los Reyes previene el absentismo escolar*. Canalnorte.org. Desde <http://www.canalnorte.org/videos/1515/san-sebastian-de-los-reyes-previene-el-absentismo-escolar>

Goizietia, S (2012-2). Canal Norte tv Digital. *Nuevo programa educativo para hacer más llevadero el paso del colegio al instituto*. Canalnorte.org. Desde <http://www.canalnorte.org/videos/1661/nuevo-programa-educativo-para-hacer-mas-llevadero-el-paso-del-colegio-al-instituto>

Fernández, J. (2012). *Experimentos para entender el mundo. La ciencia para todos*. Páginas de Espuma, 2ª edición.

IES Joan Miró (2017). Desde <https://www.educa2.madrid.org/web/centro.ies.joanmiro.sansebastian>

Martín-Recio, A. (2017). *Física y Química con Ana*. Página web-portfolio de google de la asignatura. <https://sites.google.com/view/fyqconana/>

Mesguer Dueñas, J.M. & Mas Estellés, J. (1994). *Experiencias de cátedra en las clases de física de primer curso de escuelas técnicas*. Enseñanza de las Ciencias, vol. 12, pág. 381-391.

Muñoz, V. & De Pedro, F. (2005). *Educación para la resiliencia. Un cambio de mirada en la prevención de situaciones de riesgo social*. Revista Complutense de Educación, vol. 16, núm. 1, pág. 107-124.

Naranjo, M.L. (2009). *Motivación: perspectivas teóricas y algunas consideraciones de su importancia en el ámbito educativo*. Educación, vol. 33, núm. 2, pág. 163.

PEC (2008). Proyecto Educativo del Centro (2008). IES Joan Miró.

PGA (2016). Programación General Anual (2016). IES Joan Miró.

Posner, G.J., Strike, K.A., Hewson, P.W. & Gertzog, W.A. (1982). *Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change*. Science Education, vol. 66, pág. 211-227.

Pozo, J.I. (1987). *La historia se repite: las concepciones espontáneas sobre el movimiento y la gravedad*. Infancia y Aprendizaje, vol. 38, pág. 69-87.

Pozo, J.I. (1997). *Enfoques para la enseñanza de la ciencia. Teorías cognitivas del aprendizaje*, cap. 8. Ed. Morata. Madrid, pág. 265-308.

Pro Bueno, A. & Saura Llamas, O. (1996). *Una propuesta metodológica para la enseñanza y el aprendizaje de la Electricidad y el Magnetismo en Educación Secundaria*. Investigación en la Escuela, núm. 28, pág. 79-94.

rIangd (2012). *Física en la ISS Misión 1 Las leyes de Newton*. Partes 1 y 2. Desde: <https://www.youtube.com/watch?v=NpstwqCNaE> (primera parte), <https://www.youtube.com/watch?v=e4erR6NtJhA> (segunda parte).

Vinaccia, S., Quiceno, J.M. & Moreno, E. (2007). *Resiliencia en adolescentes*. Revista colombiana de psicología, núm. 16, pág. 139-146.

10. Anexos

10.1. Estudios y bilingüismo en el I.E.S. Joan Miró

Como ya se ha mencionado, el centro imparte no sólo varios itinerarios en la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato, sino que también tiene Aulas de Compensación Educativa, Formación Profesional Básica y Ciclos Formativos de Grado Medio y Superior. En el presente curso, el centro cuenta con 54.5 grupos en total que se distribuyen de la siguiente manera:

Educación Secundaria Obligatoria

Curso	Número de grupos
1º ESO + 1º ESO (sección y programa bilingüe)	3 + 2
2º ESO + 2º ESO (sección y programa bilingüe)	3 + 3
3º ESO + 3º ESO (sección y programa bilingüe)	2 + 3
4º ESO + 4º ESO (sección y programa bilingüe)	3 + 2
PMAR 2º ESO	1
PMAR 3º ESO	1
ACE Peluquería	1

Bachillerato

Curso	Modalidad	Número de grupos
1º Bachillerato	Científico - Tecnológico	2
1º Bachillerato	Humanidades y Ciencias Sociales	2.5
2º Bachillerato	Científico - Tecnológico	1.5
2º Bachillerato	Humanidades y Ciencias Sociales	1.5

Formación profesional básica

Modalidad	Curso	Número de grupos
Electricidad - electrónica	1º y 2º	1 y 0.5
Fabricación y montaje	1º y 2º	1 y 0.5

Ciclos Formativos de Grado Medio

Ciclo	Curso	Número de grupos
Gestión administrativa	1º y 2º	2 y 2
Instalaciones eléctricas y automáticas	1º y 2º	1 y 1
Instalaciones de Telecomunicaciones	1º	1
Equipos electrónicos de consumo	2º	1
Mantenimiento electromecánico DUAL	1º	1
Mantenimiento electromecánico AFCT	2º	1
Mecanizado DUAL	1º	1
Mecanizado AFCT	2º	1

Ciclos Formativos de Grado Superior

Ciclo	Curso	Número de grupos
Mantenimiento electrónico	1º y 2º	1 y 1
Mecatrónica industrial	1º y 2º	1 y 1
Administración y finanzas	1º y 2º	2 y 2

El centro ostenta la condición de instituto bilingüe. Esto permite a los alumnos elegir una serie de recursos para mejorar sus competencias en lengua inglesa. En concreto, durante los 4 cursos de la ESO, los estudiantes podrán optar por la opción normal o en castellano, la opción de sección bilingüe o la opción de programa bilingüe.

Programa bilingüe. Se imparte una o dos horas semanales de inglés avanzado. Además, reciben algunas asignaturas en inglés como: Biología, Ciencias de la Naturaleza, Ciencias Sociales, Geografía e Historia, Educación Física, Educación Plástica y Visual, Música y Tecnologías.

Sección bilingüe. Se imparte una o dos horas semanales de inglés más que en el curso normal. Además, pueden cursar 1 ó 2 asignaturas en inglés de entre las siguientes: Educación Física, Educación Plástica y Visual y Música.

En Bachillerato, ninguna de las materias se imparte en inglés por lo que la única diferencia es que tanto los de sección como los de programa bilingüe reciben una hora semanal de inglés avanzado.

En principio, los alumnos pueden elegir entre un programa u otro pero, se exige un nivel mínimo de inglés para poder optar al programa y a la sección bilingües por lo que la diferencia

de niveles de inglés entre unos alumnos y otros se va haciendo cada vez mayor con el paso de los cursos.

10.2. Instalaciones y equipamientos del I.E.S. Joan Miró

El centro está formado por 7 edificios principales. Además, hay unos vestuarios deportivos, tres canchas de fútbol y baloncesto, una zona con mesas de ping-pong, varias zonas techadas en las que los alumnos pueden estar en el recreo si llueve o hace mucho calor, y muchas zonas diferentes al aire libre. Fue construido en cinco fases: en 1976 se construyeron los edificios 1 y 4, en 1978 el 2 y 3, en 1990 el 5, en 2000 el 6 y los vestuarios deportivos y en 2004 el edificio 7 (ver esquema del centro en la figura 10.1.).



Figura 10.1. Esquema de la distribución de los edificios del centro. Extraído de uno de los paneles de los pasillos del centro.

Todo este espacio es más que necesario debido a todos los talleres y aulas específicas para la gran variedad de cursos que se imparten. Así, en el edificio 1 se encuentran las aulas de música y plástica principalmente. El edificio 2 alberga gran parte de los departamentos, los despachos del equipo directivo, la secretaría, la sala de profesores, un gimnasio, la biblioteca, la cafetería, el salón de actos, varias salas de reuniones y tutorías y algunas aulas además de los laboratorios de Física y Química y Biología y Geología. En el edificio 3 se encuentran las aulas-taller del departamento de administrativo y de electricidad y electrónica. En el 4º edificio se imparte sobre todo el Ciclo Formativo de mecánica y mantenimiento y el aula de compensación educativa (ACE) de peluquería. En el 5º se encuentran las aulas de informática y en el 6º están las aulas-taller de dibujo, de edificación y obra civil y de mantenimiento y servicios a la producción. Por último, el edificio 7 tiene el aula-taller de tecnología y varios almacenes principalmente. La mayoría de estas aulas-taller están contruidos de manera que en ellos se pueda llevar a cabo (y así se hace en muchos casos) el aprendizaje por proyectos.

Una cosa interesante es que, gracias a la gran variedad de Ciclos Formativos que tienen, poseen materiales y máquinas necesarias para dicha formación que son caras, tanto de adquirir como de mantener. Sin embargo, el mantenimiento en gran parte de los casos corre de su cuenta ya que, al tener expertos y estudiantes de mecánica, electricidad, electrónica, robótica y mantenimiento, en muchas ocasiones esos arreglos forman parte de la propia formación.

El centro tiene dos entradas: la primera, por donde entran y salen los alumnos de ESO, ACE y FPB, que sólo está abierta a las 8:30 (para ESO y FPB), 9:00 (para ACE), 14:20 y 15:25 (para las salidas del centro). Y la entrada 2 por la que pueden entrar y salir los de Bachillerato, profesores y Ciclos Formativos pidiendo al conserje que abra la puerta.

10.3. Planes, proyectos y programas del I.E.S. Joan Miró

Además del Plan de Acción Tutorial y el de Orientación Académica y Profesional que son los obligatorios para todo centro educativo público, el IES Joan Miró, al ser centro de referencia de la zona Norte de Madrid, cuenta con una serie de proyectos y programas interesantes. Cabe destacar:

Plan “mediación de conflictos” y plan de prevención y mediación del Acoso Escolar: en el centro existe un Equipo de alumnos ayudantes y mediadores y un grupo de profesores voluntarios encargados de coordinar a los jóvenes en su valiosísima y difícil tarea de ayudar, mediar e informar al equipo Directivo. Los más jóvenes del equipo serán principalmente ayudantes, encargados de facilitar información de posibles conflictos a los profesores voluntarios. Mientras que los alumnos mediadores, un poco mayores y más formados, procurarán también mediar en situaciones de conflicto leves. Con este plan se ha conseguido, en varias ocasiones, resolver problemas de manera sencilla, evitando que desemboquen en conflictos mayores o acoso escolar.

Plan de convivencia, como si de un apéndice del reglamento de régimen interno se tratase, detalla diferentes aspectos como la regulación de espacios (normas de uso de la biblioteca, el patio, la cafetería, la programación de actividades y de uso de espacios desarrollada por las Asociaciones de Alumnos y de Padres, etc.) y la regulación de la actividad académica (puntualidad y faltas de asistencia)

Plan de bienvenida y acogida al nuevo profesor y al nuevo estudiante de incorporación tardía. Además de la acogida de alumnos de 1º de la ESO en su primer día de clase, también se intenta facilitar el ingreso de nuevos profesores y estudiantes de incorporación tardía. Su acogida se realiza de la misma manera: el equipo directivo se presenta y cuenta los detalles fundamentales de funcionamiento del centro. Posteriormente, el equipo de mediación (conformado tanto por

alumnos ayudantes y mediadores, como por profesores voluntarios) se encarga de resolver todas las dudas que puedan tener, de enseñar el centro y acompañar en los primeros días.

Plan de Absentismo (Mesa de Prevención y Control del Absentismo) (Goizieta, 2012-1): desarrollado por el Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, a través de la Concejalía de Educación. Se trata de informar a toda la comunidad educativa de métodos para prevenir el absentismo de los alumnos. A pesar de que en principio está desarrollada para la Educación Primaria, se recomienda la lectura de la “Guía para padres” también para padres y alumnos de Secundaria. El IES Joan Miró, al tener un Aula de Compensación Educativa, está muy concienciado con la problemática del absentismo por lo que este tema se lo toma muy en serio.

Programa “De 6º de Primaria a 1º de la ESO” (Goizieta, 2012-2): desarrollado por el Ayuntamiento de San Sebastián de los Reyes, a través de las Concejalías de Educación, Salud y la Policía Local. Se trata de una iniciativa para informar y concienciar a los alumnos y sus padres de ciertos aspectos del paso del colegio al instituto. Para ello, algunos miembros de la Policía Local acuden a los colegios a dar charlas. Si bien éste no es un programa propio del centro, al formar parte del contexto del centro y de los alumnos que llegan a él, he considerado importante mencionarlo.

Plan “Apoyo y Refuerzo Académico” o ARA, financiado por la Consejería de la Comunidad de Madrid y el Ministerio de Educación. Está dirigido a alumnos de la ESO con retrasos curriculares importantes en las materias instrumentales, dificultades y problemas de aprendizaje, bajas expectativas, poca integración, etc. Consiste en una serie de actividades, coordinadas y desarrolladas por el propio centro durante algunas tardes cada semana con el fin de mejorar la situación de estos jóvenes.

Proyecto Erasmus: el centro dispone de la Carta Erasmus+ para la gestión de movidades para los estudiantes de los Ciclos Formativos de Grado Superior para que puedan realizar las prácticas en empresa en diversos países de la Unión Europea.

Programa de Enriquecimiento Educativo para alumnos de altas capacidades (PEAC Madrid Norte, 2016). En este programa, los alumnos de Altas Capacidades interesados pueden solicitar su participación en las actividades que, normalmente, se llevan a cabo los sábados. Son completamente voluntarias y extracurriculares pero, en muchos casos, permiten un desarrollo más completo e integral de los alumnos participantes.

10.4. Información y participación de las familias

La información a las familias es continua y a través de cuatro vías fundamentales mientras que su participación en el centro es, a mi parecer, escasa o nula.

Las reuniones de los tutores con los padres deben darse al menos una vez al trimestre de manera individual y una en octubre de manera grupal para informar de los aspectos básicos al comienzo del curso. Además, los profesores pueden escribir anotaciones en las agendas de los estudiantes que deberán ser firmadas por los padres cuando son leídas. Por lo general, he podido observar que estas notas son sólo negativas si bien, en algún caso los alumnos me han contado que también llevan anotaciones positivas. Si el tema a tratar es más serio y/o urgente, los profesores y los padres pueden comunicarse vía mail o por teléfono. Por último, en el mes de mayo también se realiza una jornada de orientación para toda la comunidad educativa que incluye, por supuesto, a los padres.

10.5. Cuestionario de la evaluación inicial

Al llegar al centro, se entregó un cuestionario de evaluación inicial a todos los grupos de 3º de ESO, y otro de evaluación final. El objetivo de estos cuestionarios es el de observar, de una forma más cuantitativa, el aprendizaje de los estudiantes. El hecho de haber realizado los cuestionarios tanto a los tres grupos asignado para las prácticas, como a los otros dos grupos de 3º, es el de comparar las diferencias en el aprendizaje de los estudiantes en los grupos de prácticas con el resto de alumnos de 3º.

Previo a su utilización, ambos fueron corregidos y validados tanto por el tutor de la Universidad, Pedro García-Mochales, como por el tutor del centro, Isabel Camarzana. En ellos, los alumnos debían escribir sus nombres pero para asegurar que todos comprendían que no se trataba de un examen, se les dio la posibilidad de no escribirlos si no querían. Sólo dos alumnos, de los aproximadamente 80, dejaron en blanco la casilla de “nombre y apellidos”.

Evaluación 0 del bloque “El movimiento y las fuerzas”

Nombre y apellidos:
Curso y grupo:
Fecha:

EXPLORA TUS IDEAS.

Marca con una x la/las respuestas correctas. Puede haber más de una respuesta correcta por cada pregunta. Tómame tu tiempo. Esto no es un examen sino un test para que el profesor/a pueda saber qué conoce la clase y qué cosas debe explicar mejor.

1. Ana viaja sentada en un avión mientras que María está paseando por el pasillo del mismo avión:
 - a) Ana se ve a sí misma en movimiento
 - b) María ve a Ana en reposo
 - c) Ana ve a María en movimiento
2. Un automóvil pasa por el km 120 de la carretera Madrid-Burgos. A partir de aquí podemos saber:
 - a) Que ha recorrido 120 km
 - b) Que va a 120 km/h

- c) Que en ese momento esa es su posición
3. El autobús Madrid-Algete sale del kilómetro 0 de Madrid y pasa por el kilómetro 40 de la carretera a la media hora de salir de la estación. Elige la respuesta correcta:
- a) Ha llevado una velocidad media de 80 km/h.
 - b) Ha llevado una velocidad en cada momento de 80 km/h.
 - c) No se puede saber por no tener datos suficientes.
4. Un ciclista, al iniciar una contrarreloj, alcanza los 40 km/h en 0,5 min. El tren AVE alcanza 250 km/h en 15 minutos. ¿Cuál de los dos movimientos tiene mayor aceleración?
- a) El ciclista
 - b) El AVE
 - c) No puede saberse con los datos que nos proporciona la cuestión.
5. Soltamos una bola, que cae hacia el suelo. Se trata de un movimiento:
- a) Uniforme
 - b) Acelerado
 - c) Natural
 - d) De caída libre
6. Dejamos caer dos bolas, la primera de doble masa que la segunda pero con las mismas dimensiones, desde la misma altura. ¿Cuál llega antes al suelo? Razona tu respuesta
7. Si un coche se mueve con velocidad constante en una carretera recta, ¿podrías dibujarme una gráfica de la velocidad en función del tiempo? y ¿de posición en función del tiempo?
8. Si un objeto no siente ninguna fuerza:
- a) se irá moviendo más lentamente
 - b) seguirá moviéndose como hacía hasta entonces
 - c) se moverá más deprisa
 - d) no puede saberse con los datos que nos proporciona la cuestión
9. Si a un objeto se le aplica una fuerza:
- a) se irá moviendo más lentamente
 - b) seguirá moviéndose como hacía hasta entonces
 - c) se moverá más deprisa
 - d) no puede saberse con los datos que nos proporciona la cuestión
10. Un dinamómetro es:
- a) un aparato para medir distancias
 - b) un aparato para medir fuerzas
 - c) un aparato para medir corriente eléctrica
 - d) un aparato para medir velocidades
11. Señala la/las afirmación/es verdaderas
- a) el peso de un objeto es lo mismo que la masa del objeto

- b) el peso de uno objeto varía de un planeta a otro
- c) la masa de un objeto influye en cómo de rápido cae al suelo
- d) el peso de un objeto cambia con la velocidad

12. La fuerza gravitatoria es:
 a) atractiva
 b) repulsiva
 c) puede ser atractiva o repulsiva

13. La fuerza eléctrica es:
 a) atractiva
 b) repulsiva
 c) puede ser atractiva o repulsiva

14. La fuerza magnética es:
 a) atractiva
 b) repulsiva
 c) puede ser atractiva o repulsiva

En la figura 10.2. se muestran los resultados obtenidos, en cada grupo y de cada pregunta, en porcentaje de aciertos. Hay que tener en cuenta que de estos datos sólo deberíamos sacar conclusiones cualitativas ya que la muestra es demasiado pobre como para considerar válida la estadística realizada. Por otro lado, es importante mencionar, que el cuestionario fue realizado por 30 personas en el grupo de 3ºA, 23 personas en 3ºC, 24 en 3ºD y 24 en 3ºE. Sin embargo, en el grupo 3ºD varios de los alumnos (7) olvidaron hacer la cara b del cuestionario (de la pregunta 8 en adelante) por lo que para el cálculo de porcentajes se tuvo esto en cuenta. Lo mismo ocurrió con dos estudiantes del grupo 3ºE.

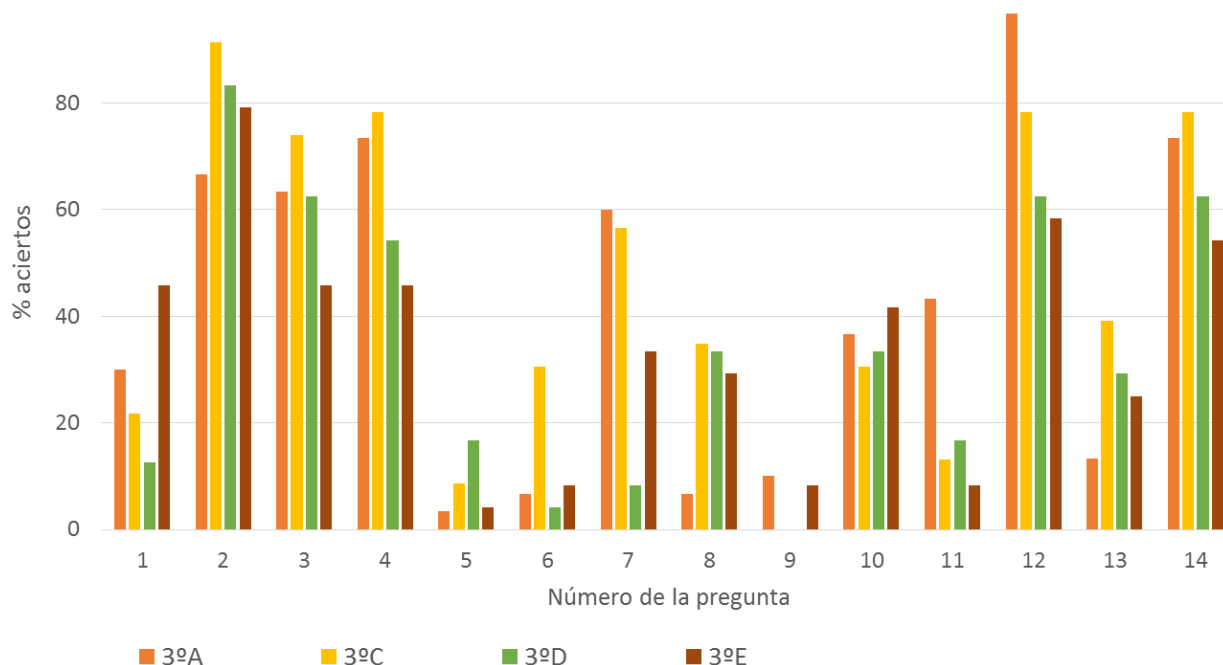


Figura 10.2. Gráfica del porcentaje general de respuestas correctas obtenidas para cada pregunta del cuestionario de evaluación inicial.

Además, los resultados porcentuales mostrados en la gráfica previa no deben estudiarse por sí solos ya que, al ser un cuestionario en el que había preguntas que no eran de tipo test y, además,

cada pregunta podía tener varias respuestas válidas, no es tan sencillo y directo su análisis, si bien es más rico.

Por ello, a continuación se muestran los análisis individuales de algunas preguntas clave:

Pregunta 1: sobre el concepto de sistema de referencia.

1. Ana viaja sentada en un avión mientras que María está paseando por el pasillo del mismo avión:

- a) Ana se ve a sí misma en movimiento
- b) María ve a Ana en reposo
- c) Ana ve a María en movimiento (respuesta correcta)**

Lo interesante de esta pregunta no era tanto si marcaban o no la respuesta correcta, sino si no marcaban las demás. Por ello y a pesar de que la muestra es pequeña, merece la pena hacer el siguiente estudio de la figura 10.3. Como se observa, a pesar de que la mayoría vio lógico que la respuesta c era correcta, muchos no tienen un concepto claro de sistema de referencia ya que muchos también marcaron la respuesta b.

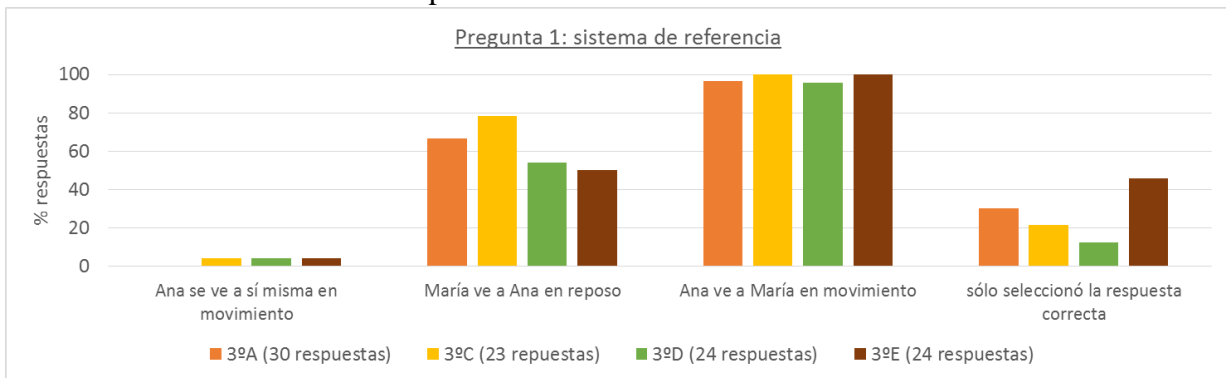


Figura 10.3. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 1 del cuestionario de evaluación inicial.

Pregunta 5: sobre el movimiento vertical.

5. Soltamos una bola, que cae hacia el suelo. Se trata de un movimiento:

- e) Uniforme
- f) Acelerado (respuesta correcta)**
- g) Natural
- h) De caída libre (respuesta correcta)**

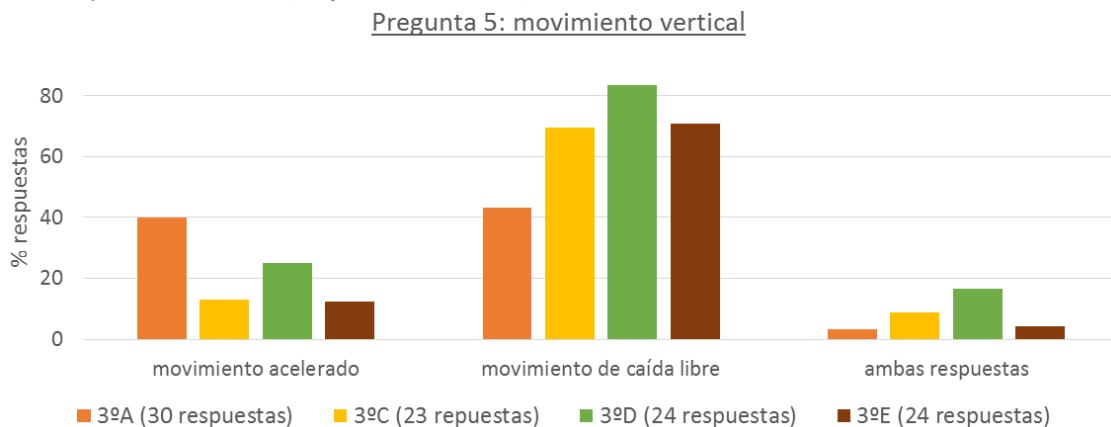


Figura 10.4. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 5 del cuestionario de evaluación inicial.

Aquí el problema es que, al haber dos respuestas correctas, sólo se consideró correcto en la estadística inicial todo aquel que hubiera marcado las dos casillas (y ninguna más). Si observamos el gráfico de la figura 10.4., podemos sacar más información útil: los estudiantes en general relacionan el movimiento vertical con el término de caída libre pero sin embargo no comprenden su significado ya que pocos lo relacionan con el movimiento acelerado.

Pregunta 6: de respuesta abierta sobre la influencia de la masa en la caída libre

6. Dejamos caer dos bolas, la primera de doble masa que la segunda pero con las mismas dimensiones, desde la misma altura. ¿Cuál llega antes al suelo? Razona tu respuesta.

Una respuesta correcta sería decir que ambos deberían llegar a la vez al suelo ya que al tener las mismas dimensiones su rozamiento con el aire será igual. La masa y la rapidez con la que caen los cuerpos son independientes.

Es bien sabido que uno de los conceptos preconcebidos erróneos de los estudiantes es el de relacionar masa y/o peso con la rapidez con la que cae un cuerpo en caída libre. Al ser una pregunta de respuesta abierta, mostrar los resultados no es suficiente:

3ºA: 2 respuestas medio correctas de 30

3ºC: 7 respuestas medio correctas de 23

3ºD: 1 respuestas medio correctas de 24

3ºE: 2 respuestas medio correctas de 24.

Por lo general, la respuesta fue relacionar directamente masa y rapidez de la caída por lo que la mayoría respondió que llegaría antes el que tenía más masa. Sólo unos pocos (12 de 101) respondieron que ambos llegarían a la vez y de ellos, sólo tres de ellos aportaron explicaciones que pudieran considerarse correctas:

- Las dos caen a la vez, porque la gravedad afecta igual a los dos.
- La forma hace que la fricción al caer sea la misma, así que caerán a la vez.
- Ambas llegarán al mismo tiempo porque la masa no afecta a la velocidad de caída de la bola.

Pregunta 7: sobre el diseño de las gráficas del movimiento

7. Si un coche se mueve con velocidad constante en una carretera recta, ¿podrías dibujarme una gráfica de la velocidad en función del tiempo? y ¿de posición en función del tiempo?

Una respuesta correcta a la pregunta 7 se muestra en la figura 10.5. Sin embargo, asumiendo que los estudiantes seguramente no habrían estudiado previamente el MRU, se trataba de que intentasen mostrar su destreza a la hora de dibujar gráficas, si tenían costumbre o no de poner unidades, si se les ocurriría cómo sería la gráfica de una variable dependiente constante, etc.

El resultado mostró que, en muchos casos (sobretudo 3ºA), los chicos ya habían estudiado (en cursos previos) el diseño de gráficas para el movimiento de los cuerpos. Aquellos que no lo

recordaban o no lo habían estudiado, desde luego tuvieron más problemas. Sin embargo, algunos casos fueron interesantes:

- A pesar de poner la variable independiente (tiempo) en el eje y, unos cuantos razonaron acertadamente cómo sería la gráfica de velocidad, y dibujaron una línea recta y vertical.
- Muchos dibujaron los ejes bien pero sin unidades, otros dibujaron los ejes y pusieron las unidades pero, por usar la memoria, dibujaron la gráfica de la velocidad, en la de la posición, y viceversa.

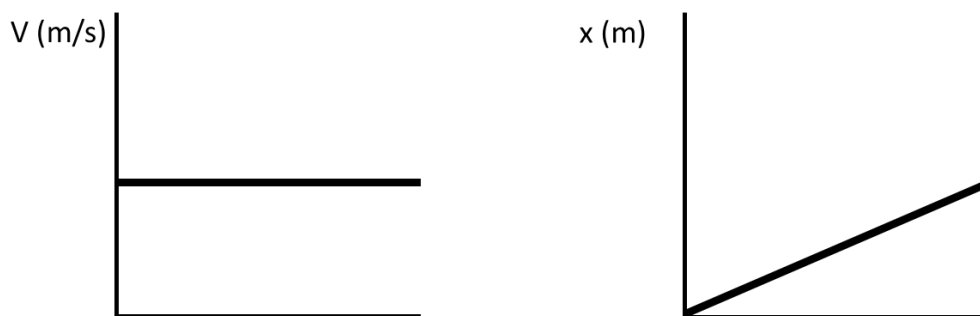


Figura 10.5. Gráficas de velocidad y posición frente a tiempo. Respuesta correcta a la pregunta 7 del cuestionario de evaluación inicial.

Preguntas 8 y 9: sobre las dos primeras leyes de Newton

8. Si un objeto no siente ninguna fuerza:

- a) se irá moviendo más lentamente
- b) seguirá moviéndose como hacía hasta entonces (respuesta correcta)**
- c) se moverá más deprisa
- d) no puede saberse con los datos que nos proporciona la cuestión

9. Si a un objeto se le aplica una fuerza:

- a) se irá moviendo más lentamente (respuesta correcta)**
- b) seguirá moviéndose como hacía hasta entonces
- c) se moverá más deprisa (respuesta correcta)**
- d) no puede saberse con los datos que nos proporciona la cuestión

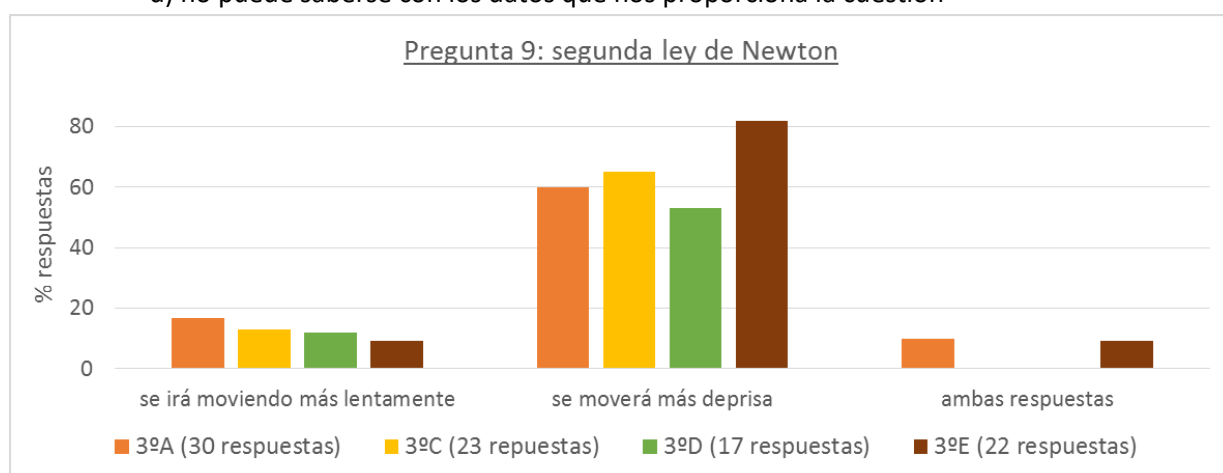


Figura 10.6. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 9 del cuestionario de evaluación inicial.

Con los resultados obtenidos, en general, para las preguntas sobre las fuerzas, podemos concluir, desde luego, que no tienen un concepto de fuerza claro ni afianzado. Si observamos las respuestas a las preguntas 8 y 9 sobre las dos primeras leyes de Newton, podemos ver que, por un lado, no comprenden que un cuerpo pueda moverse sin que se le aplique ninguna fuerza. De hecho, varios alumnos, me escribieron una respuesta: **e) estará parado**. Lo cual permitió determinar que su intuición iba en el buen camino si bien, no concebían el movimiento rectilíneo uniforme como una consecuencia de no aplicar fuerza alguna sobre un cuerpo. En cuanto a la segunda ley de Newton (pregunta 9), al haber dos respuestas válidas, conviene estudiar el resultado a partir de la gráfica de la figura 10.6. Como puede observarse, la mayoría de los alumnos relacionaron la aceleración con el concepto de fuerza, pero no la deceleración.

Pregunta 11: sobre los conceptos de peso y masa y sus relaciones con otros conceptos.

11. Señala la/las afirmación/es verdaderas

- a) el peso de un objeto es lo mismo que la masa del objeto
- b) el peso de un objeto varía de un planeta a otro (respuesta correcta)**
- c) la masa de un objeto influye en cómo de rápido cae al suelo
- d) el peso de un objeto cambia con la velocidad

Esta pregunta es, sin duda, la más compleja para los estudiantes ya que, por un lado mezcla peso y masa, conceptos que generalmente confunden y mezclan. Y por otro, como ya se demostró en la pregunta 6, hace pensar en la falsa relación entre masa y rapidez en la caída libre. Por ello, para comprender mejor los resultados finales se ha representado las respuestas en la figura 10.7.

Se puede observar que pesar de que la mayoría han oído hablar de la variación del peso de un planeta a otro (es un ejemplo que se suele introducir para explicar el concepto de la fuerza peso), muchos no diferencian entre masa y peso y otros, como ya vimos en la pregunta 6, relacionan masa con la rapidez (velocidad y/o aceleración) del movimiento de caída libre.

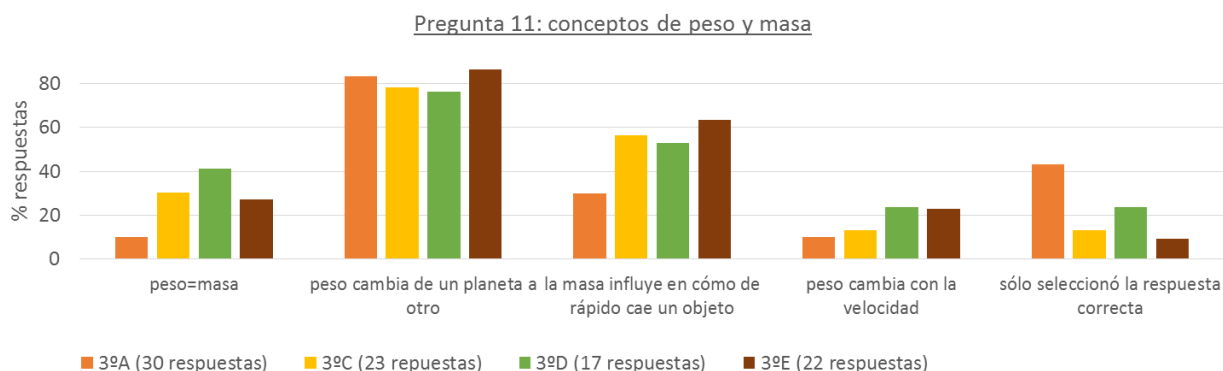


Figura 10.7. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 11 del cuestionario de evaluación inicial.

10.6. Cuestionario de la evaluación final

Al llegar al centro, se entregó un cuestionario de evaluación inicial a todos los grupos de 3º de ESO, y otro de evaluación final. El objetivo de estos cuestionarios es el de observar, de una

forma más cuantitativa, el aprendizaje de los estudiantes. El hecho de haber realizado los cuestionarios tanto a los tres grupos asignado para las prácticas, como a los otros dos grupos de 3º, es el de comparar las diferencias en el aprendizaje de los estudiantes en los grupos de prácticas con el resto de alumnos de 3º.

Previo a su utilización, ambos fueron corregidos y validados tanto por el tutor de la Universidad, Pedro García-Mochales, como por el tutor del centro, Isabel Camarzana.

Evaluación final de las prácticas. Bloque “El movimiento y las fuerzas”

Nombre y apellidos:

Curso y grupo: **Fecha:**

EXPLORA TUS IDEAS

- **Marca con una x la/las respuestas correctas. Puede haber más de una respuesta correcta por cada pregunta. Tómate tu tiempo.**

- **Esto no es un examen sino un test para que el profesor/a pueda aprender y mejorar**

- La diferencia entre desplazamiento y distancia recorrida de un cuerpo es:
 - El desplazamiento es la diferencia entre su posición inicial y final, mientras que la distancia recorrida es lo que mide el camino hecho por el móvil, medido sobre su trayectoria.
 - La distancia recorrida es la diferencia entre su posición inicial y final, mientras que el desplazamiento es el camino recorrido por el móvil.
 - Ambas cosas son lo mismo e igualmente correctas
 - Las dos primeras opciones son incorrectas
- Dos pilotos llevan un avión desde Madrid hasta París:
 - Un piloto está en reposo con respecto al otro
 - Un piloto está en movimiento con respecto al otro
 - Ambos pilotos están en movimiento respecto a una persona que esté observando el avión desde la superficie.
 - Ambos pilotos están en reposo respecto a una persona que esté observando el avión desde la superficie.
- Un helicóptero va desde la central de bomberos de San Sebastián de los Reyes, hasta la Pedriza para apagar un incendio y a los 15 minutos de haber salido de la central ya han recorrido 30 km:
 - Ha llevado una velocidad media de 120 km/h
 - Ha llevado una velocidad media de 30 km/h
 - No se puede saber qué velocidad media han hecho por no tener datos suficientes
- Si la velocidad media y la velocidad instantánea de un coche no son iguales, es porque el coche tiene un movimiento:
 - Acelerado
 - Uniforme
 - Circular
 - Rectilíneo
- Si tu libro de física y una pluma caen desde la misma altura en la Tierra:
 - Llegan a la vez al suelo
 - Llega primero al suelo el libro de física porque pesa más
 - Llega primero al suelo el libro de física porque la pluma sufre más rozamiento con el aire
- Se deja caer una pelota desde un sexto piso. Su movimiento será:

- a) De caída libre
 - b) MRU
 - c) MRUA
 - d) Natural
7. Si una bicicleta se mueve por la carretera con un movimiento rectilíneo uniforme ¿podrías dibujarme una gráfica de su posición frente al tiempo? y ¿de velocidad frente al tiempo?
8. Según la primera ley de Newton, si la suma de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula:
- a) se irá frenando
 - b) seguirá moviéndose con la misma velocidad que tenía.
 - c) irá acelerándose cada vez más.
 - d) Seguirá parado o en reposo.
9. Según la segunda ley de Newton, si sobre un cuerpo actúa una fuerza:
- a) se irá frenando
 - b) seguirá moviéndose con la misma velocidad que tenía
 - c) irá acelerándose
 - d) Seguirá parado o en reposo
10. Si una madre empuja el carrito de su bebé mientras da un paseo,
- a) No hay ninguna fuerza aplicada
 - b) La madre ejerce una fuerza sobre el carrito
 - c) El carrito ejerce una fuerza sobre la madre
 - d) No se puede saber cuál es la acción y cuál es la reacción
11. La aceleración que sufren los cuerpos en caída libre en cada planeta:
- a) Es igual en todos los planetas
 - b) Dependerá tanto de la masa del planeta como de su radio
 - c) Dependerá tanto de la masa del planeta como de la masa del cuerpo que soltemos.
12. La fuerza de rozamiento:
- a) Va siempre en el sentido contrario al movimiento
 - b) Va siempre en el mismo sentido del movimiento
 - c) Ninguna de las dos anteriores
13. El método de electrización por inducción implica:
- a) que un cuerpo cargado entre en contacto con otro que no está cargado para que compartan la carga
 - b) que dos cuerpos neutros se froten para que uno quede cargado positivamente y otro negativamente
 - c) que un cuerpo cargado se acerque a otro neutro y conductor de manera que se produzca una redistribución de cargas en el cuerpo neutro.
14. La ley de Coulomb nos dice que:
- a) Fuerza eléctrica y magnética están relacionadas
 - b) La fuerza entre dos cargas depende de la magnitud de éstas
 - c) La fuerza entre dos cargas depende del signo de éstas.

- d) La fuerza entre dos cargas depende del material del que estén hechas las cargas
 - e) La fuerza entre dos cargas depende del material del medio donde éstas se encuentren
 - f) La fuerza entre dos cargas depende de la distancia a la que se encuentren
15. Un imán:
- a) Atraerá a otro imán si se enfrentan por sus polos opuestos
 - b) Repelerá a otro imán si se enfrentan por sus polos opuestos
 - c) Atraerá a cualquier objeto metálico
16. Las fuerzas eléctrica y magnética están relacionadas ya que:
- a) Una carga eléctrica estática (en reposo) genera una fuerza magnética
 - b) Una corriente eléctrica genera una fuerza magnética
 - c) Un imán estático (en reposo) genera una corriente eléctrica
 - d) Un imán en movimiento genera una corriente eléctrica

Tal y como se hizo para el cuestionario inicial, en la figura 10.8. se muestran los resultados obtenidos, en cada grupo y de cada pregunta, en porcentaje de aciertos. Y de la misma manera, que en el cuestionario inicial, de estos datos sólo deberíamos sacar conclusiones cualitativas ya que la muestra es demasiado pobre como para considerar válida la estadística realizada. Por otro lado, es importante mencionar que el cuestionario fue realizado por 27 personas en el grupo de 3ºA (que no respondieron las preguntas 13-16 por no haber llegado a estudiarlo en el aula), 24 personas en 3ºB, 23 personas en 3ºC, 24 en 3ºD (que no respondieron a la última pregunta de electromagnetismo ya que no dio tiempo a verse en clase) y 23 en 3ºE.

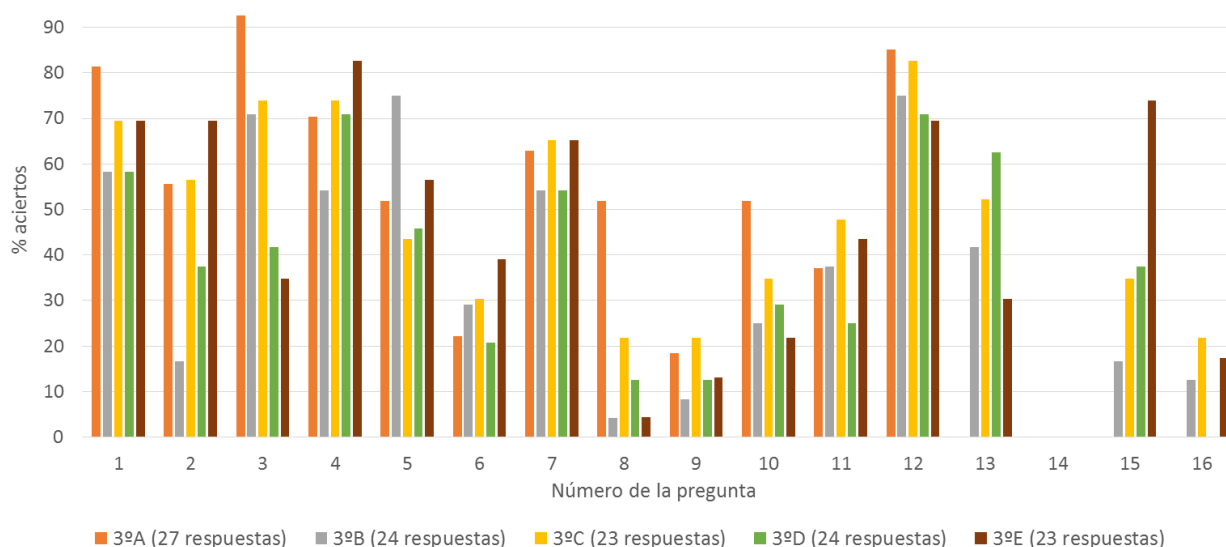


Figura 10.8. Gráfica del porcentaje general de respuestas correctas obtenidas para cada pregunta del cuestionario de evaluación final.

Además, los resultados porcentuales mostrados en la gráfica previa no deben estudiarse por sí solos ya que, al ser un cuestionario en el que había preguntas que no eran de tipo test y, además, cada pregunta podía tener varias respuestas válidas, no es tan sencillo y directo su análisis, si bien es más rico.

Por ello, a continuación se muestran los análisis individuales de algunas preguntas clave, además de una comparación con los resultados obtenidos en la evaluación cero:

Pregunta 2: sobre el sistema de referencia

2. Dos pilotos llevan un avión desde Madrid hasta París:

- Un piloto está en reposo con respecto al otro (respuesta correcta)**
- Un piloto está en movimiento con respecto al otro
- Ambos pilotos están en movimiento respecto a una persona que esté observando el avión desde la superficie. (respuesta correcta)**
- Ambos pilotos están en reposo respecto a una persona que esté observando el avión desde la superficie.

Lo interesante de esta gráfica es, además de observar que aproximadamente la mitad de los alumnos de los grupos de 3°C, D y E seleccionaron las dos respuestas correctas, en general casi ningún alumno seleccionó las respuestas no erróneas.

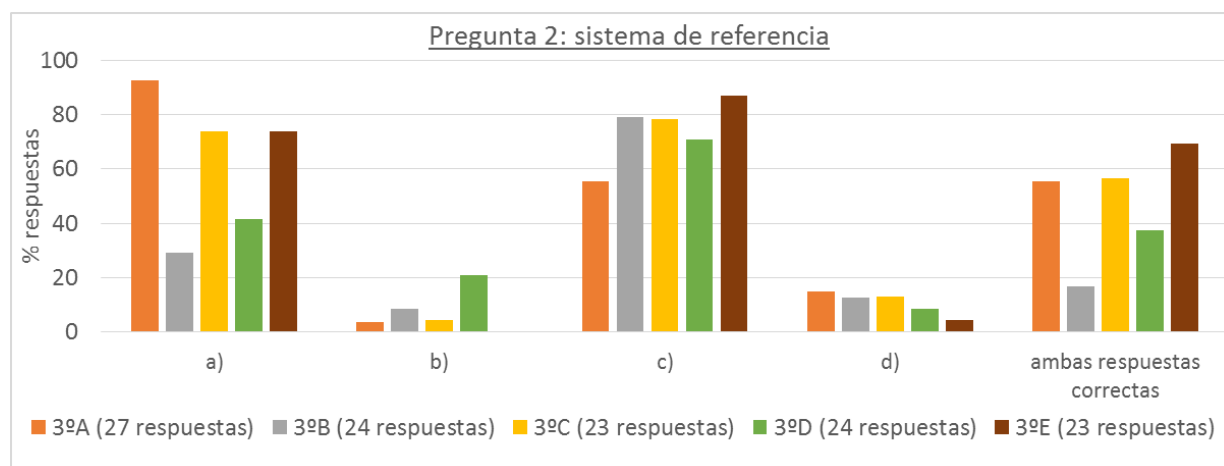


Figura 10.9. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 2 del cuestionario de evaluación final.

En comparación con la pregunta 1 de la evaluación 0, se observa una mejora significativa en la comprensión del concepto de sistema de referencia, si bien sigue habiendo un porcentaje significativo de alumnos que no ha modificado su preconcepción.

Pregunta 5: sobre qué influye en la caída libre

5. Si tu libro de física y una pluma caen desde la misma altura en la Tierra:

- Llegan a la vez al suelo
- Llega primero al suelo el libro de física porque pesa más
- Llega primero al suelo el libro de física porque la pluma sufre más rozamiento con el aire (respuesta correcta)**

Los resultados finales observados en la gráfica de la figura 10.10. muestran que todavía cerca del 50% de los alumnos de 3°C, D y E siguen pensando que el peso de un objeto influye en cómo de rápido caerá éste en caída libre.

Sin embargo, si observamos los resultados de la pregunta 6 de la evaluación 0 en la que ni el 10% de los alumnos conocía la independencia de la masa con la rapidez de un cuerpo en caída libre, podría considerarse este nuevo resultado como una mejora.

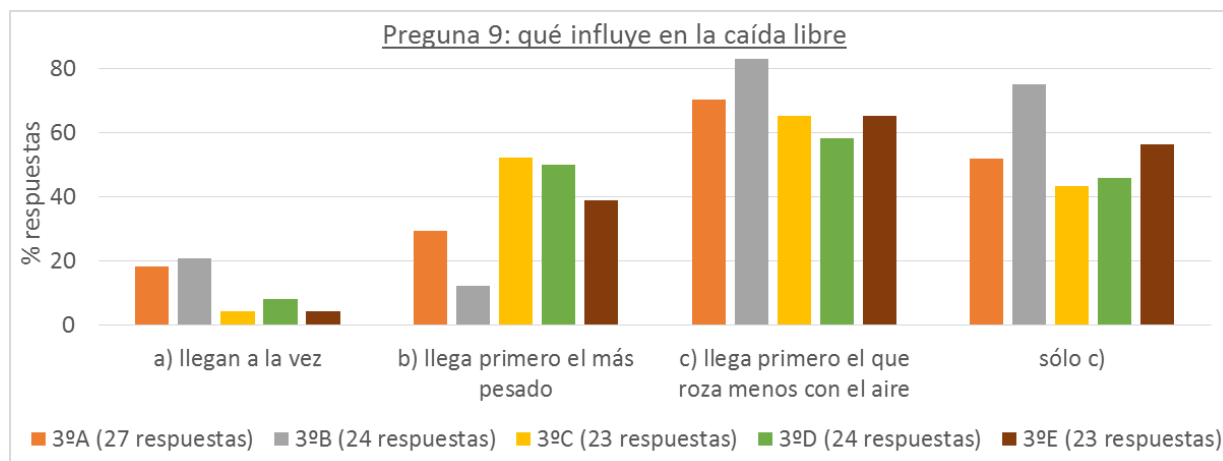


Figura 10.10. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 9 del cuestionario de evaluación final.

Pregunta 6: sobre el movimiento vertical

6. Se deja caer una pelota desde un sexto piso. Su movimiento será:

- a) **De caída libre (respuesta correcta)**
- b) MRU
- c) **MRUA (respuesta correcta)**
- d) Natural

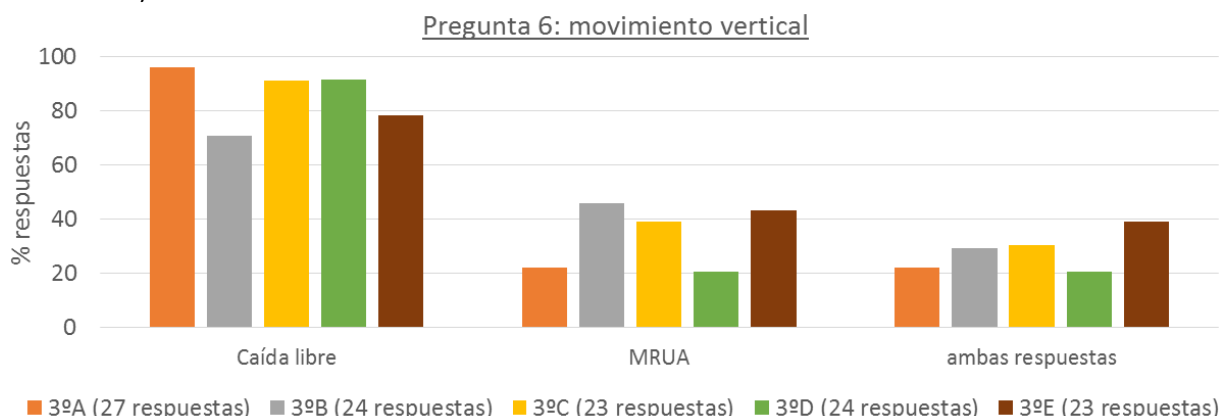


Figura 10.11. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 6 del cuestionario de evaluación final.

Los resultados de la figura 10.11. muestran que los alumnos en general relacionan la caída de un objeto con el concepto de caída libre pero sólo un tercio de ellos ha asimilado el concepto de la aceleración debida a la fuerza gravitatoria (g), que hace que todos los cuerpos sean atraídos hacia el centro del planeta con el mismo movimiento e independiente de la masa del cuerpo.

Los resultados en este caso no son mucho mejores a los obtenidos en la pregunta 5 de la evaluación inicial.

Pregunta 7: sobre el diseño de las gráficas del movimiento

7. Si una bicicleta se mueve por la carretera con un movimiento rectilíneo uniforme ¿podrías dibujarme una gráfica de su posición frente al tiempo? y ¿de velocidad frente al tiempo?

Una respuesta correcta a la pregunta 7 sería la que se muestra en la figura 10.12. En este caso la mejora de los alumnos es clara, con cerca de un 60% de los alumnos de 3º C, D y E habiendo mostrado un manejo completamente correcto de las gráficas (ejes, unidades y dibujo de las rectas de velocidad y posición. En este 60% sólo se incluyeron aquellos resultados perfectos, ya que durante las clases se hizo mucho hincapié en todos los puntos fundamentales mencionados. El 40% restante, en su mayoría, fueron alumnos que olvidaron poner las unidades

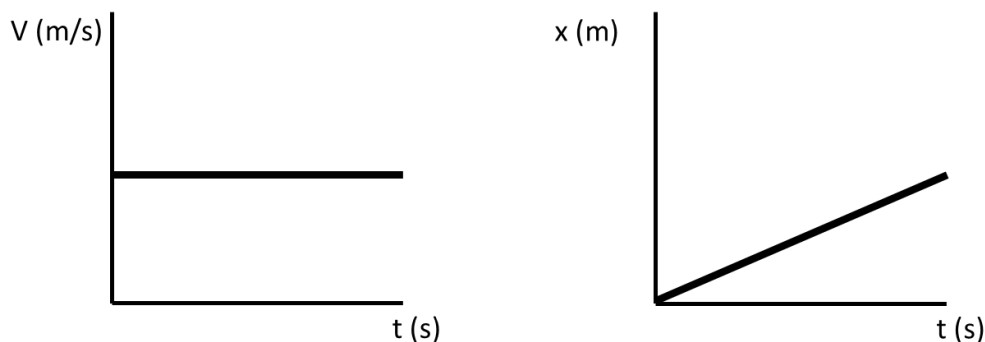


Figura 10.12. Gráficas de velocidad y posición frente a tiempo. Respuesta correcta a la pregunta 7 del cuestionario de evaluación final.

en las gráficas.

Preguntas 8, 9 y 10: sobre las leyes de Newton de la dinámica

8. Según la primera ley de Newton, si la suma de las fuerzas que actúan sobre un cuerpo es nula:

- a) se irá frenando
- b) seguirá moviéndose con la misma velocidad que tenía (respuesta correcta)**
- c) irá acelerándose cada vez más.
- d) Seguirá parado o en reposo (respuesta correcta)**

9. Según la segunda ley de Newton, si sobre un cuerpo actúa una fuerza:

- a) se irá frenando (respuesta correcta)**
- b) seguirá moviéndose con la misma velocidad que tenía
- c) irá acelerándose (respuesta correcta)**
- d) Seguirá parado o en reposo

10. Si una madre empuja el carrito de su bebé mientras da un paseo,

- a) No hay ninguna fuerza aplicada
- b) La madre ejerce una fuerza sobre el carrito (respuesta correcta)**
- c) El carrito ejerce una fuerza sobre la madre (respuesta correcta)**

d) No se puede saber cuál es la acción y cuál es la reacción

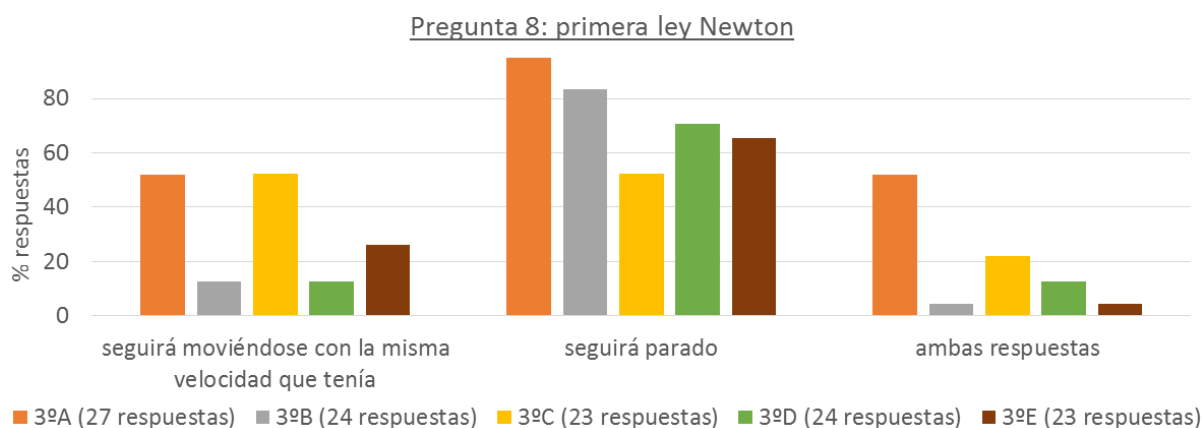


Figura 10.13. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 8 del cuestionario de evaluación final.

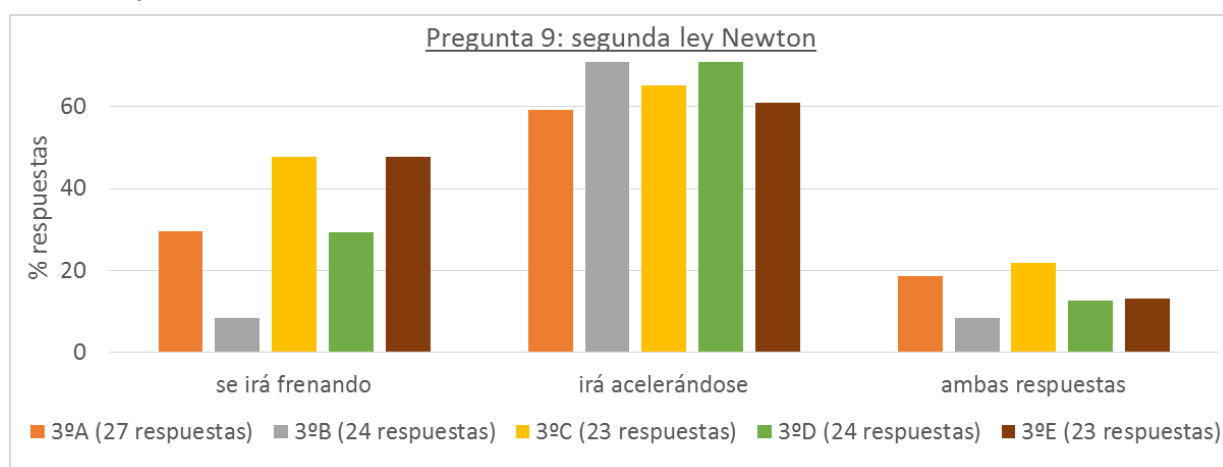


Figura 10.14. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 9 del cuestionario de evaluación final.

En cuanto a las dos primeras leyes, si observamos las figuras 10.13. y 10.14., y en comparación con las preguntas 8 y 9 de la evaluación 0, podría decirse que no se ha dado una comprensión plena de las mismas. En general, los alumnos comprenden bien que un cuerpo se encuentre en reposo si no se le aplica ninguna fuerza, pero no han asimilado que un cuerpo, bajo las mismas condiciones, pueda seguir un MRU. Además, a pesar de que la mayoría ya conciben el cambio en la velocidad como el efecto de una fuerza resultante distinta de cero, en general lo siguen relacionando mucho más con la aceleración que con la deceleración.

En cuanto a la pregunta 10, sobre la tercera ley de Newton, a pesar de haberla trabajado con muchos ejemplos y experiencias en el aula, sólo el 25% de los alumnos de 3ºC, D y E relacionan una fuerza de reacción a toda acción.

Pregunta 14: sobre la fuerza electrostática y la ley de Coulomb

14. La ley de Coulomb nos dice que:

- a) Fuerza eléctrica y magnética están relacionadas
- b) La fuerza entre dos cargas depende de la magnitud de éstas (respuesta correcta)**
- c) La fuerza entre dos cargas depende del signo de éstas.

- d) La fuerza entre dos cargas depende del material del que estén hechas las cargas
- e) **La fuerza entre dos cargas depende del material del medio donde éstas se encuentren (respuesta correcta)**
- f) **La fuerza entre dos cargas depende de la distancia a la que se encuentren (respuesta correcta)**

Del estudio mostrado en la figura 10.15., es notable que ningún estudiante eligió las tres respuestas correctas. Además, no hay una preferencia clara por ninguna de las respuestas por lo que cabría pensar que los alumnos en general no recordaban o no habían comprendido la ley de Coulomb.

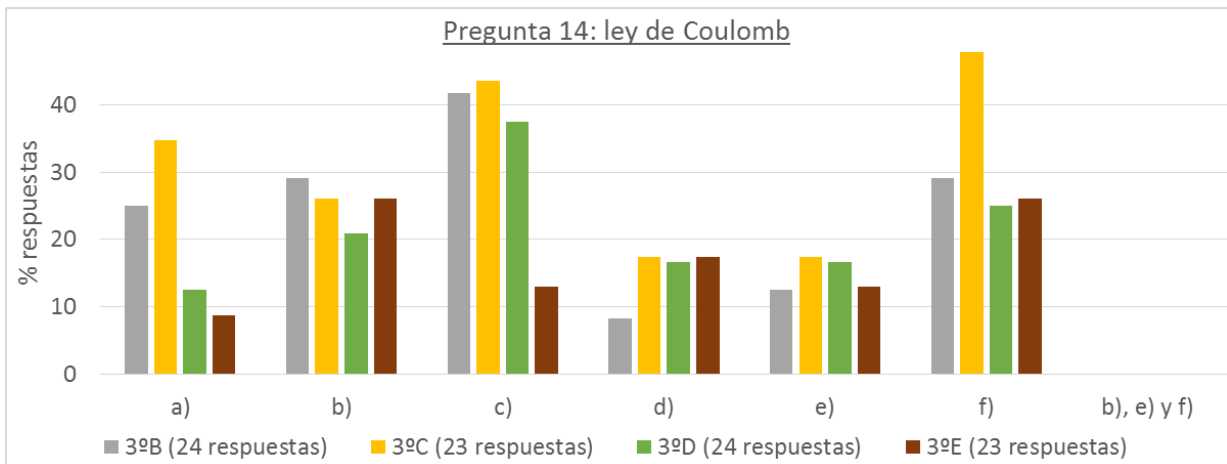


Figura 10.15. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 14 del cuestionario de evaluación final.

Pregunta 15: sobre la fuerza magnética

15. Un imán:

- a) **Atraerá a otro imán si se enfrentan por sus polos opuestos (respuesta correcta)**
- b) Repelerá a otro imán si se enfrentan por sus polos opuestos
- c) Atraerá a cualquier objeto metálico

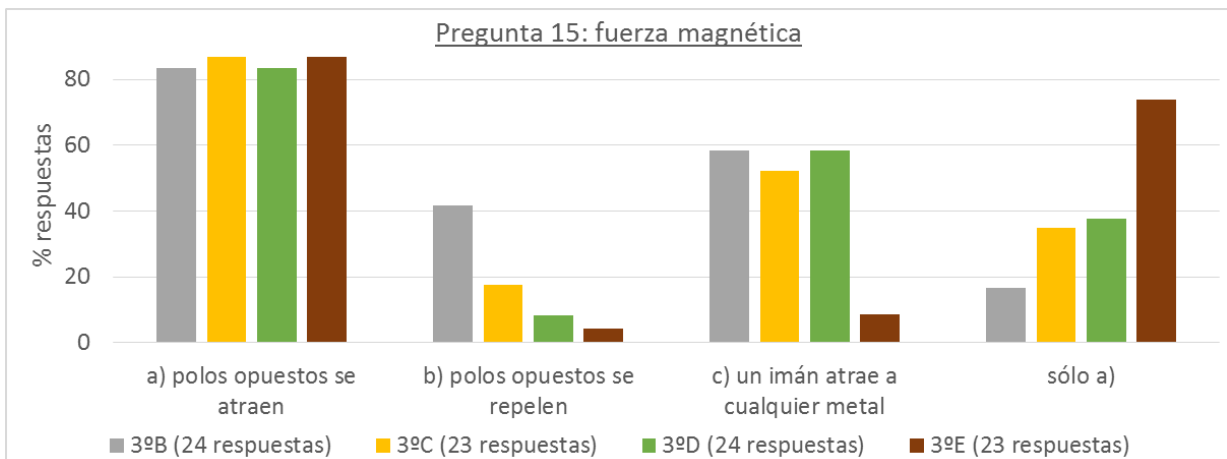


Figura 10.16. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 15 del cuestionario de evaluación final.

En esta pregunta es interesante observar dos puntos diferentes (figura 10.16.): por un lado, la gran mayoría de los grupos comprenden la diferencia entre fuerza atractiva y repulsiva y saben

cuándo se da cada una entre dos imanes. Y por otro lado, se hizo hincapié en la idea de que todos los materiales tenían ciertas propiedades magnéticas. Se describió los materiales ferromagnéticos como aquellos que eran atraídos por los imanes y se puso algún ejemplo. Como puede observarse, en general, excepto el grupo de 3ºE, los alumnos relacionaron los materiales ferromagnéticos con los metales en general. Esta preconcepción parece ser típica en alumnos y las estrategias utilizadas para evitarlo, excepto en un caso, no fueron las adecuadas.

Pregunta 16: sobre el electromagnetismo

16. Las fuerzas eléctrica y magnética están relacionadas ya que:
- a) Una carga eléctrica estática (en reposo) genera una fuerza magnética
 - b) Una corriente eléctrica genera una fuerza magnética (respuesta correcta)**
 - c) Un imán estático (en reposo) genera una corriente eléctrica
 - d) Un imán en movimiento genera una corriente eléctrica (respuesta correcta)**

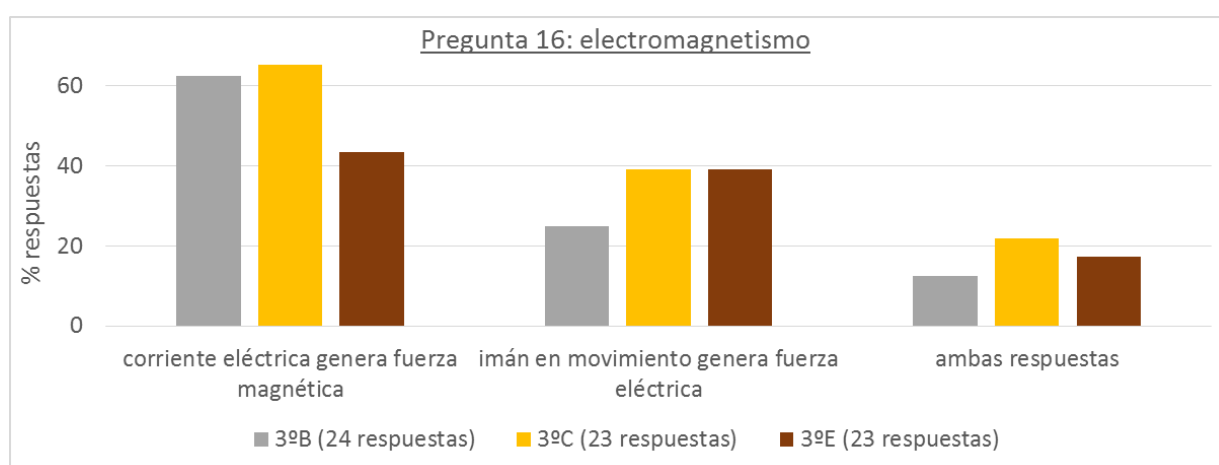


Figura 10.17. Gráfica del porcentaje de respuestas obtenidas para la pregunta 16 del cuestionario de evaluación final.

Debe mencionarse aquí, que esta última parte del bloque se vio muy deprisa en los grupos 3ºC y E, mientras que en 3ºD ni siquiera dio tiempo. Se realizaron un par de experiencias sencillas y no se pudieron comentar en profundidad. Por ello, los resultados obtenidos en la figura 9.17. no deben tenerse muy en cuenta ya que los chicos no tuvieron tiempo real para asimilar y profundizar en el electromagnetismo. En general, puede observarse que todos llegaron a comprender que los fenómenos electromagnéticos estaban relacionados con cargas en movimiento o con imanes en movimiento, si bien poco llegaron a comprender que ambas posibilidades eran igualmente válidas.

10.7. Cuestionario de gustos y aficiones

Para conocer mejor a los alumnos con los que se iba a trabajar, y dado que el reducido tiempo disponible dificulta crear una relación cercana, se les entregó un cuestionario de preguntas abiertas para indagar sobre sus gustos y aficiones, y sobre su opinión de la asignatura.

Dicho cuestionario fue corregido y validado tanto por el tutor del centro como por el de la Universidad. A continuación se muestra dicho cuestionario:

Nombre: _____ Grado y grupo: _____

Edad: _____

Este cuestionario es completamente privado y su contenido sólo será conocido por el alumno y por la profesora Ana Martín Recio

Actividades, intereses y proyectos:

1. Aparte de la escuela ¿Tienes alguna otra actividad?
2. ¿Realizas algún deporte en tu tiempo libre? ¿Cuál?
3. ¿Para qué usas el ordenador, móvil, o Tablet durante la semana? ¿Cuántas horas más o menos crees que estarás con estos dispositivos hoy?
4. ¿Qué tipo de música te gusta y cuál es tu cantante o grupo favorito?
5. ¿Lees?, ¿qué tipo de lectura: libros, revistas, comics, periódicos etc.?
6. ¿Tienes algún otro pasatiempo en tu tiempo libre?
7. ¿Juegas a juegos de mesa, de ordenador, o consola con tus amigos? ¿qué tipo de juegos prefieres?
8. ¿Te gustan las ciencias? ¿y las matemáticas?
9. Si el 10 es que te gusta muchísimo y el 0 que no te gusta nada, da un valor a las siguientes asignaturas: Matemáticas, Física y Química, Biología, Historia, Educación Física, Inglés.
10. Si pudieses elegir cómo te gustaría que fuesen las clases de Física y Química ¿cómo serían? Da una respuesta amplia y no dudes en ser todo lo imaginativo/a que quieras.

10.8. Cuestionario de opinión sobre el proyecto

Al finalizar las 6 semanas de puesta en marcha, los estudiantes de los grupos 3°C, D y E rellenaron en sus casas el siguiente cuestionario en el que valoraron las actividades realizadas y comentaron si su interés por las ciencias había cambiado.

Curso y Grupo:

Nombre (opcional):

Cuéntame qué te han parecido mis clases y ayúdame a mejorar **¡¡¡¡Muchísimas gracias!!!!**

Después de las 6 semanas trabajando con Ana en clase de Física y Química:

1. ¿Ha cambiado la idea que tenías de lo que era la Física?
2. ¿Ha cambiado el interés que tenías por la asignatura de Física y Química?
3. Del 0 a 10 describe el interés que tienes ahora, después de haber acabado las clases con Ana:
 - Por la asignatura de Física y Química
 - Por la Física y los fenómenos físicos que te rodean
4. ¿Qué te ha parecido el uso de experimentos, instrumentos y diversos objetos (los “cacharros” que traía Ana al aula) en clase para explicar la Física?
5. ¿Crees que el uso de estos objetos te han ayudado o entorpecido en tu comprensión de la Física?
6. ¿Crees que los debates y discusiones de ideas con tus compañeros y con la profesora te han ayudado en tu comprensión de la Física?
 - ¿Te gustó realizarlo?

¿Crees que aprendiste más física por realizarlo?
7. Sobre el experimento del movimiento de la burbuja en la tubería:
 -
 - ¿Aprendiste algo diferente a lo que aprendes normalmente?

10.9. Experimento del movimiento rectilíneo

A pesar de que en la ficha que se muestra, se dan varias pistas de qué deben hacer los alumnos, los objetivos de la actividad de este experimento realizado en el aula están relacionados con el trabajo en equipo para la resolución de problemas y la indagación. Por eso, en un principio la idea es no explicar nada a los distintos grupos y observar cómo interactúan. Es decir, entregar

los materiales a cada grupo, sin la ficha, y observar su comportamiento y cómo se desenvuelven sin ayuda ni información. Sin embargo, pasado un tiempo podrán darse diferentes pistas y finalmente el cuestionario para el buen desarrollo del experimento.

Así, en primer lugar, al llegar al aula los estudiantes se distribuyeron por las diferentes mesas según la profesora les indicó y atendieron a las instrucciones iniciales que se expusieron en clase con el proyector (figura 9.18.).

Sois el equipo de expertos físicos de una empresa de aeronáutica.

Los ingenieros están teniendo problemas graves con el sistema de desagüe del nuevo avión que han diseñado:

“Es inevitable que haya burbujas de aire en el conducto y no debería ser un problema. Pero con el modelo que tenemos ahora, las burbujas hacen que la válvula de seguridad se vuelva loca y salte el sistema de bloqueo” – os explica el ingeniero jefe.

*“Si no lo arreglamos rápido, el avión no podrá salir a mercado y la empresa se irá a pique. Necesitamos que **estudiéis el movimiento de la burbuja de agua en la tubería** que nos está dando problemas para que nosotros podamos ajustar mejor la válvula.” – Dice otro ingeniero con voz de preocupación.*

Para resolverlo tendréis que trabajar en equipo y discutir cómo vais a investigarlo y qué vais a medir.

EL FUTURO DE LA EMPRESA ESTÁ EN VUESTRAS MANOS.

¡MUCHA SUERTE EXPERTOS!

Figura 10.18. Texto que se proyectó en clase al principio del experimento para introducirlo.

Posteriormente, y tras dejarles indagar un poco por su cuenta, se les entregó la siguiente ficha para ayudarles:

Equipo número:

Curso:

Miembros del equipo:

.....

.....

.....

.....

Ficha de datos: Experimento del movimiento rectilíneo: burbuja de aire en una tubería con agua

Material por grupo:

- cronómetro (página web de cronómetro para llevar varias cuentas: <http://cronometro-online.chronme.com/>)
- Tubo lleno de agua y tapones
- Regla
- Rotulador
- Ficha de datos (uno por equipo)

Ficha de datos

Tomar los siguientes datos y especificar unidades: (realizar el experimento más de una vez para asegurarse)

El tubo debe tener siempre la misma pendiente

Medida 1

Desplazamiento (.....)	Tiempo (.....)	Velocidad (.....)

Medida 2

Desplazamiento (.....)	Tiempo (.....)	Velocidad (.....)

Medida 3

Desplazamiento (.....)	Tiempo (.....)	Velocidad (.....)

- ¿Cuáles son los posibles errores en la medida? ¿Por qué?
- Realizar las gráficas x-t y v-t. ¿Qué figura se origina en el gráfico x-t?

- ¿Cuánto vale la pendiente de la gráfica x-t?

- ¿Cuál será la velocidad media?

- ¿Qué tipo de movimiento es? ¿Por qué?

10.10. Prueba escrita de la primera unidad didáctica

La prueba escrita que a continuación se muestra fue redactada por la autora de esta memoria y corregida posteriormente por la tutora del centro. Los alumnos de los grupos de 3º C, D y E realizaron dicha prueba y posteriormente la autora la corrigió, de nuevo, bajo la supervisión y consejo de la tutora del centro. La prueba escrita es ligeramente diferente entre grupos para evitar que acostumbren a pasar los datos entre ellos.

La primera pregunta pertenece a una parte, desarrollada por Isabel previo a la llegada de la autora al centro para las prácticas del módulo específico.

Nombre:
Apellidos:
Curso y grupo:
Fecha:

- LEE ATENTAMENTE CADA EJERCICIO, TÓMATE TU TIEMPO PARA APUNTAR LOS DATOS QUE TE DAN Y SABER BIEN QUÉ SE TE PIDE.
- TEN CUIDADO CON LA PRESENTACIÓN. UNA MALA PRESENTACIÓN PUEDE BAJAR LA NOTA.
- HAZ UN DIBUJO QUE DESCRIBA EL MOVIMIENTO EN LOS PROBLEMAS. PON LOS DATOS (POSICIÓN INICIAL, VELOCIDAD, ACELERACIÓN...) EN EL DIBUJO PARA ENTENDERLO BIEN.
- RECUERDA SIEMPRE PONER LAS ECUACIONES DE LAS QUE PARTES Y LAS UNIDADES DE TODO.
- PON SIEMPRE TODO EN LAS UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL (METROS, SEGUNDOS, ETC)
- PREGUNTA SI TIENES DUDAS.

¡¡MUCHA SUERTE!!

1. Explica en qué consisten:(1'5 puntos)

- El efecto invernadero
- La lluvia ácida
- Disminución de la capa de ozono

2. (3ºC) Describe, con tus propias palabras, los siguientes conceptos: (2'5 puntos)

- Móvil
- Sistema de referencia
- Velocidad
- Aceleración
- Desplazamiento

2. (3ºD) Describe, con tus propias palabras, los siguientes conceptos: (2'5 puntos)

- Móvil
- Sistema de referencia
- Velocidad
- Aceleración
- Distancia recorrida

2. (3ºE) Describe, con tus propias palabras, los siguientes conceptos: (2'5 puntos)

- Móvil
- Sistema de referencia
- Velocidad
- Aceleración
- Trayectoria

3. (3ºC) Una chica va de camino al trabajo por una calle recta a un ritmo constante de 9 km/h:

- a) ¿Qué tipo de movimiento es? **(0'5 puntos)**
- b) ¿Qué características tiene el movimiento? **(0'5 puntos)**
- c) Escribe las ecuaciones del movimiento **(0'5 puntos)**
- d) ¿Qué distancia recorre en 30 segundos? **(1 punto)**
- e) Dibuja las gráficas de posición en función del tiempo y de velocidad en función del tiempo, dejando claro sus ejes y las unidades **(1 punto)**

3. (3ºD) Un corredor de maratones comienza su entrenamiento diario con una carrera por una calle recta a un ritmo constante de 18 km/h:

- a) ¿Qué tipo de movimiento es? **(0'5 puntos)**
- b) ¿Qué características tiene el movimiento? **(0'5 puntos)**
- c) Escribe las ecuaciones del movimiento **(0'5 puntos)**
- d) ¿Qué distancia recorre en 30 segundos? **(1 punto)**
- e) Dibuja las gráficas de posición en función del tiempo y de velocidad en función del tiempo, dejando claro sus ejes y las unidades **(1 punto)**

3. (3ºE) Una ciclista comienza su entrenamiento diario con una carrera por una calle recta con una velocidad constante de 36 km/h:

- a) ¿Qué tipo de movimiento es? **(0'5 puntos)**
- b) ¿Qué características tiene el movimiento? **(0'5 puntos)**
- c) Escribe las ecuaciones del movimiento **(0'5 puntos)**
- d) ¿Qué distancia recorre en 30 segundos? **(1 punto)**
- e) Dibuja las gráficas de posición en función del tiempo y de velocidad en función del tiempo, dejando claro sus ejes y las unidades **(1 punto)**

4. (3°C) Un cochecito de carreras de juguete sale del punto de salida de una carrera con una aceleración constante de 4 m/s^2 . Llega a la meta $1'73$ segundos más tarde y gana la carrera:

- ¿Qué tipo de movimiento es? (0'5 puntos)
- ¿Qué características tiene el movimiento? (0'5 puntos)
- Escribe las ecuaciones del movimiento (0'5 puntos)
- Calcula la longitud de la carrera (1 punto)

4. (3°D) Un esquiador sale del punto de salida de una carrera con una aceleración constante de 2 m/s^2 . Llega a la meta $31'62$ segundos más tarde y gana la carrera:

- ¿Qué tipo de movimiento es? (0'5 puntos)
- ¿Qué características tiene el movimiento? (0'5 puntos)
- Escribe las ecuaciones del movimiento (0'5 puntos)
- Calcula la longitud de la carrera (1 punto)

4. (3°E) Un patinador sale del punto de salida de una carrera con una aceleración constante de 1 m/s^2 . Llega a la meta $14'14$ segundos más tarde y gana la carrera:

- ¿Qué tipo de movimiento es? (0'5 puntos)
- ¿Qué características tiene el movimiento? (0'5 puntos)
- Escribe las ecuaciones del movimiento (0'5 puntos)
- Calcula la longitud de la carrera (1 punto)

La calificación numérica obtenida para cada grupo y de los tres grupos en conjunto se muestra en las figuras 10.19. y 10.20.

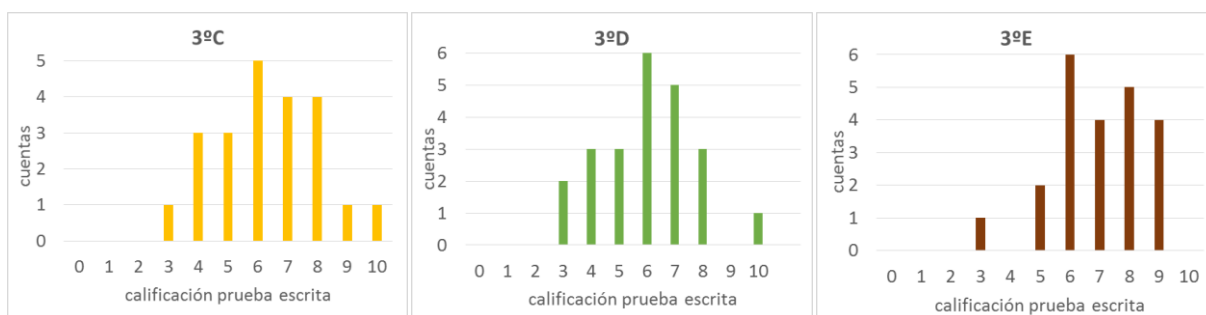


Figura 10.19. Gráficas de los resultados obtenidos por los tres grupos por separado en la prueba escrita de la unidad “el movimiento”.

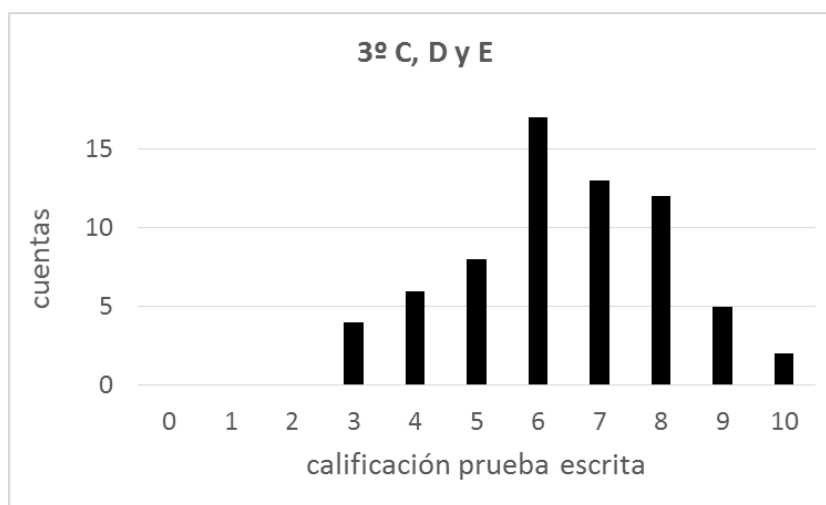


Figura 10.20. Gráfica de los resultados obtenidos por los tres grupos en la prueba escrita de la unidad “el movimiento”.

10.11. Prueba escrita trimestral

La prueba escrita que a continuación se muestra fue redactada por la autora de esta memoria y corregida posteriormente por la tutora del centro. Los alumnos de los grupos de 3°C, D y E realizarán dicha prueba en los días 5 y 6 de junio y posteriormente será corregida por su profesora habitual.

Nombre:

Apellidos:

Curso y grupo:

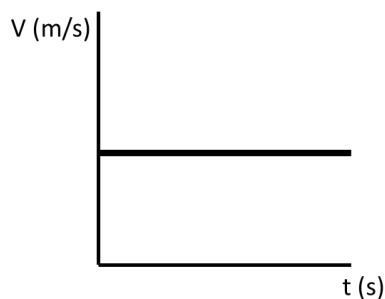
Fecha:

- LEE ATENTAMENTE CADA EJERCICIO, TÓMATE TU TIEMPO PARA APUNTAR LOS DATOS QUE TE DAN Y SABER BIEN QUÉ SE TE PIDE.
- TEN CUIDADO CON LA PRESENTACIÓN. UNA MALA PRESENTACIÓN PUEDE BAJAR LA NOTA.
- HAZ UN DIBUJO QUE DESCRIBA EL MOVIMIENTO EN LOS PROBLEMAS. PON LOS DATOS (FUERZAS, POSICIÓN INICIAL, VELOCIDAD, ACELERACIÓN...) EN EL DIBUJO PARA ENTENDERLO BIEN.
- RECUERDA SIEMPRE PONER LAS ECUACIONES DE LAS QUE PARTES Y LAS UNIDADES DE TODO.
- PON SIEMPRE TODO EN LAS UNIDADES DEL SISTEMA INTERNACIONAL (METROS, SEGUNDOS, ETC)
- PREGUNTA SI TIENES DUDAS.

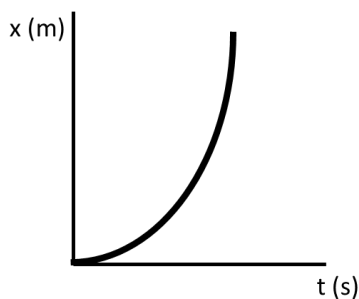
¡¡MUCHA SUERTE!!

1. (3°C) Determina qué gráficas pertenecen a un MRU y cuales a un MRUA. Justifica tu respuesta describiendo las características de cada movimiento (1'5 puntos)

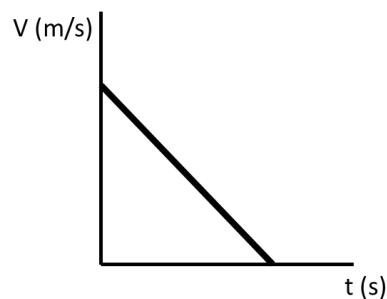
a)



b)

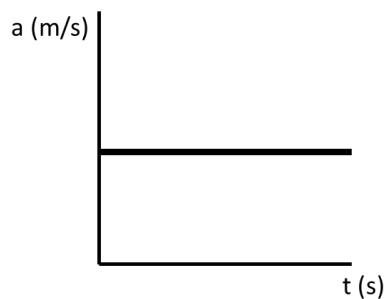


c)

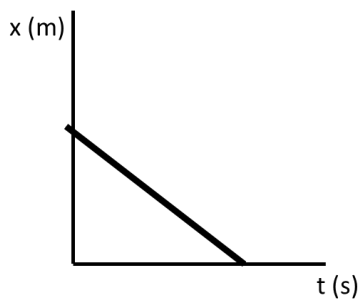


1. (3°D) Determina qué gráficas pertenecen a un MRU y cuales a un MRUA. Justifica tu respuesta describiendo las características de cada movimiento (1'5 puntos)

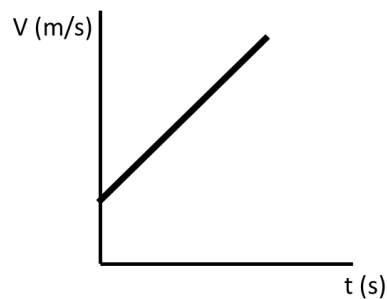
a)



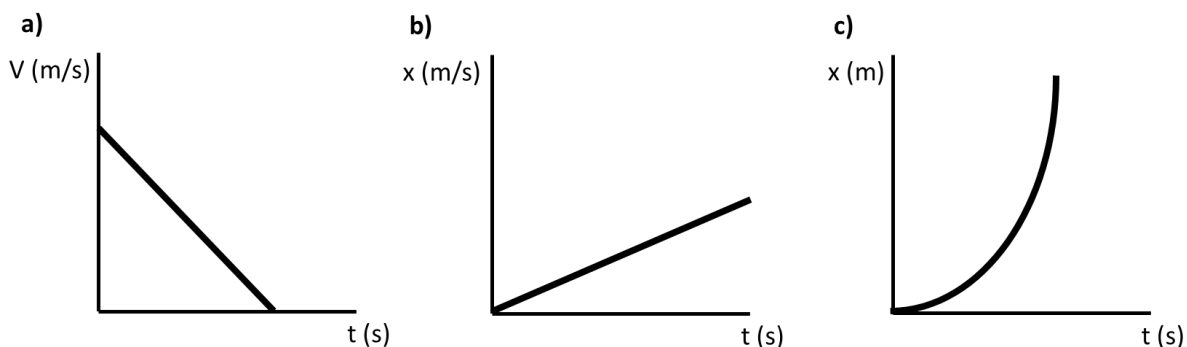
b)



c)



1. (3°E) Determina qué gráficas pertenecen a un MRU y cuales a un MRUA. Justifica tu respuesta describiendo las características de cada movimiento (1'5 puntos)



2. (3^oC) Javier va a hacer la compra al mercado que está en su misma calle. Recorre en línea recta 1 km hasta llegar, con una velocidad constante de 2m/s.

a) ¿Qué tipo de movimiento lleva? y ¿cuánto tiempo tarda en llegar? (1 punto)

Al salir del mercado va a casa de un amigo para cocinar con él. Pero se da cuenta de que es muy tarde a va con aceleración constante de 0,25 m/s². Si tarda 60 segundos en llegar:

b) ¿qué tipo de movimiento lleva? Y ¿a qué distancia está la casa de su amiga? (1 punto)

2. (3^oD) Patricia va a comprar un regalo a una tienda que está en su misma calle. Recorre el camino en línea recta con una aceleración constante de 0,5 m/s² y tarda 1 minuto en llegar

a) ¿Qué tipo de movimiento lleva? y ¿a qué distancia está la tienda? (1 punto)

Al salir de la tienda va a casa de una amiga para darle el regalo. Esta vez, va con una velocidad constante de 2m/s y recorre 500 metros hasta llegar

b) ¿qué tipo de movimiento lleva? Y ¿cuánto tiempo tarda en llegar? (1 punto)

2. (3^oE) María ha quedado con sus amigos en el parque que está en su misma calle. Recorre en línea recta 0.6 km hasta llegar, con una velocidad constante de 1m/s.

a) ¿Qué tipo de movimiento lleva? y ¿cuánto tiempo tarda en llegar? (1 punto)

Después, se van todos juntos al cine que está un poco más adelante. Como van justos de tiempo, van con una aceleración constante de 0,5 m/s². Si tardan 50 segundos en llegar:

b) ¿qué tipo de movimiento llevan? Y ¿a qué distancia está el cine? (1 punto)

3. (3^oC) Europa es uno de los cuatro satélites de Júpiter que descubrió Galileo ya en el año 1610. Si la distancia del centro de Júpiter al centro del satélite (radio orbital medio) es de 670.900 km:

a) dibuja el sistema y los vectores de las fuerzas (0,5 punto)

b) calcula la fuerza gravitatoria entre el planeta y el satélite (1 punto)

c) Calcula la aceleración debida a la gravedad en Júpiter (1 punto)

Datos: $m_{\text{Júpiter}} = 1,9 \cdot 10^{27}$ kg, $m_{\text{Europa}} = 4,8 \cdot 10^{22}$ kg, $R_{\text{Júpiter}} = 71500$ km, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²

3. (3^oD) Ío es uno de los cuatro satélites de Júpiter que descubrió Galileo ya en el año 1610. Si la distancia del centro de Júpiter al centro del satélite (radio orbital medio) es de 421.600 km:

a) dibuja el sistema y los vectores de las fuerzas (0,5 punto)

b) calcula la fuerza gravitatoria entre el planeta y el satélite (1 punto)

c) Calcula la aceleración debida a la gravedad en Ío (1 punto)

Datos: $m_{\text{Júpiter}} = 1,9 \cdot 10^{27}$ kg, $m_{\text{Ío}} = 8,9 \cdot 10^{22}$ kg, $R_{\text{Ío}} = 1822$ km, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²

3. (3^ºE) Ganímedes es uno de los cuatro satélites de Júpiter que descubrió Galileo ya en el año 1610. Si la distancia del centro de Júpiter al centro del satélite (radio orbital medio) es de 1.070.400 km:

- a) dibuja el sistema y los vectores de las fuerzas **(0,5 punto)**
- b) calcula la fuerza gravitatoria entre el planeta y el satélite **(1 punto)**
- c) Calcula la aceleración debida a la gravedad en Ganímedes **(1 punto)**

Datos: $m_{\text{Júpiter}} = 1,9 \cdot 10^{27}$ kg, $m_{\text{Ganímedes}} = 1,48 \cdot 10^{23}$ kg, $R_{\text{Ganímedes}} = 2631$ km, $G = 6,67 \cdot 10^{-11}$ N·m²/kg²

4. (3^ºC) Una caja de mudanzas de 50 kg es arrastrada sobre una superficie horizontal al aplicarse una fuerza de 300N.

- a) Si no hay rozamiento con la superficie, dibuja el sistema y calcula la aceleración de la caja **(1 punto)**
- b) Si el coeficiente de rozamiento entre la caja y el suelo es de $\mu = 0.3$, dibuja el sistema y calcula la fuerza de rozamiento y la aceleración de la caja **(1,5 puntos)**

4. (3^ºD) Un sofá de 160 kg es arrastrado sobre una superficie horizontal al aplicarse una fuerza de 200N.

- a) Si no hay rozamiento con la superficie, dibuja el sistema y calcula la aceleración de la caja **(1 punto)**
- b) Si el coeficiente de rozamiento entre la caja y el suelo es de $\mu = 0.1$, dibuja el sistema y calcula la fuerza de rozamiento y la aceleración de la caja **(1,5 puntos)**

4. (3^ºE) Una viga de hormigón 400 kg es arrastrada sobre una superficie horizontal al aplicarse una fuerza de 900N.

- a) Si no hay rozamiento con la superficie, dibuja el sistema y calcula la aceleración de la caja **(1 punto)**
- b) Si el coeficiente de rozamiento entre la caja y el suelo es de $\mu = 0.2$, dibuja el sistema y calcula la fuerza de rozamiento y la aceleración de la caja **(1,5 puntos)**

5. (3^ºC) Dos cargas eléctricas se sitúan en el vacío a una distancia de 2m la una de la otra. Si una es de +5 μC , y la segunda de -0,1 mC

- a) dibuja el sistema, con sus vectores de fuerzas y discute si la fuerza es atractiva o repulsiva:
Explica tu respuesta **(0.75 puntos)**
- b) calcula la fuerza electrostática entre ellas **(0,75 puntos)**

Datos: constante de Coulomb en el vacío $K = 9 \cdot 10^9$ N·m²/C²

5. (3^ºD) Dos cargas eléctricas se sitúan en el vacío a una distancia de 3m la una de la otra. Si una es de -3 μC , y la segunda de -0,2 mC

- a) dibuja el sistema, con sus vectores de fuerzas y discute si la fuerza es atractiva o repulsiva:
Explica tu respuesta **(0.75 puntos)**
- b) calcula la fuerza electrostática entre ellas **(0,75 puntos)**

Datos: constante de Coulomb en el vacío $K = 9 \cdot 10^9$ N·m²/C²

5. (3^ºE) Dos cargas eléctricas se sitúan en el vacío a una distancia de 4m la una de la otra. Si una es de +4 μC , y la segunda de +0,2 mC

- a) dibuja el sistema, con sus vectores de fuerzas y discute si la fuerza es atractiva o repulsiva:
Explica tu respuesta **(0.75 puntos)**
- b) calcula la fuerza electrostática entre ellas **(0,75 puntos)**

Datos: constante de Coulomb en el vacío $K = 9 \cdot 10^9$ N·m²/C²

10.12. Experiencia del movimiento armónico simple con estudiantes de 1º de Bachillerato.

Además de las experiencias de 3º de la ESO, también se desarrolló una experiencia muy completa sobre el movimiento armónico simple (M.A.S.) con dos grupos de 1º de Bachillerato: con los sensores de movimiento y posición prestados por la Universidad Autónoma de Madrid, y con el software de Pasco, se estudió el movimiento de un objeto (pesa) sostenido verticalmente por un muelle para describir el M. A. S. Dado que, por problemas de tiempo no iban a poder llegar a estudiar este movimiento en el curso correspondiente, el Centro me pidió que, utilizando los sensores, les explicase muy brevemente (en una sesión) el M. A. S.

Para ello, y al igual que se hizo con los estudiantes de 3º de la ESO, se introdujo el concepto de sensor y se explicó, de una manera más expositiva que con los alumnos de 3º, el funcionamiento de los mismos.

A continuación los alumnos se acercaron a observar y familiarizarse con el montaje y el software utilizado (figura 10.21.).

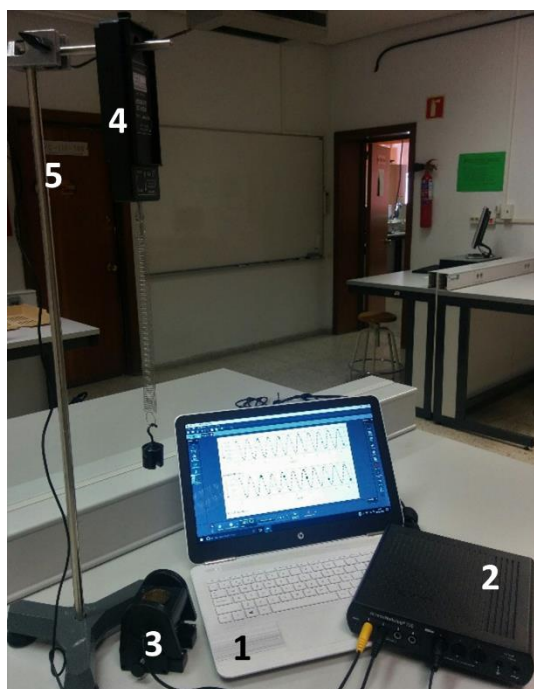


Figura 10.21. Fotografía del montaje correspondiente para la experiencia realizada con 1º de Bachillerato sobre el M.A.S. movimiento". El material utilizado es:

1. Ordenador con el software de Pasco
2. Electrónica Pasco
3. Sensor de posición Pasco
4. Sensor de fuerzas Pasco
5. Muelle, pesa y soporte

En esta ocasión, al poder observar a la vez la gráfica de la fuerza frente al tiempo a la vez que las de posición, velocidad y aceleración (figura 10.22.), y al tener una base matemática mayor gracias a la cual puede discutirse sobre trigonometría y sobre derivadas de funciones, la explicación del fenómeno observado fue mucho más rica y detallada.

Posteriormente, y para ver si habían entendido la experiencia, las ecuaciones y teoría explicadas de manera básicamente expositiva (Martín-Recio, 2017), por grupos estudiaron el movimiento de un péndulo de manera teórica y hallaron la relación entre el periodo y la elongación de la cuerda del péndulo (siguiendo la aproximación de ángulos pequeños).

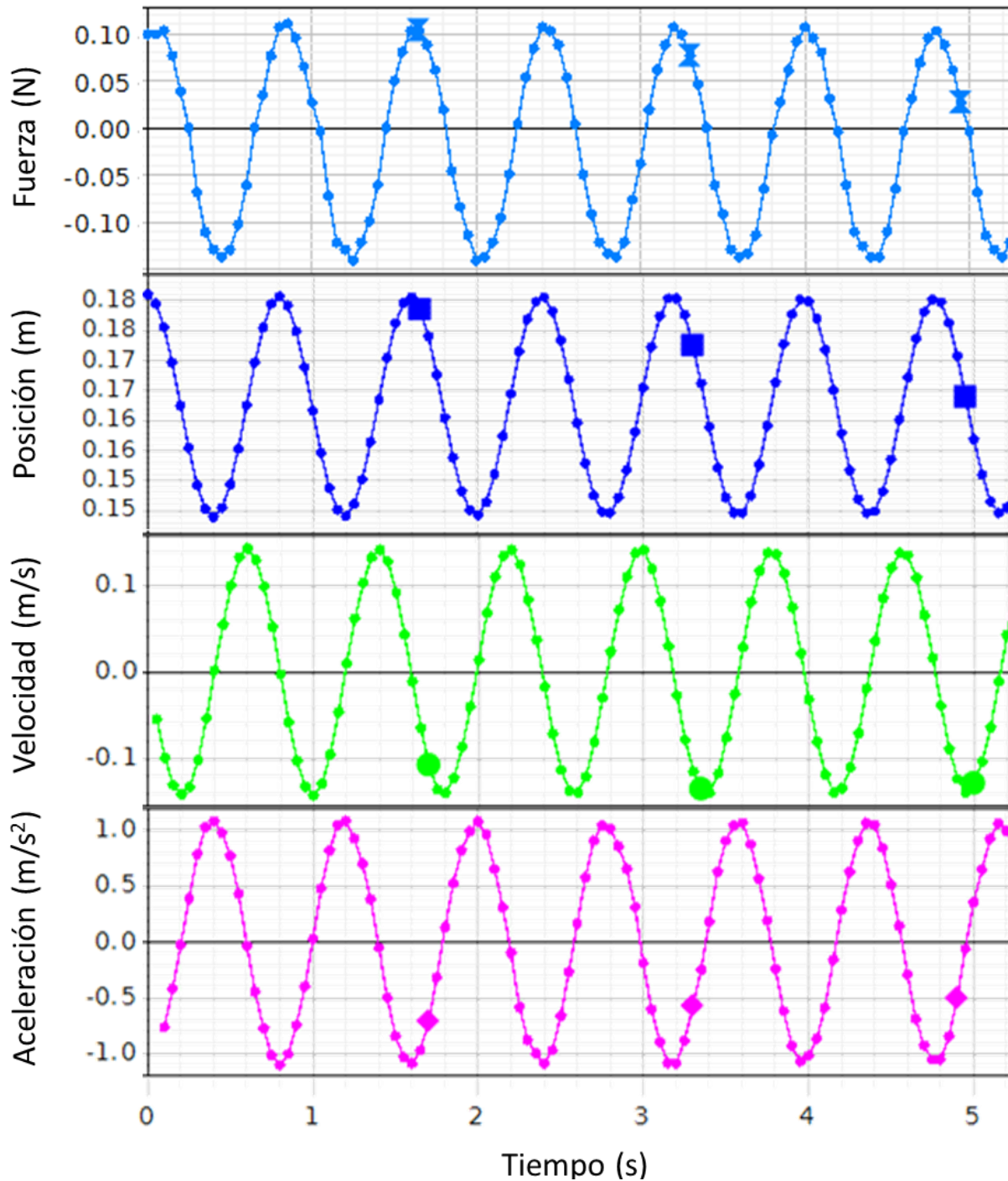


Figura 10.22. Gráficas del M.A.S. obtenidas con los sensores de fuerza y posición (éste último proporciona información sobre la posición, la velocidad y la aceleración).

