



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

**Eficacia de la metodología  
de aprendizaje por  
descubrimiento en la  
asignatura de Física y  
Química de 4º ESO**

**Presentado por:** Alberto Alfaro Gimeno  
**Línea de investigación:** Métodos pedagógicos concretos  
**Director/a:** Vanessa P. Moreno Rodríguez

**Ciudad:** Madrid  
**Fecha:** 25 de julio de 2013

# Índice

1	Resumen.....	1
	Abstract.....	2
2	Introducción.....	3
	2.1 Fracaso escolar en España.....	3
	2.2 La crisis de la educación científica.....	6
	2.3 Nuevas demandas educativas.....	7
3	Planteamiento del problema.....	9
	3.1 Hipótesis.....	9
	3.2 Objetivos.....	10
4	Marco teórico.....	11
	4.1. Los datos de la educación en España.....	11
	4.2. Metodología tradicional.....	11
	4.3. Constructivismo.....	12
	4.3.1. Aprendizaje significativo.....	14
	4.4 La enseñanza por descubrimiento.....	15
5	Desarrollo.....	17
	5.1 Material y método.....	17
	5.1.1. Metodología.....	17
	5.1.2. Muestra a estudio.....	18
	5.2. Resultados y análisis de los mismos.....	19
	5.2.1. Test de Ideas Previas.....	20
	5.2.2. Programación de actividades.....	22
	5.2.3. Resultados del examen final.....	31
	5.2.4. Encuesta de satisfacción, motivación e interés.....	39
6	Discusión.....	49
7	Conclusiones.....	51
8	Limitaciones del estudio.....	52
9	Líneas de investigación futuras.....	53
10	Bibliografía.....	54

# Índice de tablas y gráficos

**Gráfico 1.** Abandono educativo temprano por Comunidad Autónoma

**Gráfico 2.** Comparación del abandono temprano de la educación y la formación entre España y la Unión Europea

**Gráfico 3.** Porcentaje de aciertos en el TIP por clase y total

**Gráfico 4.** Respuestas al TIP de 4º ESO A

**Gráfico 5.** Respuestas al TIP de 4º ESO B

**Gráfico 6.** Pruebas de normalidad. Calificaciones, 1ª evaluación, 2ª evaluación, TIP y examen para 4º ESO A.

**Gráfico 7.** Evolución de las calificaciones para 4º ESO A

**Gráfico 8.** Pruebas de normalidad. Calificaciones, 1ª evaluación, 2ª evaluación, TIP y examen para 4º ESO B.

**Gráfico 9.** Evolución de las calificaciones para 4º ESO B

**Gráfico 10.** Porcentaje de repetidores en 4º ESO A

**Gráfico 11.** Horas de estudio semanales en 4º ESO A

**Gráfico 12.** Nivel de conocimientos previos de 4º ESO A

**Gráfico 13.** Grado de dificultad en 4º ESO A

**Gráfico 14.** Grado de interés en 4º ESO A

**Gráfico 15.** Consideración de los conocimientos previos en 4º ESO A

**Gráfico 16.** Grado de motivación de las actividades con applets en 4º ESO A

**Gráfico 17.** Grado de motivación de los experimentos en 4º ESO A

**Gráfico 18.** Eficacia de las actividades realizadas en 4º ESO A

**Gráfico 19.** Grado de participación en clase en 4º ESO A

**Gráfico 20.** Proporción práctica – teoría en 4º ESO A

**Gráfico 21.** Adecuación de los recursos utilizados en 4º ESO A

**Gráfico 22.** Adecuación del examen a lo estudiado en clase para 4º ESO A

**Gráfico 23.** Porcentaje de repetidores en 4º ESO B

**Gráfico 24.** Horas de estudio semanales en 4º ESO B

**Gráfico 25.** Nivel de conocimientos previos de 4º ESO B

**Gráfico 26.** Grado de dificultad en 4º ESO B

**Gráfico 27.** Grado de interés en 4º ESO B

**Gráfico 28.** Consideración de los conocimientos previos en 4º ESO B

**Gráfico 29.** Grado de motivación de las actividades con applets en 4º ESO B

**Gráfico 30.** Grado de motivación de los experimentos en 4º ESO B

**Gráfico 31.** Eficacia de las actividades realizadas en 4º ESO B

**Gráfico 32.** Grado de participación en clase en 4º ESO B

**Gráfico 33.** Proporción práctica – teoría en 4º ESO B

**Gráfico 34.** Adecuación de los recursos utilizados en 4º ESO B

**Gráfico 35.** Adecuación del examen a lo estudiado en clase para 4º ESO B

**Tabla 1.** Algunas actitudes y creencias inadecuadas mantenidas por los alumnos con respecto a la naturaleza de la ciencia y su aprendizaje

**Tabla 2.** Diferencias entre hechos y conceptos como contenidos del aprendizaje.

**Tabla 3.** Anotación de tiempos para el experimento de caída libre

**Tabla 4.** Resultados promedio en TIP y Examen final para 4<sup>o</sup>ESO A y 4<sup>o</sup> ESO B

**Tabla 5.** Comparación de calificaciones entre 1<sup>a</sup> evaluación, 2<sup>a</sup> evaluación, TIP y Examen para 4<sup>o</sup> ESO A

**Tabla 6.** Comparación de calificaciones entre 1<sup>a</sup> evaluación, 2<sup>a</sup> evaluación, TIP y Examen para 4<sup>o</sup> ESO B

**Tabla 7.** Comparación de calificaciones medias entre evaluaciones 1 y 2 y examen final

**Tabla 8.** Comparación de porcentaje de aprobados entre evaluaciones 1 y 2 y examen final

**Tabla 9.** Resultados de la encuesta de motivación, satisfacción e interés para 4<sup>o</sup>ESO A

**Tabla 10.** Resultados de la encuesta de motivación, satisfacción e interés para 4<sup>o</sup>ESO B

**Tabla 11.** Resultado total de la encuesta de motivación, satisfacción e interés

## Índice de abreviaturas

- ESO – Educación Secundaria Obligatoria
- INE - Instituto Nacional de Estadística
- OCDE - Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económicos
- PISA - Program for International Student Assessment
- RD – Real Decreto
- TAP – Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento
- TIC – Tecnologías de la Información y la Comunicación
- TIP – Test de Ideas Previas
- TFM – Trabajo Fin de Máster
- UD – Unidad Didáctica
- UNESCO - Organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura

# 1 Resumen

En la actualidad, se está viviendo en España una profunda crisis educativa como muestran estudios como el informe PISA que sitúan a nuestro país por debajo de la media de los países de la OCDE en comprensión lectora, competencia matemática y ciencias. Los alumnos no encuentran ninguna motivación a la hora de asistir a la escuela lo que provoca un alto índice de absentismo y fracaso escolar y hacen responsables de este hecho a sus profesores que, desde su punto de vista, no saben explicar y hacen aburridas las clases lo que produce la desmotivación de los alumnos.

Es importante conocer las nuevas demandas educativas y adaptarse a ellas. En este sentido, se realiza el presente trabajo de fin de máster, que trata de explicar la importancia que tiene la metodología que utilice el profesor a la hora de impartir las clases en el proceso de enseñanza–aprendizaje.

Para llevar a cabo dicho experimento, se pretende realizar una aproximación al diseño de la Unidad Didáctica ‘La energía y sus transformaciones’, perteneciente a la materia ‘física y química’ del currículo de 4º ESO donde se ha aplicado la metodología de aprendizaje por descubrimiento en seis sesiones. Para la correcta elección de las actividades se ha realizado un test de ideas previas que también servirá para conocer la evolución que han tenido los alumnos después de estudiar la unidad didáctica mediante el aprendizaje por descubrimiento aplicado. Además, al finalizar el experimento, se realizó una encuesta a los alumnos para que se pueda evaluar la satisfacción y la motivación con la metodología utilizada.

**Palabras clave:** crisis educativa, fracaso escolar, metodología, metodología tradicional, aprendizaje por descubrimiento, aprendizaje significativo.

## Abstract

Nowadays, Spain is living a deep crisis in education as shown by studies like the report PISA which shows that our country is situated below the average of the OECD countries in reading comprehension, mathematical competence and science. Students do not find any motivation when they go to the school which causes a high rate of absenteeism and school failure and they made their teachers responsible of this fact because, from their point of view, teachers do not explain correctly and make their classes boring which cause the poor motivation of the students.

It is important to know the new educational demands and adapt to them. In this sense, this work of master thesis seeks to explain the importance the methodology has when teaching classes in the teaching-learning process.

In order to carry out the experiment, is intended to make an approach to the design of the lesson ' power and their transformations ', belonging to the 'physics and chemistry' subject of the curriculum of 4º ESO where has been applied the methodology of learning by discovery in six sessions. A test of previous ideas has been done in order to choose the correct activities that will be carry out. This test also serves to understand the evolution that students have had after studying the lesson through learning by applied discovery. Also, at the end of the experiment, a survey was conducted to students in order to evaluate the satisfaction and motivation with the methodology used.

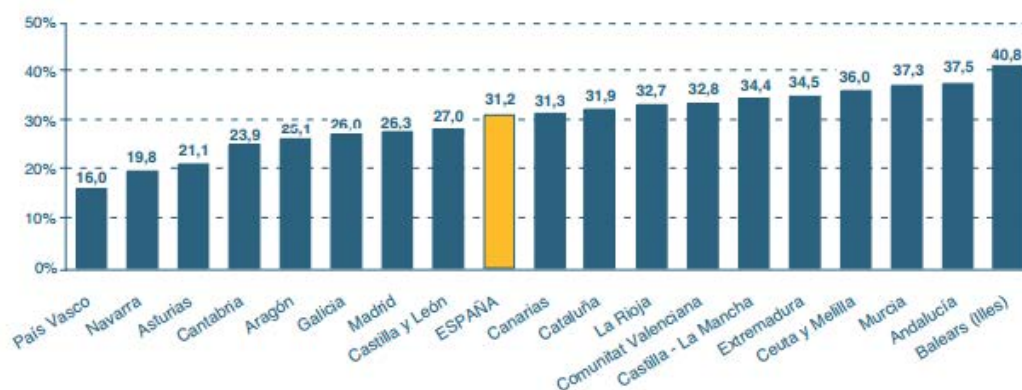
**Keywords:** crisis in education, school failure, methodology, traditional methodology, learning by discovery, significant learning.

## 2 Introducción

### 2.1 Fracaso escolar en España

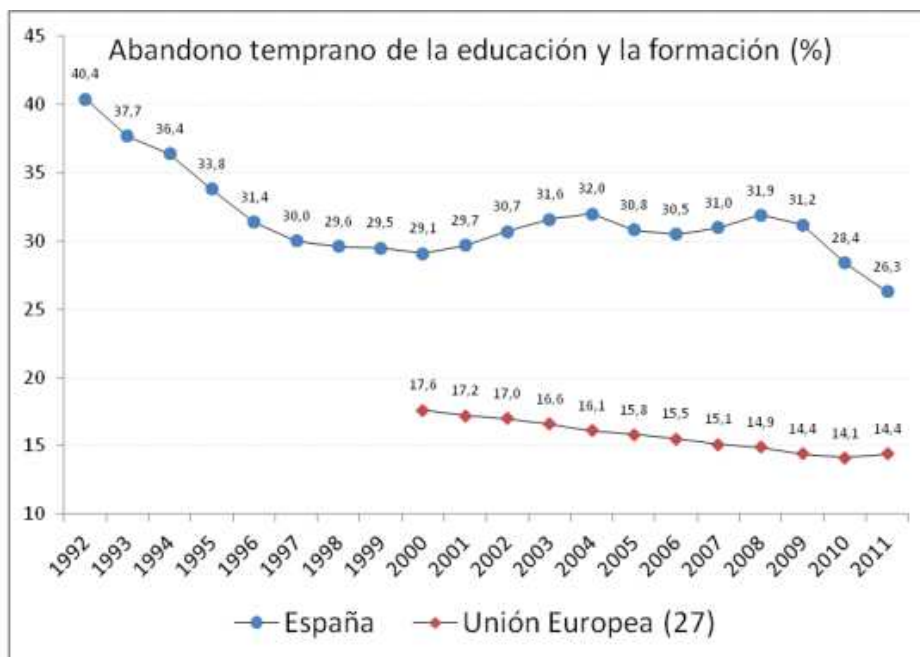
Se entiende por fracaso escolar a la proporción de alumnos que no alcanzan los objetivos mínimos que marca la legislación y que por lo tanto no terminan los estudios obligatorios (Calero, Choi y Waisgrais, 2010).

El fracaso escolar es uno de los mayores problemas que tiene el Estado Español (Fernández, Mena y Riviere, 2010). A continuación se muestra una tabla que refleja el porcentaje de población de 18 a 24 años que no ha terminado la educación secundaria obligatoria y no sigue ningún tipo de educación o formación.



**Gráfico 1.** Abandono educativo temprano por Comunidad Autónoma (Fuente: Encuesta de Población Activa. INE) Tomado de Ministerio de Educación (2010, p 25)

Como se puede observar en el gráfico, el 31,2 % de la población española no termina la educación secundaria obligatoria. Este dato es preocupante si lo comparamos con el resto de países de la Unión Europea. La publicación del informe sobre fracaso escolar realizado por la oficina europea de estadística Eurostat (2012) sitúa a España a la cabeza de la Unión Europea con un abandono del 25% que prácticamente dobla el porcentaje del 12,8% de media de los países europeos (ABC, 14/05/12). El siguiente gráfico muestra la evolución del porcentaje de abandono temprano de la educación durante los últimos años comparando entre España y la Unión Europea.



(1). Abandono escolar temprano en España y Unión Europea  
 Fuente: *Labour Force Survey* (Encuesta Europea de Población Activa). Eurostat, 2012

**Gráfico 2.** Comparación del abandono temprano de la educación y la formación entre España y la Unión Europea. Extraída de Colectivo Lorenzo Luzuriaga (2012, p.33)

Es por ello que en España es un tema de sobra conocido y tratado. Como Fernández, Mena y Riviere (2010, p.11) señalan, “hablar del fracaso escolar en España es abordar un problema conocido y estudiado tanto por las distintas instituciones con responsabilidad en el tema como por las diversas disciplinas académicas”.

Pero, ¿por qué preocuparse por el fracaso escolar? Porque las oportunidades sociales de las personas dependen cada vez más de su formación académica y personal, de sus aptitudes como ser humano, de su capacidad de obtener, manejar e interpretar la información, de emplear y adquirir el conocimiento (Fernández, Mena y Riviere, 2010). Además, los alumnos sin graduado escolar tienen más posibilidades de exclusión económica y social ya que la economía actual demanda cada vez trabajadores con mayor cualificación y flexibilidad ante los cambios. Es por ello, que la aplicación de las políticas educativas parece que deban orientarse a la disminución de este fracaso escolar (Calero, Choi, Waisgrais, 2010).

Una vez abordado el tema del fracaso escolar en general, nos centraremos más concretamente en el ámbito de las ciencias y en la crisis de la educación científica. Como señalan Pozo y Gómez (1998) existe entre los profesores de secundaria una sensación de frustración al comprobar el poco éxito que tienen sus esfuerzos docentes. Esta percepción de crisis educativa que tienen los profesores en el aula es corroborada

por algunos informes sobre la materia 'física y química' en la educación secundaria que afirman que el nivel de conocimientos de los alumnos de secundaria en asignaturas de ciencias es generalmente bajo.

A continuación se detallan algunos de estos informes (Reales Sociedades Españolas de Física y Química, 2006):

- En las Olimpiadas de Física pertenecientes al período 1991 – 2000, los alumnos españoles obtuvieron 3,5 puntos de un total de 100 frente a 59,5 de Alemania o 49 del Reino Unido. Con esta puntuación, España ocupó el puesto 34 de 38 países de Europa.
- En las Olimpiadas de Química pertenecientes al período 1996 – 2000, España obtuvo 14,3 puntos frente a los 75 de Alemania o los 57,1 del Reino Unido lo que provocó que ocupara el puesto 14 de los 15 representantes europeos. Estos resultados tan preocupantes son similares a los obtenidos en otros informes sobre educación.
- En la misma línea que los informe anteriores, la UNESCO realizó un estudio en el año 2004 en el que se analizaba la calidad de la enseñanza media. En dicho informe, España ocupaba una preocupante vigésimo sexta posición por detrás de 19 países europeos.

El informe PISA es un informe que realiza la OCDE cada 3 años y que mide el rendimiento de los alumnos en comprensión lectora, matemáticas y ciencias. En el ámbito de las ciencias, que es el que nos interesa, los resultados obtenidos en España en el último informe del año 2009 han sido:

- España obtuvo 488 puntos, por debajo de los 501 puntos de media de la OCDE. España ocupa el puesto 37 con menos puntuación que países como Italia o Portugal. El estudio analiza también las puntuaciones obtenidas por las distintas Comunidades Autónomas. Algunas de ellas superan la media de la OCDE como Castilla y León, La Rioja o Navarra aunque otras se encuentran muy por debajo de la media como Andalucía, Murcia o Extremadura.

## 2.2 La crisis de la educación científica

La obtención de estos resultados tan negativos por parte de los alumnos en las asignaturas de ciencias tienen su explicación según Pozo y Gómez (1998) en que los alumnos adolescentes tienen problemas a la hora de comprender conceptos como la discontinuidad de la materia, tienen dificultades en el aprendizaje de estrategias y procedimientos como la escasa generalización de los procedimientos adquiridos a otros contextos nuevos o el escaso significado que tiene el resultado obtenido y, especialmente, en los problemas actitudinales que muestran los alumnos hacia la ciencia.

**Tabla 1.** Algunas actitudes y creencias inadecuadas mantenidas por los alumnos con respecto a la naturaleza de la ciencia y su aprendizaje

- Aprender ciencia consiste en repetir de la mejor forma posible lo que explica el profesor en clase
- Para aprender ciencia es mejor no intentar encontrar tus propias respuestas sino aceptar lo que dice el profesor y el libro de texto, ya que está basado en el conocimiento científico
- El conocimiento científico es muy útil para trabajar en el laboratorio, para investigar y para inventar cosas nuevas, pero apenas sirve para nada en la vida cotidiana
- La ciencia nos proporciona un conocimiento verdadero y aceptado por todos
- Cuando sobre un mismo hecho hay dos teorías, es que una de ellas es falsa: la ciencia acabará demostrando cuál de ellas es la verdadera
- El conocimiento científico es siempre neutro y objetivo
- Los científicos son personas muy inteligentes, pero un tanto raras, que viven encerradas en su laboratorio
- El conocimiento científico está en el origen de todos los descubrimientos tecnológicos y acabará por sustituir a todas las demás formas del saber
- El conocimiento científico trae consigo siempre una mejora en la forma de vida de la gente

Extraída de Pozo y Gómez (1998)

Para los profesores, esta crisis de la educación científica viene provocada porque los alumnos no tienen base y llegan a cursos avanzados con problemas como deficiencias en relación al cálculo matemático o la escasa o nula interpretación de gráficos. Sin embargo, desde el punto de vista de los alumnos los profesores no saben explicar, hacen las clases aburridas y por lo tanto no se sienten motivados (Universidad Internacional de La Rioja, 2013).

Dado este marco de desinterés y desapego por las ciencias, parece claro que los profesores deben ser conscientes de los problemas ya mencionados que tienen los alumnos en relación a las ciencias y deben tener en cuenta el mundo en el que éstos se desenvuelven para con ello, promover pequeños cambios que favorezcan el proceso de enseñanza-aprendizaje. Como comentan Pozo y Gómez (1998) el problema es que los contenidos que se enseñan en las materias de ciencias apenas han cambiado mientras que tanto los destinatarios de dichas enseñanzas como las demandas que éstos tienen, sí que han cambiado.

### 2.3 Nuevas demandas educativas

Vivimos en una sociedad cambiante en la que lo que hoy es actualidad, mañana se ha quedado obsoleto. En los últimos años, numerosos autores y corrientes ideológicas anuncian la llegada de la sociedad de la información. Adell (1997) define dicha sociedad apoyándose en otros autores como: “un conjunto de transformaciones económicas y sociales que cambiarán la base material de nuestra sociedad” (párrafo 1). Una de las características más importantes de esta sociedad es la introducción de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en nuestras vidas cambiando nuestras formas de actuar y pensar (Adell, 1997). Pozo y Gómez (1998) añaden que esta sociedad junto con la aparición de las TIC hace necesaria la instauración de nuevos estilos de enseñanza y aprendizaje. El proceso de enseñanza-aprendizaje es una parte más de la cultura que todos debemos aprender y está sujeto al cambio con propia evolución de la educación.

Para Abrile de Vollmer (1994) esta situación es favorable para los cambios y para aplicar la creatividad en la resolución de problemas. Las formas tradicionales de operar se están quedando obsoletas ya que la sociedad está cambiando y es necesario adaptarse a las nuevas demandas.

Incluso las propias TIC están en un proceso de renovación y sufriendo una transformación a lo que se conoce como TAC, Tecnologías del Aprendizaje y el Conocimiento, que incluyen las TIC más una formación pedagógica que permita implantar nuevas metodologías más acordes a nuestro tiempo (Enríquez, 2012). Los docentes están en desventaja en este campo frente a sus alumnos que han crecido con las nuevas tecnologías y que forman una parte inseparable de sus vidas. Se hace por ello necesaria una mayor formación en este ámbito por parte de todos los responsables del sistema educativo para que las TIC tengan una finalidad realmente pedagógica (Sancho, 2008)

La nueva cultura educativa, que surge de un lado de la necesidad de cambiar el paradigma del proceso enseñanza-aprendizaje y de otro de la necesidad de adaptarse a las nuevas tecnologías, se enfoca en lo que se ha venido a llamar constructivismo científico. El enfoque constructivista se basa en la idea de que el proceso de enseñanza – aprendizaje conlleva la transformación de la mente de quien aprende, adquiriendo nuevos conocimientos e insertándolos y relacionándolos en la red cognoscitiva que el sujeto posee. Esto implica un cambio y una reconstrucción de su mente. Este enfoque se opone al modelo tradicional que se basa en la idea de que aprender y enseñar son meros procesos de repetición y memorización de conocimientos (Pozo y Gómez, 1998). En este sentido, como indica Fernández March (2005), aprender es un proceso constructivo en el que los aprendices integran en su red de conocimientos los nuevos conceptos y los relacionan con lo que ya saben. El papel del profesor en este proceso es el de guiar y orientar los esfuerzos de aprendizaje de sus alumnos.

Por lo tanto, las metodologías de enseñanza también deben cambiar y evolucionar según las demandas de la sociedad. No tiene sentido utilizar metodologías del siglo XX en alumnos del siglo XXI. Fernández March (2005) añade que deben ser los profesores los encargados de elegir la metodología a utilizar para lograr los objetivos propuestos teniendo en cuenta el perfil académico profesional, las características del proceso de enseñanza y las características estructurales y organizativas del lugar donde se va a trabajar con dicha metodología.

## 3 Planteamiento del problema

Como hemos visto anteriormente existe una gran diferencia entre lo que los profesores enseñan y lo que los alumnos aprenden. Por ello es importante analizar qué metodologías son las más adecuadas en cada contexto para el aprendizaje de las ciencias. No existe una receta o una metodología que asegure el éxito en el proceso educativo sino que es necesario conocerlas todas y aplicarlas según las necesidades y los requerimientos de cada caso.

La formación del profesorado de ciencias ha sido casi exclusivamente disciplinar y casi nada didáctica. Si a esto unimos el carácter selectivo que tiene este período educativo, el resultado es que el profesor adopta el papel de transmisor de conocimientos verbales mientras que el alumno adquiere un papel meramente reproductivo (Pozo y Gómez, 1998). Siguiendo con Pozo y Gómez (1998) “el verbo que define la actividad profesional de muchos profesores es aún hoy explicar la ciencia a sus alumnos; y el que define lo que hacen sus alumnos suele ser copiar y repetir” (p. 270). Los alumnos no son los mismos que hace 40 años, por lo que la forma de enseñar tampoco debería ser la misma. Es por ello que se hace necesaria la búsqueda de nuevas metodologías de enseñanza que motiven a los alumnos y que sean acordes a su día a día y al mundo que les rodea. Ésta es la razón del presente Trabajo Fin de Máster (en adelante TFM) que pretende demostrar que la metodología tradicional queda obsoleta a la hora de tratar con alumnos que viven en un mundo eminentemente tecnológico y que la aplicación de nuevas metodologías favorece el aprendizaje significativo en contraposición al aprendizaje memorístico.

### 3.1 Hipótesis

Se plantean dos hipótesis que se pretenden demostrar tras la realización del experimento. La primera se refiere a los resultados académicos de los alumnos después de realizar las actividades de aprendizaje por descubrimiento y la segunda a la motivación, satisfacción e interés de los alumnos con la metodología utilizada sirviéndonos para ello de la realización de una encuesta.

**Hipótesis 1.** La aplicación de una metodología activa basada en el descubrimiento del saber por parte del alumno y de características actualizadas a la sociedad, tecnológicamente hablando, proporciona mejores resultados y es más eficaz que una metodología tradicional. En otras palabras, el rendimiento académico del alumno aumenta si recibe la enseñanza con una metodología más contextualizada.

**Hipótesis 2.** La aplicación de una metodología activa basada en el descubrimiento del saber por parte del alumno y de características actualizadas a la sociedad tecnológicamente hablando aumenta el interés y la motivación de los alumnos.

## 3.2 Objetivos

El presente TFM tiene un objetivo principal y varios objetivos específicos necesarios para alcanzar el primero.

- **Objetivo principal**

Presentar la metodología de aprendizaje por descubrimiento como una metodología adecuada y acorde a las demandas de la sociedad actual y valorar la eficacia que tiene en alumnos que están acostumbrados a trabajar con una metodología tradicional.

- **Objetivos específicos**

Para la consecución de este objetivo principal, se hacen necesarios otros objetivos más específicos:

- Analizar las causas del elevado fracaso escolar que hay en España y los motivos de la crisis de la educación científica.
- Realizar una revisión bibliográfica para conocer las limitaciones de la metodología de enseñanza actual y la importancia del uso de nuevas metodologías para favorecer un aprendizaje significativo en el proceso de enseñanza–aprendizaje.
- Programar una aproximación a una unidad didáctica diseñando actividades de aprendizaje por descubrimiento.
- Adquirir por parte de los alumnos los conceptos, procedimientos y actitudes propios de la unidad didáctica estudiada.
- Analizar las opiniones y experiencias de los alumnos participantes en la realización de las actividades de aprendizaje por descubrimiento.

## 4 Marco teórico

### 4.1 Los datos de la educación en España

Diversos informes como los realizados por las Reales Sociedades de Física y Química (2006) o el Program for International Student Assessment (Informe PISA, 2009) reflejan claramente la crisis educativa actual en España y los problemas que tienen los alumnos en comprensión lectora, competencia matemática y ciencias. Los resultados son esclarecedores ya que España ocupa los últimos puestos en el ranking, muy por debajo de la media de la OCDE y de la mayoría de países europeos.

Las causas que los expertos atribuyen a este fracaso escolar son muchas y de distinta índole: desde el escaso número de horas lectivas que tiene la asignatura de Física y Química, hasta las relaciones familiares, la escasa base que tienen los alumnos y lo poco que se tienen en cuenta sus ideas previas o los problemas que tienen para la adquisición de conceptos y procedimientos y los problemas actitudinales de falta de motivación e interés que los adolescentes muestran hacia la ciencia.

Las demandas de la sociedad han evolucionado en los últimos años, mientras que los sistemas educativos siguen anclados en el pasado. Como señala Gros (2002) es probable que uno de los obstáculos más importantes de la educación y la formación en la actualidad sea que los enfoques instructivos que se están utilizando no se corresponden con las necesidades educativas y la sociedad actual en que vivimos.

### 4.2. Metodología tradicional

Se entiende por metodología tradicional al modelo más extendido a la hora de enseñar, es decir, al modelo más utilizado y que más tiempo ha perdurado. Como indica Gimeno Sacristán (1996) la forma prototípica de enseñar ciencia en la Educación Secundaria se debe a la formación recibida por los docentes y a la propia cultura educativa de esta etapa (Pozo y Gómez, 1998). Las características principales de esta forma prototípica de enseñar ciencia son que el profesor actúa como proveedor de conocimientos ya elaborados (Pozo, 1996a) mientras que el alumno actúa como consumidor de dichos conocimientos y los acepta sin cuestionárselos.

El verbo que define la labor del profesor es *explicar* y los que definen a los alumnos son *copiar y repetir*. El profesor expone los conocimientos mediante ‘clases magistrales’, mientras los alumnos toman apuntes, y realiza algunos ejercicios o

demostraciones que apoyen lo expuesto (Pozo y Gómez, 1998). De este modo se está fomentando una actitud reproductiva y simple del saber científico que no enseña a los alumnos a pensar (Quintanilla, 2006).

Por lo tanto, a la hora de evaluar a los alumnos, el profesor valora que los alumnos sean capaces de reproducir los más fielmente posible los conocimientos que en su momento les dio. También se utilizan problemas – tipo en los que el alumno tiene que aplicar una receta explicada previamente por el profesor para demostrar que ha entendido su explicación (Pozo y Gómez, 1998). Como los propios autores indican, esta forma de enseñar y evaluar conlleva numerosos problemas principalmente porque el modelo tradicional se encuentra obsoleto y descontextualizado en el marco de la sociedad actual. (Pozo, 1996a). Esta mera transmisión de conceptos y conocimientos no favorece que los alumnos aprendan a desarrollar estrategias y procedimientos de trabajo ni tengan una actitud positiva hacia la ciencia. Debido a que los profesores y alumnos no tienen las mismas metas y objetivos, se produce un divorcio tan acusado que propicia la desmotivación y el desinterés de los alumnos por el aprendizaje de la ciencia (Pozo y Gómez, 1998).

### 4.3. Constructivismo

El constructivismo es una corriente pedagógica con distintas teorías atribuidas a distintos autores: Piaget, Ausubel, Bruner y Vygotsky. La idea común que tienen todas ellas es que “aprender y enseñar implican transformar la mente de quien aprende, que debe reconstruir a nivel personal los procesos y productos culturales con el fin de apropiarse de ellos” (Pozo y Gómez, 1998).

Como indica Bengoechea (2006), hay que tener cuidado a la hora de utilizar indiscriminadamente el término constructivismo y no asociarlo a cualquier aprendizaje por el mero hecho de que éste provoque un cambio en el aprendiz y en su red cognoscitiva. La no diferenciación de un aprendizaje constructivista frente a uno que no lo es puede provocar caer en lo que Hernández Díaz (1997) denominó ‘ilusión constructivista’.

Según Bruner, (1996) algunas de las características de esta corriente pedagógica, que deben diferenciar el aprendizaje constructivista del que no lo es, son:

- La construcción del conocimiento se debe realizar a través de actividades ricas en contexto.
- El aprendiz construye nuevas ideas partiendo de unos conocimientos previos.
- El aprendiz posee una red cognoscitiva en la que incorpora los nuevos conceptos relacionándolos con lo que ya sabe. Esta red cognoscitiva se va modificando a medida que el sujeto aprende.
- Da importancia al proceso de aprender más que al resultado.
- Es importante no sólo 'qué' aprende sino 'cómo' lo aprende. Es decir, se da importancia a los procedimientos.
- El maestro no dota de conocimientos al alumno sino que le motiva y le guía para que los descubra por el mismo.
- El papel del alumno es activo.
- El aprendizaje se da a través de la construcción con la condición de que dicho aprendizaje sea significativo.

Como se ha señalado anteriormente, el aprendizaje constructivista se consigue realizando actividades contextualizadas. En este aspecto, las nuevas tecnologías ofrecen un abanico de posibilidades infinitas como es el caso de las redes sociales, las wikis o los blogs siempre que se usen con fines pedagógicos y de manera eficaz. Estas nuevas tecnologías, debido a la familiarización que los más jóvenes tienen con ellas, provocan que los alumnos aprendan mejor y sean elementos importantes en la construcción de su conocimiento (Hernández, 2008). La misma autora señala una serie de características que se tienen que dar para que el uso de este tipo de actividades sea efectivo en el proceso de construcción del conocimiento:

- Compromiso activo tanto por parte de los profesores como por parte de los alumnos.
- Participación en grupos, en la línea del aprendizaje social de Vygotsky, que defiende que la adquisición de habilidades se realiza de forma más exitosa si se lleva a cabo en sociedad que si se lleva a cabo por uno mismo.
- Interacción frecuente y retroalimentación, ya que una de las características de las TIC es que no tienen barreras espacio – temporales.

- Conexiones con el contexto del mundo real ya que, como explicábamos con anterioridad, los alumnos se encuentran muy familiarizados con estas nuevas tecnologías. Es cierto que en este sentido, los docentes necesitan una mayor formación en este campo.

### 4.3.1. Aprendizaje significativo

Para que un aprendizaje sea significativo tiene que tener dos características fundamentales: que quien lo aprende lo comprenda y que perdure en el tiempo. Estas características lo diferencian del aprendizaje de hechos o datos de forma memorística. La siguiente tabla muestra las diferencias entre estos dos tipos de aprendizaje.

**Tabla 2.** Diferencias entre hechos y conceptos como contenidos del aprendizaje.

	HECHOS	CONCEPTOS
<i>Consiste en</i>	Copia literal	Relación con conocimientos anteriores
<i>Se aprende</i>	Por repaso (repetición)	Por comprensión (significativo)
<i>Se adquiere</i>	De una vez	Gradualmente
<i>Se olvida</i>	Rápidamente sin repaso	Más lenta y gradualmente

Extraída de Pozo y Gómez (1998)

David Ausubel (1963) añade algunas características más del aprendizaje significativo que lo hace diferente del memorístico:

- Requiere de un rol activo por parte del que aprende y por lo tanto un esfuerzo por su parte.
- La nueva información se incorpora en la red cognoscitiva del que aprende.
- La meta de este aprendizaje es la autonomía del alumno. En definitiva, que sea capaz de aprender a aprender.
- Dicho aprendizaje puede producirse mediante exposición del profesor o descubrimiento del estudiante.

Estas características hacen que el aprendizaje significativo tenga mejores resultados que el memorístico aunque su puesta en marcha también sea más complicada.

## 4.4 La enseñanza por descubrimiento

Existe una corriente de pensamiento que defiende que la forma idónea de enseñar ciencia es mediante la transmisión por parte del profesor de los conocimientos científicos. En contraposición a esta corriente, surge otra que sostiene que hacer ciencia es la mejor forma de aprenderla (Pozo y Gómez, 1998). Como apuntan Sprinthall y Sprinthall (1996) y Santrok (2004) en el aprendizaje por descubrimiento los estudiantes construyen por sí mismos sus propios conocimientos mientras que en la enseñanza tradicional son meros receptores del conocimiento (Eleizalde, Parra, Palomino, Reyna y Trujillo, 2010). Es decir, que la mejor forma de aprender algo es descubrirlo por uno mismo. Como ya dijo Piaget (1970) si se le enseña algo prematuramente a un niño, se le impide descubrirlo por sí sólo y por lo tanto comprenderlo completamente.

Uno de los principales defensores del aprendizaje por descubrimiento es Jerome Bruner. Derivado de su pensamiento surgen cuatro hipótesis (Reibelo Martín, 1998):

- 1º) La primera hace referencia a que el alumno debe ser capaz de construir sus propios conocimientos incrementando así su potencia intelectual.
- 2º) La segunda se refiere a un paso de la motivación extrínseca a motivación intrínseca. El aprendiz no necesita de estímulos externos para motivarse.
- 3º) La tercera tiene que ver con la diferenciación que hace el aprendizaje por descubrimiento sobre qué aprender (conceptos) y cómo aprenderlos (estrategias y procedimientos).
- 4º) La cuarta y última hace referencia a la retención del aprendizaje, haciéndolo significativo e introduciéndolo en su red de conocimientos.

Para Pozo y Gómez (1998) este tipo de aprendizaje es especialmente efectivo en la enseñanza de las ciencias. Hay estudios como el de Bittinger (1968), Meconi (1978) y Santrok (2004) que demuestran que los estudiantes que utilizan estrategias que favorecen el aprendizaje por descubrimiento obtienen mejores resultados que aquellos que reciben una enseñanza basada en la transmisión de información (Eleizalde et al. 2010). Esto se debe a que con la realización de este tipo de actividades, los estudiantes son capaces de aprender estrategias de aprendizaje y procedimientos y extrapolarlos a otros contextos, creando una red cognitiva entre los nuevos conocimientos adquiridos y

los conocimientos previos favoreciendo un aprendizaje significativo, más duradero, en contraposición a un aprendizaje memorístico, más volátil.

Una posible secuencia para el desarrollo de actividades de descubrimiento sería la presentada por Joyce y Weil (1978).

- 1º) Presentación de una situación problemática
- 2º) Observación, identificación de variables y recogida de datos
- 3º) Experimentación, para comprobar las hipótesis formuladas sobre las variables y los datos
- 4º) Organización e interpretación de los resultados
- 5º) Reflexión sobre el proceso seguido y los resultados obtenidos

Esta metodología también tiene algunas limitaciones como que no pueda ser accesible a todos los alumnos o que asume la compatibilidad básica entre la mente de los científicos y la mente de los alumnos (Ausubel, Novak y Hanesian, 1978).

## 5 Desarrollo

### 5.1 Material y método

#### 5.1.1. Metodología

**A. Metodología cualitativa.** Se ha realizado una revisión bibliográfica sobre cuatro temas fundamentalmente: ‘La crisis educativa en España’, ‘La metodología tradicional’, ‘El aprendizaje por descubrimiento’ y ‘El aprendizaje significativo’. Con la revisión bibliográfica se ha conseguido conocer el estado actual de cada una de las cuestiones citadas anteriormente para poder orientar posteriormente el estudio. La bibliografía se ha seleccionado respondiendo a los siguientes criterios (Cordón, Vaquero y López, 2001):

- 1) Por su reconocimiento
- 2) Por su actualidad
- 3) Por su especial relevancia

Para la realización de este TFM se ha buscado información relacionada con la crisis educativa actual y más concretamente en el campo de las ciencias. A continuación se recabó información sobre las nuevas demandas educativas, los distintos tipos de metodologías de enseñanza – aprendizaje y en especial de la metodología por descubrimiento. En primer lugar, se utilizaron los manuales recomendados en las asignaturas cursadas en el Máster relacionadas con la realización de este trabajo: Historia y contenidos disciplinares de la especialidad, Estrategias de aprendizaje, Metodología de la especialidad, Recursos didácticos de la especialidad, Tecnologías de la información y la comunicación aplicadas a la educación e Innovación e investigación para la mejora de la práctica docente. A continuación se utilizaron buscadores como <http://dialnet.unirioja.es>, <http://reunir.unir.net> o <https://www.educacion.gob.es/teseo/> en los que se introdujeron para la búsqueda de artículos, Trabajos Fin de Máster y Tesis palabras clave como ‘crisis educativa actual’, ‘crisis de la educación científica’, ‘metodología tradicional’, ‘aprendizaje significativo y ‘metodología de aprendizaje por descubrimiento’.

**B. Metodología semi–cuantitativa.** Después de realizar una revisión bibliográfica para establecer el marco teórico de la investigación se lleva a la práctica lo estudiado para una UD de una materia de 4º de ESO. Consta por lo tanto de unos objetivos, del diseño de actividades para conseguirlos, de una serie de recursos para llevar a cabo dichas actividades y de la realización final de un examen como

herramienta de evaluación donde poder comprobar si se han cumplido los criterios de evaluación propuestos. Todo ellos de elaboración propia a través del uso de metodología de aprendizaje por descubrimiento como vehículo de construcción del conocimiento. Para el diseño de todos los puntos se tendrá en cuenta el marco legal impuesto por la Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación, Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria y Real Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. En el apartado Programación de actividades se expondrá el desarrollo de la Unidad Didáctica.

Para la realización del Test de Ideas Previas, el diseño de actividades, el examen final y la encuesta de satisfacción se utilizaron los libros de texto de Física y Química de 4º ESO de las editoriales Edebé y SM. Además se han utilizado páginas web como <http://recursostic.educacion.es/>, [www.encicloabierta.org](http://www.encicloabierta.org) y [www.educaplus.org/](http://www.educaplus.org/)

**C. Metodología cuantitativa.** Trata sobre los resultados obtenidos en el examen y la comparación con exámenes anteriores. Además se realiza una encuesta de satisfacción, motivación e interés en la que los alumnos pueden reflejar sus impresiones sobre las actividades realizadas. Los resultados tanto del examen como de la encuesta se exponen en el apartado *Resultados y análisis de los mismos*.

### 5.1.2. Muestra a estudio

Para la realización del estudio se ha utilizado una muestra de 41 alumnos de edades comprendidas entre los 15 y los 16 años de un centro concertado de la zona suroeste de Madrid. El centro educativo se localiza en un barrio obrero de una localidad que se encuentra a 12 kilómetros de Madrid. Las familias de los estudiantes son de clase media habiendo casos concretos de familias con menos recursos económicos.

La muestra está formada por chicos y chicas y de los 41 alumnos, sólo 4 son repetidores. Los alumnos están acostumbrados a recibir la enseñanza por el método tradicional. El número total de chicos es 29 (70,7% de la muestra) mientras que el número total de chicas es 12 (29,3% de la muestra).

## 5.2 . Resultados y análisis de los mismos

Para poder analizar la eficacia de la metodología de aprendizaje por descubrimiento se diseñaron 6 sesiones con actividades orientadas a favorecer dicho aprendizaje. La primera actividad que se realizó fue un Test de Ideas Previas para conocer el punto de partida y poder programar las actividades correctamente. Después de llevar a cabo las sesiones, se realizó un examen final para conocer la adquisición de conceptos y procedimientos por parte de los alumnos y poder comparar los resultados con las notas obtenidas en las otras dos evaluaciones, impartidas con la metodología tradicional.

Cabe destacar que aunque los objetivos de la unidad didáctica propuesta en relación a los conceptos teóricos van a ser los mismos, puesto que para ello nos basamos en los contenidos establecidos por el currículo oficial (Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria y Real Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria), en el caso de el diseño de la Unidad Didáctica mediante Investigación Dirigida, existirán otro tipo de objetivos destinados a la adquisición de procedimientos y estrategias y de actitudes. No obstante, y para que los resultados sean equiparables a anteriores evaluaciones, los criterios de evaluación, si bien distintos porque pertenecen a objetivos distintos, se evaluarán de forma uniforme, esto es, mediante un examen. En nuestro examen se han tenido en cuenta los objetivos a alcanzar mediante la realización de mapas conceptuales o actividades con applets. Los criterios de evaluación son los siguientes:

- Nota del examen = 60% de la nota final
- Respuestas a las actividades con applets = 15%
- Respuestas y gráfica del experimento de caída libre = 15%
- Actitud en clase (incluido el cuaderno) = 10%

Por último, se realizó una encuesta de satisfacción, motivación e interés.

Tras el análisis de los resultados obtenidos tanto en el examen como en la encuesta, se decide diferenciar entre las 2 clases de 4º ESO A y 4º ESO B dado que *a priori* existe una gran diferencia en relación a los resultados.

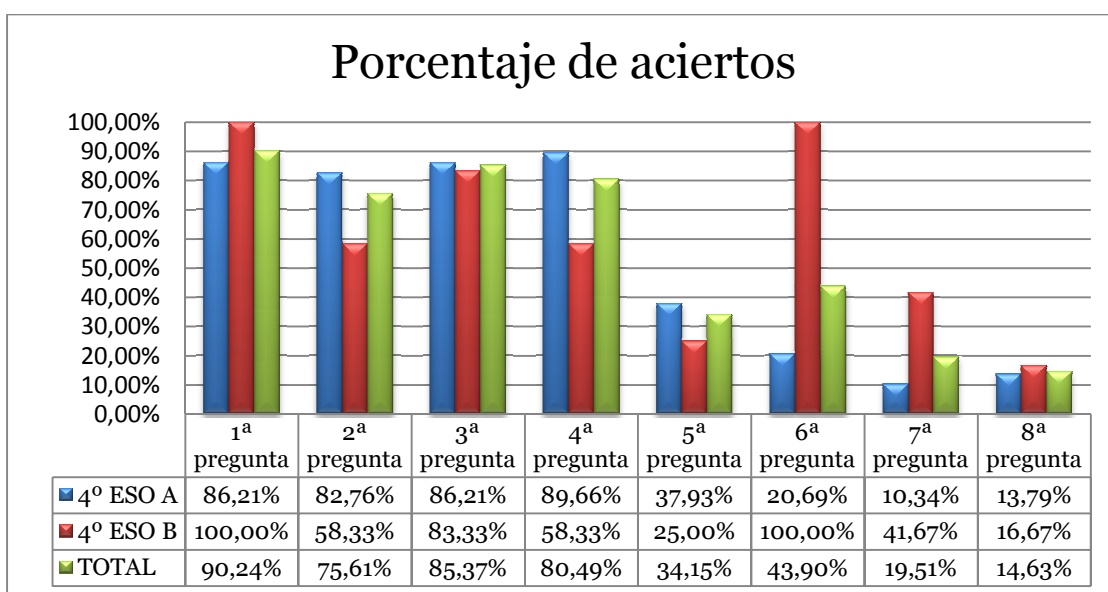
- **4º ESO A.** 29 alumnos (79,3% de chicos, 20,7% de chicas) de los cuales 4 son repetidores
- **4º ESO B.** 12 alumnos (50% de chicos, 50% de chicas) entre los que no hay ningún repetidor.

### 5.2.1. Test de Ideas Previas

La primera sesión consistió en la realización de un Test de Ideas Previas (en adelante TIP). Dicho Test se realizó una semana antes del inicio de la UD para tener tiempo de programar las actividades correctamente. El TIP consta de ocho preguntas tipo test con cuatro posibles respuestas. Las preguntas tratan sobre las Unidades Didácticas ‘Fuerza’ y ‘Energía’. Las cuatro primeras preguntas están relacionadas con conceptos teóricos y las cuatro restantes con problemas que requieren de un procedimiento para poder resolverse.

Antes de hacer el TIP se les explica a los alumnos su finalidad y se hace especial hincapié en que la nota que obtengan no se tendrá en cuenta a la hora de evaluar. De este modo se pretende que los alumnos no copien y los resultados se aproximen más a la realidad. Además, las preguntas que contesten erróneamente restan puntos con el objetivo de que contesten realmente lo que saben y no contesten al azar lo que falsificaría los resultados. El TIP se encuentra en el **Anexo 1**.

El siguiente gráfico muestra el porcentaje de respuestas conceptualmente correctas en las ocho preguntas del TIP en la totalidad de alumnos (verde) y diferenciando por clase, 4ºESO A (azul) y 4ºESO B (rojo).

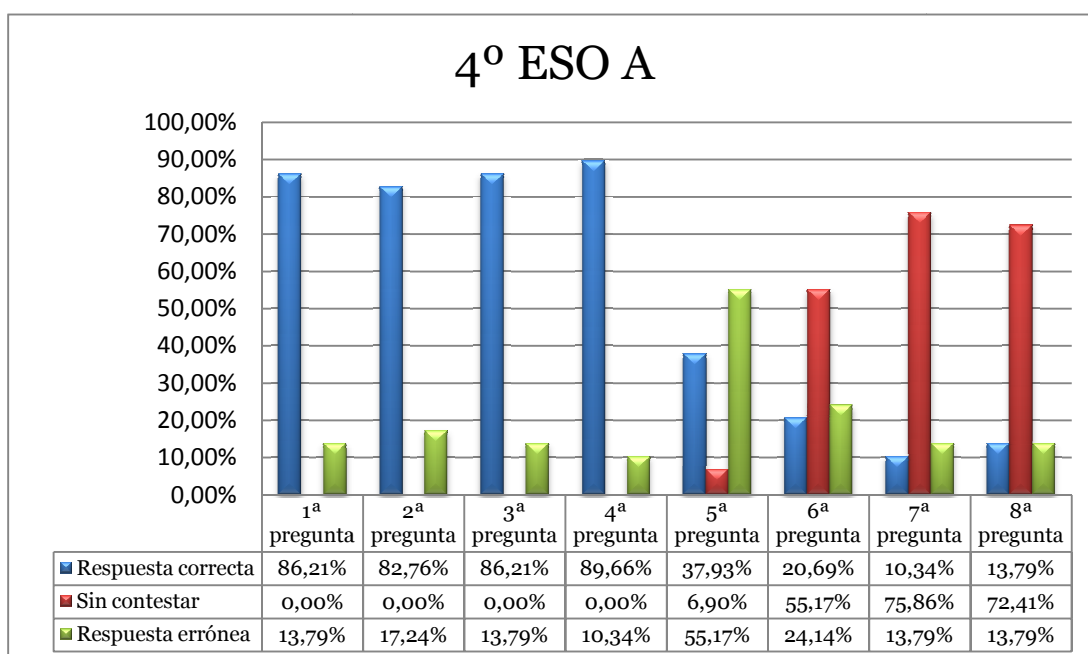


**Gráfico 3.** Porcentaje de aciertos en el TIP por clase y total

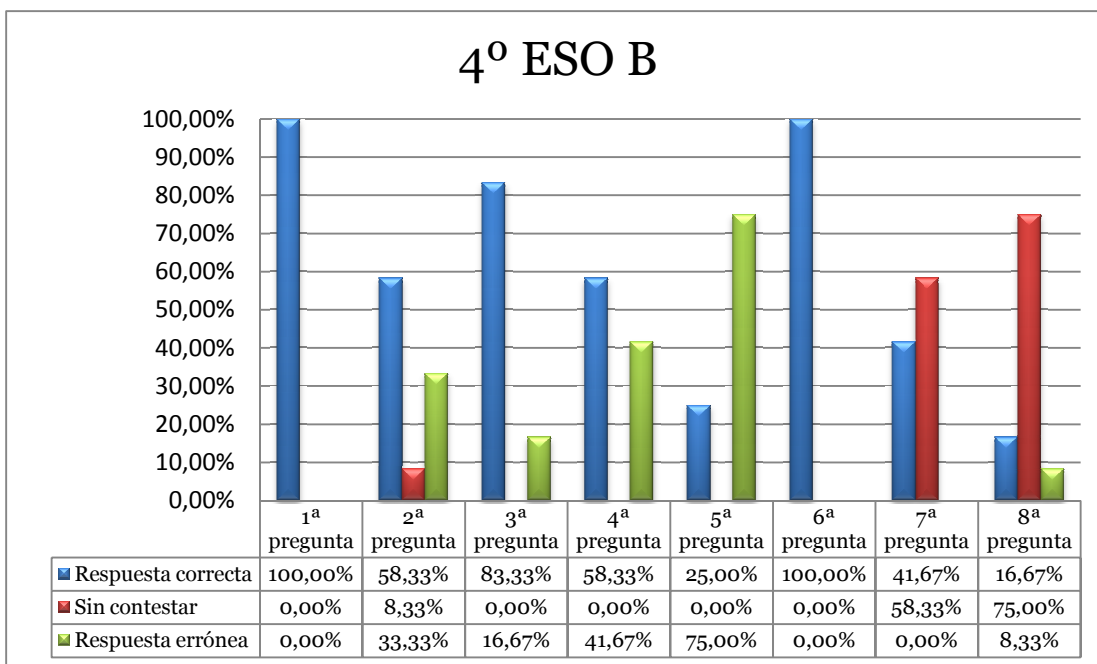
Las cuatro primeras preguntas arrojan unos resultados óptimos. Prácticamente todas las preguntas tienen más de un 80% de acierto por lo que los alumnos tienen bien asimilados los conceptos teóricos. En este grupo de preguntas los resultados son mejores para 4º ESO A (grupo más numeroso) que para 4º ESO B.

Las preguntas de la 5 a la 8 tienen unos resultados peores. Estos datos revelan que los alumnos tienen problemas a la hora de aplicar procedimientos y estrategias para la resolución de problemas. Sorprende sobre todo el resultado de la pregunta 6 ya que en 4º ESO A sólo un 21% de los alumnos contestaron correctamente mientras que en 4º ESO B dicha pregunta tuvo un acierto del 100%. Además coincide que de las preguntas de la 5 a la 8, la número 6 es la única en la que no se tiene en cuenta la fuerza de rozamiento y la que obtiene mejores resultados. De acuerdo con los resultados obtenidos en el TIP, se programa la Unidad Didáctica en consonancia.

Los dos siguientes gráficos muestran los resultados de las preguntas por clase, diferenciando entre preguntas contestadas correctamente (azul), preguntas no contestadas (rojo) y preguntas contestadas erróneamente (verde). El elevado porcentaje de preguntas no contestadas (rojo) entre la 5ª y la 8ª pregunta da mayor validez al estudio ya que los alumnos que no conocían la respuesta han decidido no contestar antes de contestar al azar y poder falsear los resultados.



**Gráfico 4.** Respuestas al TIP de 4º ESO A



**Gráfico 5.** Respuestas al TIP de 4º ESO B

### 5.2.2. Programación de actividades

La UD escogida para realizar el experimento es ‘Energía’ correspondiente al curso de 4ºESO. La utilización de dicha Unidad Didáctica para llevar a cabo el experimento se realiza al azar ya que no existe ningún motivo especial para su elección.

Para realizar la aproximación al diseño de una Unidad Didáctica nos basamos en los contenidos establecidos por el currículo oficial (Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria y Real Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria) que establece los contenidos de dicha UD, así como los objetivos y los criterios de evaluación.

- **Objetivos generales de la UD**

1. Comprender el concepto de energía.
2. Ser capaz de comprender la aplicación de los principios de conservación y degradación de la energía a los procesos cotidianos.
3. Adquisición de habilidades en relación al uso de mapas conceptuales para la comprensión de los conceptos.

4. Saber aplicar las ecuaciones de la energía cinética y la energía potencial en situaciones próximas al entorno que nos rodea.
5. Poder utilizar el principio de conservación de la energía mecánica para resolver problemas de conservación de energía.
6. Experimentar el principio de conservación de la energía mecánica.
7. Ser capaz de realizar gráficas espacio – tiempo para la caída libre de objetos con el fin de comprender la naturaleza de dicho movimiento.
8. Conocer y ser capaz de distinguir las distintas fuentes de energía con sus ventajas y sus inconvenientes.
9. Estar sensibilizado con los problemas que se plantean como consecuencia del uso de energías no renovables y la generación de residuos.
10. Preocuparse por el ahorro de energía y la reducción de la contaminación
11. Darse cuenta de la importancia del uso de la energía en el desarrollo humano.

- ***Competencias básicas***

Las competencias básicas se entienden como aquellos aprendizajes que se consideran imprescindibles y que el alumno/a debe haber desarrollado al finalizar esta etapa para el logro de su realización personal, el ejercicio de la ciudadanía activa, su incorporación satisfactoria a la vida adulta y el desarrollo de un aprendizaje permanente a lo largo de la vida. Las competencias básicas son las fijadas en el Anexo I del Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre

- Competencia en comunicación lingüística.
- Competencia matemática.
- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico.
- Tratamiento de la información y competencia digital.
- Competencia social y ciudadana.
- Competencia cultural y artística.
- Autonomía e iniciativa personal.
- Competencia para aprender a aprender.

Por su misma naturaleza las competencias básicas tienen un carácter transversal; por tanto, cada una de las competencias básicas se alcanzará a partir del trabajo en las diferentes materias de la etapa.

Las competencias básicas que se pretenden adquirir en esta UD y las actividades que se van a realizar para ello son:

- Expresar con rigor y precisión los conceptos referentes a la energía, lo que se corresponde con la competencia en comunicación lingüística. Para ello se realizarán debates y comentarios sobre vídeos.
- Efectuar cálculos energéticos con orden y claridad, lo que se corresponde con la competencia matemática.
- Conocer las principales fuentes de energía y comprender la necesidad de potenciar el uso de las fuentes de energía renovables, lo que se corresponde con la competencia social y ciudadana.
- Valorar de manera crítica todas aquellas actuaciones humanas que repercuten sobre el medio ambiente, lo que se corresponde con la competencia social y ciudadana.
- Utilizar applets para la resolución de problemas de energía, lo que se corresponde con el tratamiento de la información y competencia digital.
- Realizar mapas conceptuales como estrategia de aprendizaje, lo que se corresponde con la competencia de aprender a aprender.
- Realizar experimentos en los que se compruebe la conservación y degradación de la energía mecánica, lo que se corresponde con la competencia en el conocimiento e interacción con el mundo físico.

- ***Criterios de evaluación***

Los criterios de evaluación que se van a utilizar son:

- Comprender el concepto de energía e identificar distintas formas de energía en la naturaleza. (Objetivos 1 y 8)
- Valorar la importancia de utilizar de manera prioritaria las fuentes de energía renovables y de colaborar en el ahorro energético y el reciclaje de productos. (Objetivos 8, 9, 10 y 11)

- Identificar ejemplos de energía cinética, energía potencial gravitatoria y energía potencial elástica. (Objetivos 3 y 4)
- Comprender el significado de la energía cinética y de la energía potencial gravitatoria como formas de la energía mecánica, y calcular su valor. (Objetivos 3 y 4)
- Enunciar el principio de conservación de la energía mecánica y aplicarlo para determinar la posición y la velocidad de los cuerpos. (Objetivos 2, 5 y 7).
- Aplicar el concepto de degradación de energía mecánica para calcular fuerzas de rozamiento. (Objetivo 2)
- Valorar la relación existente entre el uso de la energía y el desarrollo humano. (Objetivos 9, 10 y 11).
- Realizar los cálculos con orden y claridad utilizando la unidad adecuada para cada magnitud. (Objetivos 4 y 5)
- Realizar las prácticas de laboratorio con interés y orden.(Objetivo 6)

- ***Herramientas de evaluación:***

La principal herramienta de evaluación y que más peso va a tener en la calificación final va a ser el examen. Se decide utilizar esta forma de evaluar para poder comparar los datos obtenidos con las calificaciones obtenidas en las dos primeras evaluaciones impartidas y evaluadas con metodología tradicional. Sin embargo, al realizar la aproximación al diseño de la UD por metodología por descubrimiento se tienen también en cuenta la adquisición de procedimientos y actitudes. Para la evaluación de la adquisición de procedimientos se añaden en el examen preguntas de realización de mapas conceptuales y se valoran las actividades con applets y la realización de la gráfica espacio – tiempo del experimento de caída libre. Para la evaluación de adquisición de actitudes se valora tanto la actitud en clase y durante los experimentos como el orden y claridad en el cuaderno. El peso correspondiente a cada herramienta de evaluación es:

- Nota del examen = 60% de la nota final
- Respuestas a las actividades con applets = 15%
- Respuestas y gráfica del experimento de caída libre = 15%
- Actitud en clase (incluido el cuaderno) = 10%

A continuación se detalla el desarrollo de las sesiones.

<p><b>Sesión 1</b></p> <p><u>Objetivos</u></p> <ol style="list-style-type: none"><li>1. Corregir el TIP y aclarar conceptos</li><li>2. Realizar mapas conceptuales con los conceptos clave de la Unidad Didáctica.</li><li>3. Comprender el concepto de energía.</li><li>4. Estar sensibilizado con los problemas que se plantean como consecuencia del uso de energías no renovables y la generación de residuos.</li><li>5. Preocuparse por el ahorro de energía y la reducción de la contaminación</li><li>6. Darse cuenta de la importancia del uso de la energía en el desarrollo humano.</li></ol> <p><u>Competencias</u></p> <ul style="list-style-type: none"><li>• Aprender a aprender (Objetivo 2)</li><li>• Competencia social y ciudadana (Objetivos 4, 5 y 6)</li><li>• Competencia lingüística (Objetivo 3)</li></ul>
<p><u>Actividades y temporalización:</u></p> <p>-Proyección de un vídeo introductorio sobre la energía, sus tipos y sus fuentes (15'). El vídeo está disponible en: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=-65tq3zPDpg">http://www.youtube.com/watch?v=-65tq3zPDpg</a></p> <p>-Proyección de un video referido al desarrollo sostenible y la importancia de ahorrar energía (5'). El video está disponible en: <a href="http://www.youtube.com/watch?v=yuGffdVWEhY">http://www.youtube.com/watch?v=yuGffdVWEhY</a></p> <p>- Corrección del TIP (20').</p> <p>-Explicación de cómo realizar mapas conceptuales. (15')</p>
<p><u>Descripción:</u></p> <p>Después de la proyección del primer vídeo se realiza un debate en el que se contestan las siguientes preguntas:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>• ¿Qué es la energía? Definición de energía.</li><li>• ¿Se puede crear energía?</li><li>• ¿Qué formas o tipos de energía aparecen en el vídeo?</li><li>• ¿Cuál es la mayor fuente de energía que posee el ser humano?</li><li>• ¿Qué fuentes de energía aparecen en el video? Diferencia entre fuentes de energía renovables y no renovables y las ventajas e inconvenientes de cada una.</li></ul> <p>Después del segundo vídeo se les pide a los alumnos que hagan una reflexión sobre el uso de las energías renovables y no renovables.</p> <p>Aclaración de algunos conceptos fundamentales como la descomposición de una fuerza o el efecto de la fuerza de rozamiento. Después de los malos resultados obtenidos en las preguntas de la 5 a la 8 es fundamental afianzar dichos procedimientos.</p> <p>Explicación de cómo realizar mapas conceptuales mostrando ejemplos concretos como estrategia de aprendizaje para el estudio de la Unidad Didáctica.</p>
<p><u>Recursos:</u></p> <p>-Proyector</p> <p>-Ordenador portátil</p> <p>-Aula convencional</p> <p>-Material de clase</p>

## Sesión 2

### Objetivos

1. Experimentar el principio de conservación de la energía mecánica.

### Competencias

- En el conocimiento y la interacción con el mundo físico (Objetivo 1)

### Actividades y temporalización:

Realización de un experimento sobre la conservación de la energía mecánica aplicando la metodología de aprendizaje por descubrimiento (55')

### Descripción:

La experiencia consiste en lanzar varios cuerpos de distinta masa desde distintas alturas conocidas y anotar el tiempo que tardan en llegar al suelo. Esta experiencia sirve para explicar la Ley de conservación de la energía. El experimento debe realizarse en grupos complementarios de 2 personas. Para que los grupos sean complementarios se tienen en cuenta los resultados del TIP. De esta forma se atiende a la diversidad. Antes de empezar la práctica se realizan a los alumnos las siguientes preguntas:

1. Si se dejan caer desde una altura determinada dos objetos con distintas masas. ¿Cuál llegará antes al suelo?
2. Si se deja caer un objeto desde una altura determinada y a continuación lo dejo caer desde una altura que es el doble que la inicial. ¿Tardará el doble de tiempo en llegar al suelo?

Se comprueba que los cuerpos con distintas masas llegan a la vez al suelo.

### Recursos

- Material necesario
  - Pelota de golf
  - Pelota de tenis
  - Bola de petanca
  - Cronómetro
  - Metro
- Alturas iniciales
  - Planta 1 → 3 metros
  - Planta 2 → 6 metros
  - Planta 3 → 9 metros
- Anotación de resultados. (en la tabla de resultados)

Tabla de resultados:

	3 metros			6 metros			9 metros		
Pelota de golf									
Pelota de tenis									
Bola de petanca									

**Tabla 3.** Anotación de tiempos para el experimento de caída libre

### **Sesión 3**

#### Objetivos

1. Aplicar las ecuaciones de la energía cinética y la energía potencial.
2. Utilizar el principio de conservación de la energía mecánica.
3. Realizar gráficas espacio – tiempo para la caída libre de objetos.

#### Competencias

- Matemática (Objetivos 1, 2 y 3)
- Aprender a aprender (Objetivo 3)

#### Actividades y temporalización:

En la tercera sesión se realizan gráficas espacio – tiempo con los resultados obtenidos en el experimento. (25')

Sacar conclusiones y contestar a las preguntas. (30')

#### Descripción:

Las gráficas se realizan en hojas de papel milimetrado para tener mayor fiabilidad. Una vez terminada la experiencia los alumnos deben ser capaces de contestar a las preguntas:

1. El tiempo que tarda en llegar un objeto al suelo (o la velocidad con la que llega al suelo) no depende de la masa del objeto. En la tabla se tiene que ver que para una misma altura todas las pelotas tardan lo mismo en llegar al suelo.
2. Al duplicar la altura desde la que se dejan caer los objetos no se duplica el tiempo que tardan en recorrer ese espacio porque está actuando la gravedad y los cuerpos tienen aceleración. Por lo tanto la velocidad con la que llega el cuerpo al suelo depende de la gravedad.

#### Recursos:

Aula convencional  
Hojas de papel milimetrado

### **Sesión 4**

#### Objetivos

1. Comprender el concepto de energía
2. Aplicar los principios de conservación y degradación de la energía a los procesos cotidianos.
3. Utilizar el principio de conservación de la energía mecánica.
4. Experimentar el principio de conservación de la energía mecánica.

#### Competencias

- Tratamiento de la información y competencial digital (Objetivos 1, 2, 3 y 4)

#### Actividades y temporalización:

Utilización de Applets para asentar los conceptos de conservación de la energía mecánica y de rozamiento. (Aproximadamente 15' por applet).

Descripción:

Para cada Applet se realizan una serie de preguntas que los alumnos tienen que contestar antes de finalizar la clase.

**1. ¿Cuál cae primero?**

[http://recursos.encicloabierta.org/telesecundaria/2tls/2\\_segundo/2\\_Fisica/2f\\_b01\\_t0\\_2\\_s01\\_descartes/index.html](http://recursos.encicloabierta.org/telesecundaria/2tls/2_segundo/2_Fisica/2f_b01_t0_2_s01_descartes/index.html)

- ¿Qué cuerpo y para qué condiciones tarda menos tiempo en caer?
- ¿Qué cuerpo y para qué condiciones tarda más en caer?
- ¿Qué pasa si quitamos el aire?
- Si ponemos el aire al máximo y tiramos 2 pesos distintos, ¿tardan el mismo tiempo en caer?

**2. Montaña rusa**

[http://recursos.encicloabierta.org/telesecundaria/2tls/2\\_segundo/2\\_Fisica/2f\\_b02\\_t0\\_3\\_s02\\_descartes/index.html](http://recursos.encicloabierta.org/telesecundaria/2tls/2_segundo/2_Fisica/2f_b02_t0_3_s02_descartes/index.html)

- ¿Qué tipo de energía representa cada color de la barra?
- ¿Existe rozamiento? Justifica tu respuesta

**3. Caída libre**

[http://www.educaplus.org/movi/4\\_2caidalibre.html](http://www.educaplus.org/movi/4_2caidalibre.html)

- ¿Qué pasa si variamos la masa?
- ¿Qué pasa si variamos la gravedad?

**4. Pérdida de energía en el rebote de una pelota**

- Manteniendo constante la energía, varía la masa, ¿qué pasa?
- Manteniendo constante la masa, varía la energía, ¿qué ocurre?
- ¿Por qué la pelota nunca alcanza la altura inicial después del bote?

<http://zebu.uoregon.edu/1998/ph101/pe1.html>

Recursos:

Aula de ordenadores

**Sesión 5**

Objetivos

1. Experimentar el principio de conservación de la energía mecánica.

Competencias

- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. (Objetivo 1)
- Autonomía e iniciativa personal. (Objetivo 1)

Actividades y temporalización:

Realización en el aula de tecnología de 2 experimentos que explican muy gráficamente la Ley de conservación de la energía mecánica (25' por experimento).

Descripción:

Los videos explicativos de dichos experimentos están disponibles en:

[http://www.youtube.com/watch?v=K\\_nwKYATYoE](http://www.youtube.com/watch?v=K_nwKYATYoE)

<http://www.youtube.com/watch?v=A3VtQ2QL01U>

Recursos:

Aula de ordenadores  
Aula de tecnología  
Balón de baloncesto  
Pelota de tenis  
Lata de conservas  
Gomas  
Pilas de petaca  
Cinta adhesiva  
Lápices

## **Sesión 6**

Objetivos

1. Aplicar los principios de conservación y degradación de la energía a los procesos cotidianos.
2. Utilizar el principio de conservación de la energía mecánica.
3. Experimentar el principio de conservación de la energía mecánica.

Competencias

- Competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico. (Obj. 1,2 y 3)
- Competencia matemática (Objetivos 1 y 2)

Actividades y temporalización:

Realización del montaje de una rampa para calcular el rozamiento de varios objetos en varias superficies distintas (55').

Descripción:

Se realiza una rampa que tenga el menor rozamiento posible. Para realizarla se utilizan estuches, carpetas, cuadernos y reglas. Al final de la rampa se coloca un fieltro en el plano horizontal. Se lanza desde el punto más alto de la rampa (a una altura conocida) una ficha de plástico de la que conozcamos su masa. Llamaremos A al punto más elevado de la rampa, B al punto final de la rampa y C al punto donde se para la ficha en el fieltro. Dado que entre la pieza y la rampa no debería haber rozamiento se cumple:

$$E_{\text{potencial A}} = E_{\text{cinética B}} = W_{\text{rozamiento}}$$

Conociendo la altura inicial desde la que lanzamos la ficha podemos conocer el coeficiente de rozamiento  $\mu$  del fieltro. Se lanzará la ficha varias veces para hacer la media aritmética. A continuación se cambia el fieltro por otra superficie y se repite el experimento. Por último, se cambia la ficha por otra de masa distinta y se vuelve a repetir el experimento.

Recursos:

Rampa. La rampa se realiza con material escolar (carpetas, cuadernos...)  
Calculadora

Una vez terminadas las actividades se realiza un examen final para conocer la calificación de los alumnos. El examen se encuentra en el **Anexo 2**.

### 5.2.3. Resultados del examen final

Los criterios de evaluación que se van a utilizar son los especificados en el epígrafe 5.2.2.

Como herramientas de evaluación se van a utilizar: un examen, una actividad con applets, un experimento de caída libre y la actitud en clase junto con la claridad y orden en el cuaderno. El peso específico que se le va a dar a cada apartado aparece reflejado en el **Anexo 3**.

Como se ha explicado con anterioridad la principal herramienta de evaluación que se va a utilizar va a ser un examen. Se decide utilizar dicha herramienta para poder comparar los datos con los de las dos primeras evaluaciones. Sin embargo, se tendrá en cuenta la adquisición de procedimientos y actitudes como criterio evaluador de la metodología que se quiere aplicar. La nota definitiva por los alumnos será la suma de los apartados especificados en el apartado *Herramientas de evaluación*. Dicha muestra se comparará con el promedio de las calificaciones obtenidas en las dos primeras evaluaciones con el objetivo de evaluar la eficacia de la metodología conociendo para ello si la evolución es positiva o negativa y si las diferencias son significativas. En este proceso de evaluación de la eficacia de la metodología utilizada se realizarán tablas comparativas, gráficos de evolución, pruebas de normalidad y pruebas *t de student*.

Debido a la diferencia de los resultados obtenidos *a priori* en el examen se decide diferenciar entre las clases.

Los datos muestran que la media de las calificaciones ha aumentado si comparamos las calificaciones obtenidas en el TIP con las obtenidas en el examen final:

	TIP (promedio)	Examen final (promedio)
4ºESO A	4,53	5,53
4ºESO B	5,94	7,29

**Tabla 4.** Resultados promedio en TIP y Examen final para 4ºESO A y 4º ESO B

A la vista de los resultados de la tabla las calificaciones y después de realizar las actividades de aprendizaje por descubrimiento, los resultados mejoraron en un 22% para 4º ESO A y en un 23,4 % para 4º ESO B.

### 5.2.3.1. 4ºESO A

#### 5.2.3.1.1. Tabla de calificaciones

La siguiente tabla muestra las calificaciones obtenidas por los alumnos de 4ºESO A en las dos primeras evaluaciones, el TIP y el examen final.

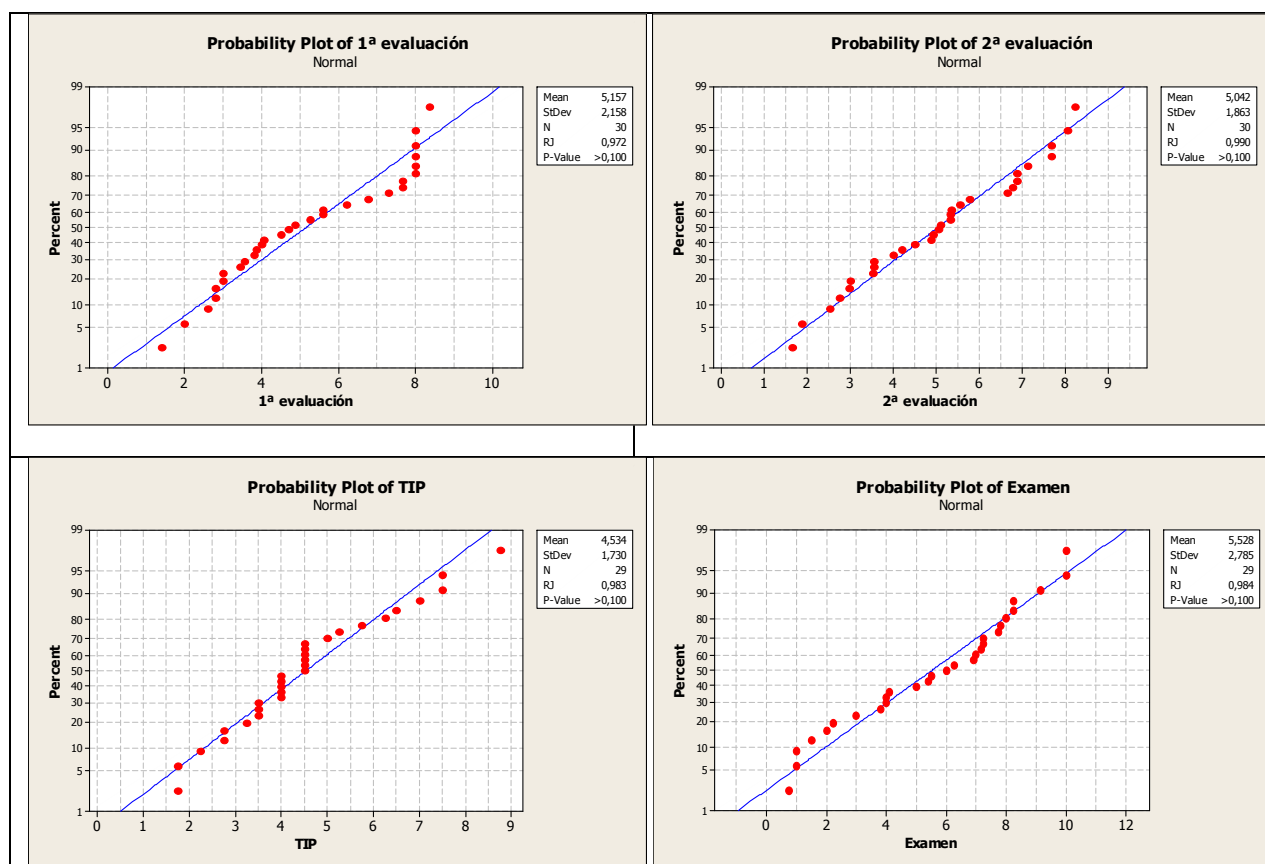
4º ESO A	Calificaciones			
	Alumno	1ª evaluación	2ª evaluación	Test de Ideas Previas
1	4,85	5,32	1,75	8,25
2	1,4	1,65	3,25	1,5
3	5,25	3,56	5,75	1
4	7,3	3,01	4	2,25
5	6,75	5,05		6
6	3,55	5,55	5	1
7	2,8	5,31	3,5	7,15
8	3	2,75	7,5	6,25
9	5,6	1,88	3,5	0,75
10	3,85	4	5,25	4
11	2	4,5	2,25	3,8
12	8	7,66	7	4,1
13	7,65	6,76	6,25	6,9
14	4,5	5,76	3,5	7,8
15	4,05	6,87	4,5	8
16	8	8,05	7,5	7,25
17	8	3,52	1,75	7,75
18	8,35	8,21	4	7,25
19	5,6	7,11	4,5	10
20	8	5,35	4,5	
21	2,8	4,92	4,5	5
22	3	7,66	4	5,4
23	7,65	5,08	4	3
24	3,45	2,52	4	4
25	4,7	4,2	4,5	10
26	4	4,87	6,5	7
27	2,6	2,98	2,75	5,5
28	8	6,87	4,5	9,15
29	3,8	3,55	2,75	2
30	6,2	6,65	8,75	8,25
Media	5,16	5,04	4,53	5,53
Mínimo	1,4	1,65	1,75	0,75
Máximo	8,35	8,21	8,75	10
Desviación estándar	2,16	1,86	1,73	2,78

**Tabla 5.** Comparación de calificaciones entre 1ª evaluación, 2ª evaluación, TIP y Examen para 4º ESO A

### 5.2.3.1.2. Pruebas de normalidad y de t - student

Para dar validez al estudio se realiza la prueba de normalidad de las muestras siguiendo el método de Ryan–Joiner. De este modo podemos medir que la totalidad de la clase tiene en sí un comportamiento ‘normal’, esto es, un comportamiento que estadísticamente se asemeja a una campana de Gauss. En el caso de que esto no ocurriese, podríamos estar ante un caso de resultado no válido porque no sería lógico pensar ni que de repente, todos los alumnos pasen a suspender, ni que todos pasen a sacar un sobresaliente en la materia.

Dado que el *p-valor* es mayor que 0,1 en los cuatro casos, se considera que los datos siguen una distribución próxima a la distribución normal, esto es, a una campana de Gauss.



**Gráfico 6.** Pruebas de normalidad. Calificaciones, 1ª evaluación, 2ª evaluación, TIP y examen para 4º ESO A.

Una vez comprobada la normalidad de las muestras se decide realizar la prueba *t de student* para comparar las medias de las muestras y comprobar si hay diferencias significativas antes y después de la aplicación de las actividades de aprendizaje por

descubrimiento. La prueba se realiza con un nivel de confianza del 95% ( $\alpha = 0,05$ ) y planteando las siguientes hipótesis:

- **Hipótesis Nula  $H_0$ :** las calificaciones obtenidas al realizar actividades de aprendizaje por descubrimiento en la UD 'Energía' de la materia 'Física y Química' del currículum de 4ºESO no son significativamente diferentes de las calificaciones obtenidas antes de aplicar dicha metodología.

- **Hipótesis alternativa  $H_1$ :** las calificaciones obtenidas al realizar actividades de aprendizaje por descubrimiento en la UD 'Energía' de la materia 'Física y Química' del currículum de 4ºESO sí son significativamente diferentes de las calificaciones obtenidas antes de aplicar dicha metodología.

- $H_0: \mu_{\text{antes}} = \mu_{\text{después}}$

- $H_1: \mu_{\text{antes}} \neq \mu_{\text{después}}$

Se comparan dos pares de muestras: la calificación media de las dos primeras evaluaciones con la calificación del examen final y la calificación del TIP con la calificación del examen final. Para la realización del estudio se utiliza el software *Minitab*.

- **Comparación entre las dos primeras evaluaciones y examen final**

	N	Mean	StDev	SE Mean
Eval. 4ºA	28	5,01	1,74	0,33
Examen 4ºA	28	5,51	2,83	0,54

Difference =  $\mu$  (Eval. 4ºA) -  $\mu$  (Examen 4ºA)

Estimate for difference: -0,496

95% CI for difference: (-1,763; 0,771)

T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -0,79 **P-Value = 0,434** DF = 44

Dado que  $p$  – valor  $> 0,05$  se acepta como válida la hipótesis nula  $H_0$  de que la diferencia entre las muestras no es significativa.

- **Comparación entre TIP y Examen final**

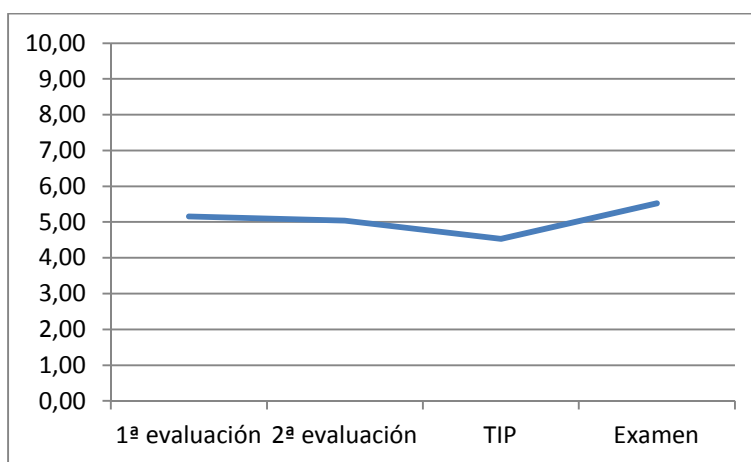
	N	Mean	StDev	SE Mean
TIP 4ºA	28	4,54	1,76	0,33
Examen 4ºA	28	5,51	2,83	0,54

Difference = mu (TIP 4ºA) - mu (Examen 4ºA)  
 Estimate for difference: -0,975  
 95% CI for difference: (-2,245; 0,295)  
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1,55 **P-Value = 0,129** DF = 45

Dado que p – valor > 0,05 se acepta como válida la hipótesis nula Ho de que la diferencia entre las muestras no es significativa. Este par de muestras es más diferente que el anterior y se acerca más a la hipótesis alternativa H1 ya que el p – valor es más bajo y se aproxima más a 0,05.

### 5.2.3.1.3 Evolución

La evolución de las calificaciones de los estudiantes desde la 1ª evaluación hasta el examen realizado después de las actividades de aprendizaje por descubrimiento aparece reflejada en el siguiente gráfico.



**Gráfico 7.** Evolución de las calificaciones para 4º ESO A

En el gráfico se observa que la tendencia es creciente, es decir, los resultados son cada vez mejores. Las calificaciones de las dos primeras evaluaciones son muy similares y próximas al 5. En el TIP las calificaciones son peores tomando un valor de 4,53 puntos. Por último, en el examen realizado después de llevarse a cabo las actividades de aprendizaje por descubrimiento la calificación obtenida es la más alta de las cuatro alcanzando los 5,53 puntos.

## 5.2.3.2. 4ºESO B

### 5.2.3.2.1. Tabla de calificaciones

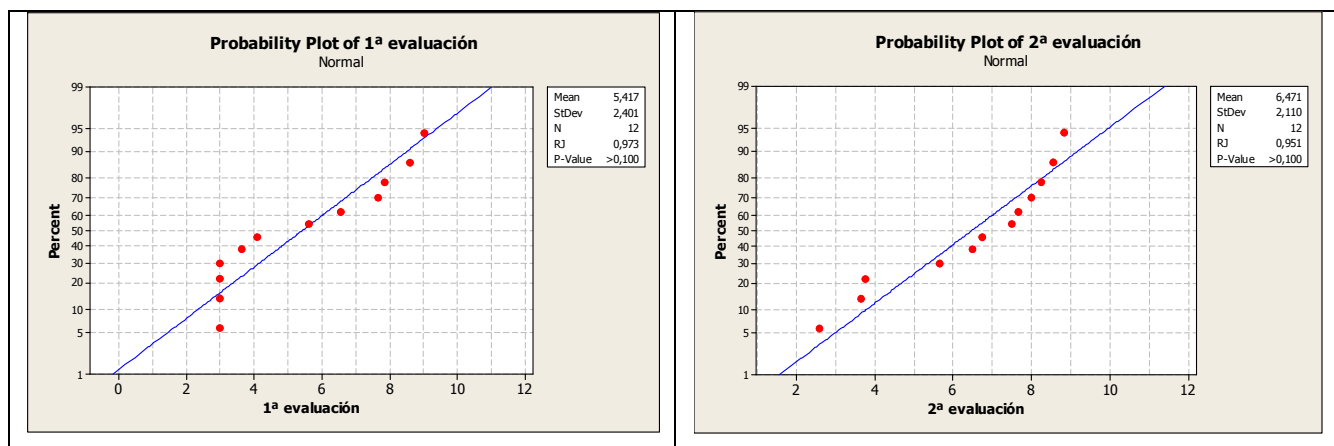
La siguiente tabla muestra las calificaciones obtenidas por los alumnos de 4ºESO B en las dos primeras evaluaciones impartidas con la metodología tradicional, el TIP y el examen final después de realizar las actividades de aprendizaje por descubrimiento.

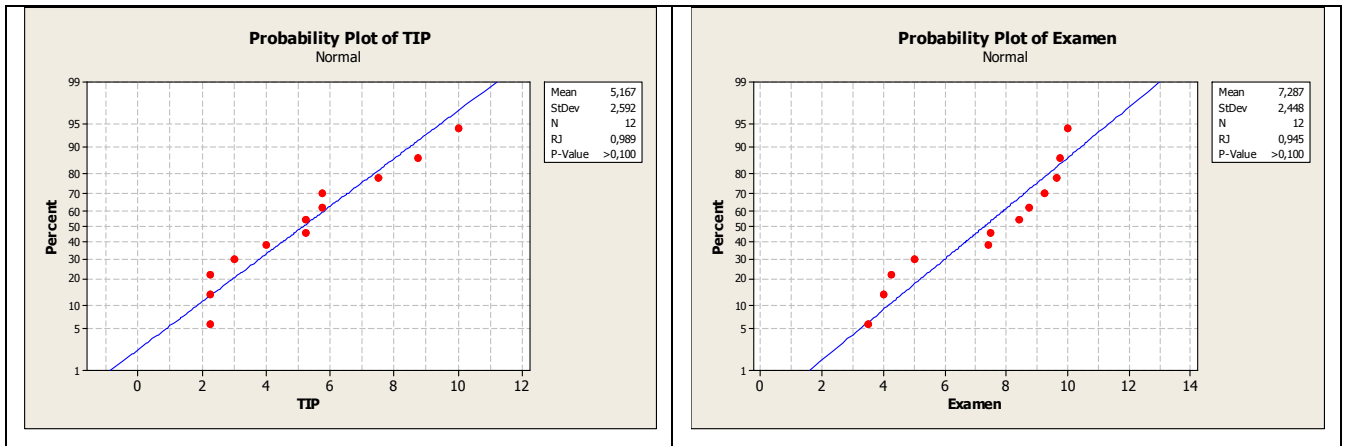
4º ESO B	Calificaciones			
	1ª evaluación	2ª evaluación	Test de Ideas Previas	Examen
1	9	8,54	10	8,75
2	4,1	2,6	2,25	3,5
3	7,85	7,65	4	7,5
4	3	5,65	5,75	4
5	3	3,64	5,75	7,4
6	8,6	8	5,25	9,75
7	3,65	3,75	2,25	4,25
8	3	6,75	8,75	8,4
9	6,55	8,83	5,25	9,65
10	3	7,5	7,5	10
11	5,6	6,5	2,25	5
12	7,65	8,25	3	9,25
Media	5,42	6,47	5,17	7,29
Mínimo	3	2,6	2,25	3,5
Máximo	9	8,83	10	10
Desviación estándar	2,40	2,11	2,59	2,45

**Tabla 6.** Comparación de calificaciones entre 1ª evaluación, 2ª evaluación, TIP y Examen para 4º ESO B

### 5.2.3.2.2. Pruebas de normalidad y de t - student

Igual que en el caso de 4ºESO A, se realiza la prueba de normalidad de las cuatro muestras correspondientes a las calificaciones de los alumnos de 4ºESO B.





**Gráfico 8.** Pruebas de normalidad. Calificaciones, 1ª evaluación, 2ª evaluación, TIP y examen para 4º ESO B.

Las pruebas de normalidad de las muestras determinan que las cuatro se asemejan a una distribución normal ya que  $p - \text{valor} > 0,1$ . Se realiza por lo tanto la prueba  $t - student$  siguiendo el mismo procedimiento explicado en el punto 5.2.3.1.2.

- **Comparación entre las dos primeras evaluaciones y examen final**

	N	Mean	StDev	SE Mean
Eval. 4ºB	12	5,94	2,06	0,60
Examen 4ºB	12	7,29	2,45	0,71

Difference =  $\mu$  (Eval. 4ºB) -  $\mu$  (Examen 4ºB)  
 Estimate for difference: -1,344  
 95% CI for difference: (-3,265; 0,578)  
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -1,45 **P-Value = 0,161** DF = 21

Dado que  $p - \text{valor} > 0,05$  se acepta como válida la hipótesis nula  $H_0$  de que la diferencia entre las muestras no es significativa.

- **Comparación entre TIP y Examen final**

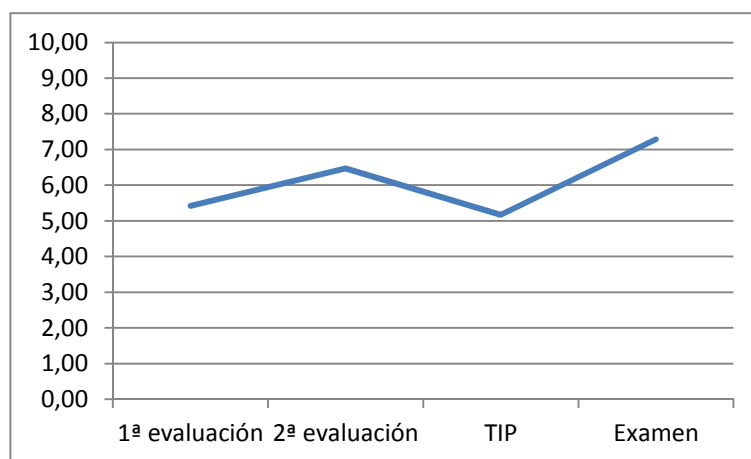
	N	Mean	StDev	SE Mean
TIP 4ºB	12	5,17	2,59	0,75
Examen 4ºB	12	7,29	2,45	0,71

Difference =  $\mu$  (TIP 4ºB) -  $\mu$  (Examen 4ºB)  
 Estimate for difference: -2,12  
 95% CI for difference: (-4,26; 0,02)  
 T-Test of difference = 0 (vs not =): T-Value = -2,06 **P-Value = 0,052** DF = 21

Dado que  $p - \text{valor}$  es prácticamente 0,05 se puede descartar la hipótesis nula  $H_0$  y aceptar la hipótesis alternativa  $H_1$  que determina que la diferencia entre las muestras sí es significativa.

### 5.2.3.2.3. Evolución

La evolución de las calificaciones de los estudiantes de 4ºESO B desde la 1ª evaluación hasta el examen realizado después de las actividades de aprendizaje por descubrimiento aparece reflejada en el siguiente gráfico.



**Gráfico 9.** Evolución de las calificaciones para 4º ESO B

En el gráfico se observa que la tendencia es creciente, es decir, los resultados son cada vez mejores. Se aprecia diferencia entre las dos primeras evaluaciones y el examen final aunque según hemos visto en el estudio *t – student* anterior dicha diferencia no es significativa. Sin embargo, entre el TIP y el examen final la diferencia sí que es significativa ya que la diferencia entre las medias de las dos muestras supera los dos puntos. La calificación del último examen es la más alta de las cuatro.

### 5.2.3.3. Comparación de resultados

La tabla muestra los resultados obtenidos en las calificaciones del promedio de las dos primeras evaluaciones y del examen final diferenciando por clases.

	Calificación promedio evaluaciones 1 y 2	Calificación examen final
4º ESO A	5,04	5,53
4º ESO B	5,94	7,29

**Tabla 7.** Comparación de calificaciones medias entre evaluaciones 1 y 2 y examen final

La mejoría en el caso de 4ºESO A (clase más numerosa) es de un 9,72% mientras que en la clase de 4º ESO B (clase menos numerosa) es de un 22.73%.

	Porcentaje de aprobados en evaluaciones 1 y 2	Porcentaje de aprobados en examen final
4º ESO A	50%	64,3%
4º ESO B	58,3%	75%

**Tabla 8.** Comparación de porcentaje de aprobados entre evaluaciones 1 y 2 y examen final

En cuanto al número de aprobados, en 4ºESO A han aprobado el examen final el 14,3% más de alumnos en el examen final que en las dos primeras evaluaciones, mientras que en 4ºESO B dicho valor ascendió a un 16,7%.

#### 5.2.4. Encuesta de satisfacción, motivación e interés

Al finalizar la Unidad Didáctica, y previamente al conocimiento por parte de los alumnos de las calificaciones obtenidas en el examen, se realiza una encuesta con el objetivo de medir el grado de aceptación que ha tenido la metodología de aprendizaje por descubrimiento. Las valoraciones que los alumnos pueden dar a cada pregunta se corresponden con:

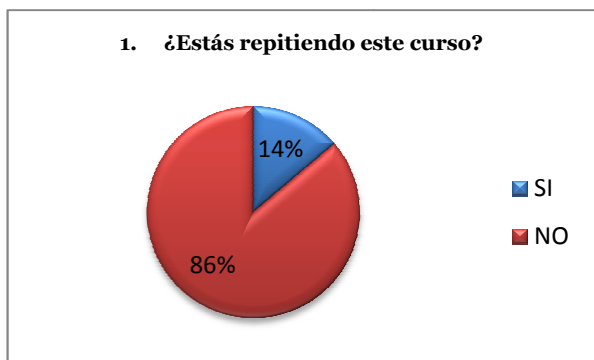
- 1 → No / Nada
- 5 → Sí / Totalmente de acuerdo

La encuesta realizada se encuentra en el **Anexo 4**. Debido a la diferencia de calificaciones entre las clases participantes, se decide diferenciar los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción, motivación e interés.

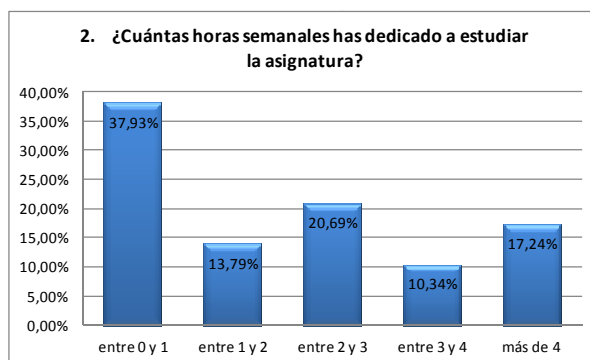
##### 5.2.4.1. 4º ESO A

- **Características de la muestra**

Las cinco primeras preguntas de la encuesta hacen referencia a las características de los alumnos de la clase de 4ºESO A.

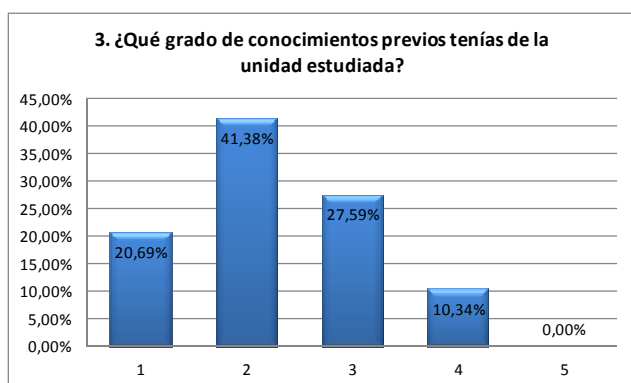


**Gráfico 10.** Porcentaje de repetidores en 4º ESO A

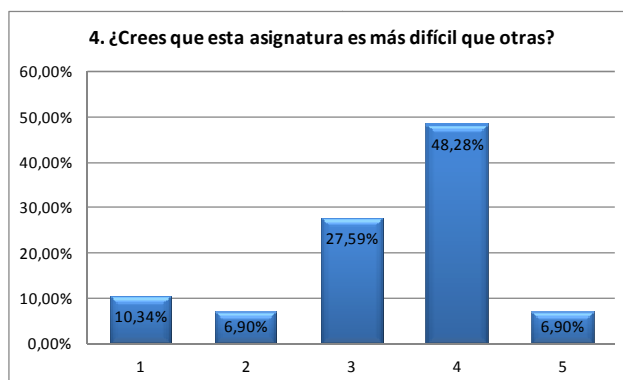


**Gráfico 11.** Horas de estudio semanales en 4º ESO A

En la muestra de 4ºESO A, el 14 % de los alumnos están repitiendo este curso. Las horas que los alumnos dedican a estudiar son escasas ya que casi el 40% de los estudiantes dedica menos de una hora a la semana.

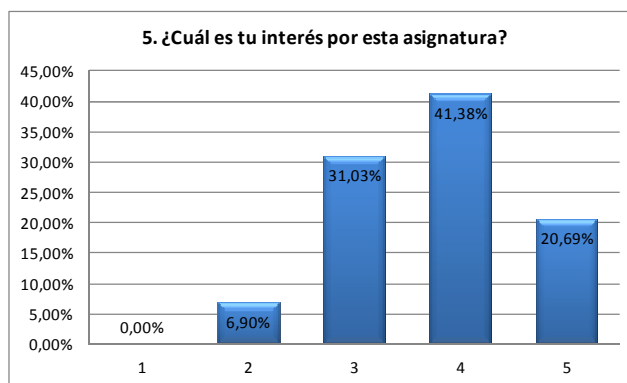


**Gráfico 12.** Nivel de conocimientos previos de 4º ESO A



**Gráfico 13.** Grado de dificultad en 4º ESO A

La pregunta tres muestra que los alumnos reconocen que sus conocimientos previos sobre la unidad estudiada son escasos. La mayoría de los valores se agrupan en el intervalo 1 – 3, siendo 2 la respuesta más elegida. La pregunta cuatro trata sobre la dificultad de la materia ‘Física y Química’ siendo 4 la respuesta más repetida. Los alumnos piensan que esta materia es algo más difícil que las demás aunque muy pocos elijan 5 como respuesta.

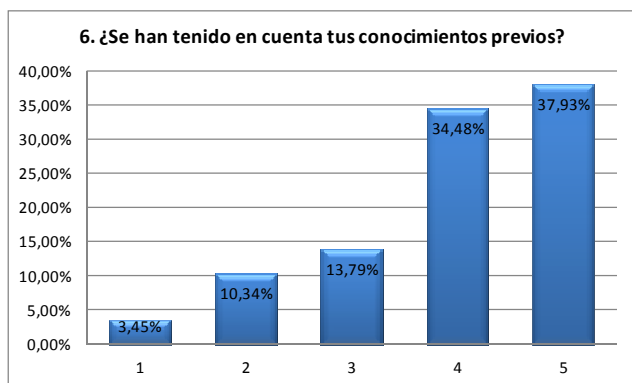


**Gráfico 14.** Grado de interés en 4º ESO A

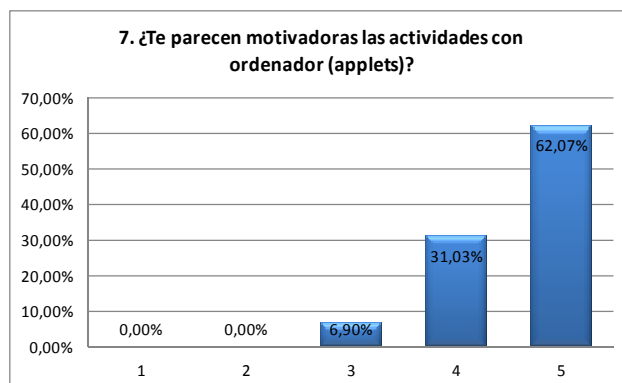
En el gráfico de la pregunta 5 se observa que el grado de interés que muestran los alumnos por la asignatura es bastante elevado lo que es normal ya que es una asignatura de la especialidad que ellos han elegido

- **Satisfacción, motivación e interés**

Se realizan ocho preguntas en la encuesta para medir el grado de satisfacción, motivación e interés de los alumnos con las actividades y la metodología utilizada en el desarrollo de la Unidad Didáctica.

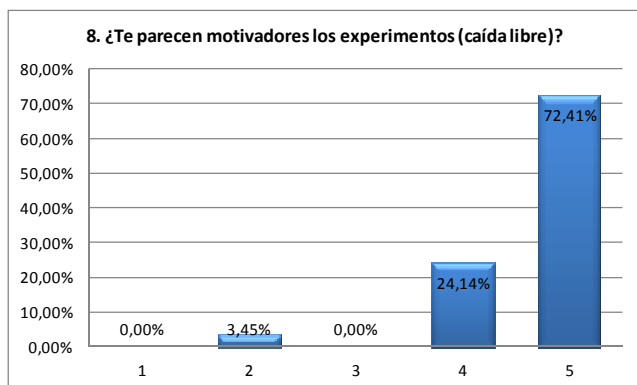


**Gráfico 15.** Consideración de los conocimientos previos en 4º ESO A

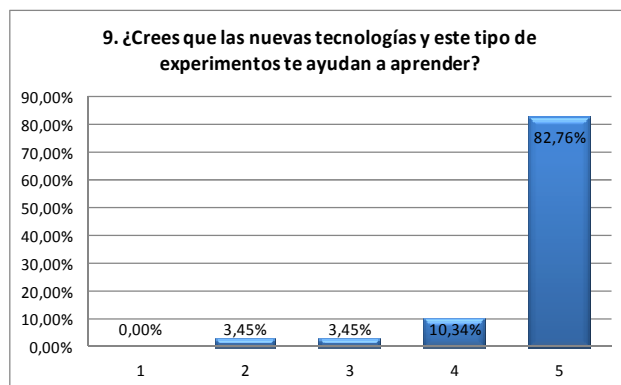


**Gráfico 16.** Grado de motivación de las actividades con applets en 4º ESO A

La pregunta 6 hace referencia a los conocimientos previos de los alumnos. Aunque la mayoría de las respuestas tienen una valoración de 4 y 5 (72,41% en total) hay bastantes alumnos (27,59%) que opinan que no se han tenido en cuenta sus conocimientos previos a pesar de haber realizado un TIP para la elección de las actividades. La pregunta 7 que trata sobre las actividades con ordenador (applets) tiene unas respuestas muy positivas con mayoría de 5 (62,07%).

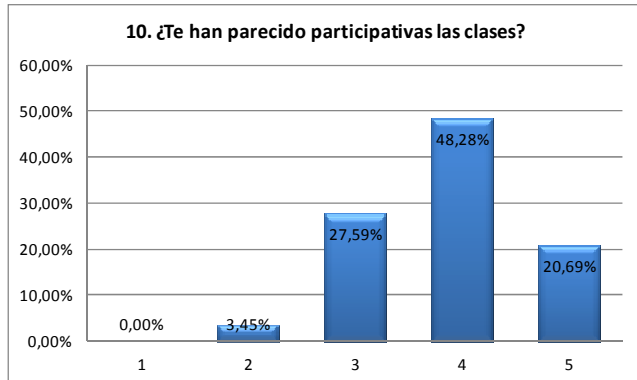


**Gráfico 17.** Grado de motivación de los experimentos en 4º ESO A

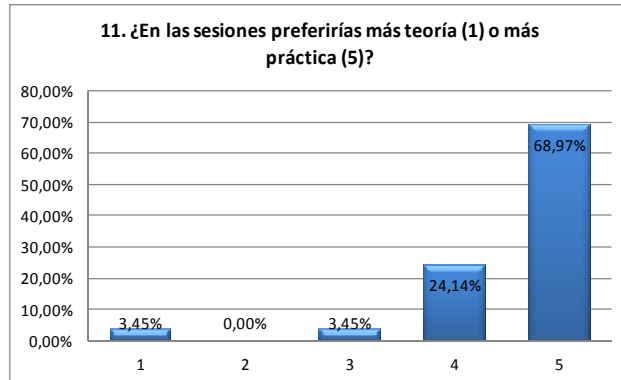


**Gráfico 18.** Eficacia de las actividades realizadas en 4º ESO A

Las pregunta 8 se corresponde con el experimento de caída libre. Los resultados obtenidos en esta pregunta son muy positivos ya que prácticamente todas las respuestas (96,55%) corresponden al intervalo 4-5, siendo esta última la elección más frecuente de los alumnos (72,41%). La pregunta 9 hace referencia a la sensación de los alumnos respecto a la ayuda que proporcionan este tipo de actividades a su aprendizaje. El resultado es contundente obteniendo la respuesta 5 un 82,76% del total.

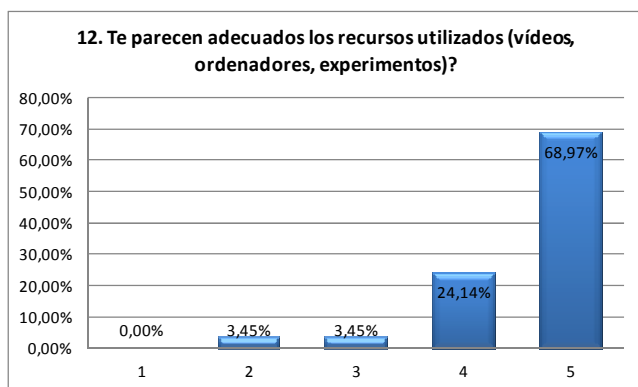


**Gráfico 19.** Grado de participación en clase en 4º ESO A

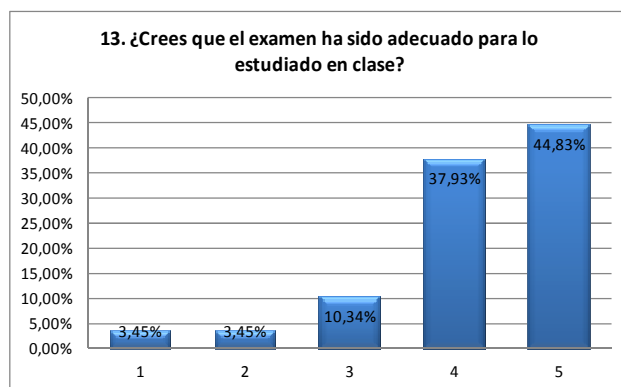


**Gráfico 20.** Proporción práctica – teoría en 4º ESO A

En la pregunta 10 se pregunta sobre el grado de participación que ha habido en las clases. Las respuestas se asemejan a una distribución normal con una media próxima al 4. Hay un número considerable de alumnos (31,04%) que considera que las clases podían ser más participativas. La pregunta 11 se refiere a la relación entre teoría y práctica que ha habido en las clases. Los alumnos reclaman más práctica en las clases y menos teoría a pesar de que las actividades son eminentemente prácticas.



**Gráfico 21.** Adecuación de los recursos utilizados en 4º ESO A



**Gráfico 22.** Adecuación del examen a lo estudiado en clase para 4º ESO A

En la cuestión 12 se pregunta sobre la idoneidad de los recursos utilizados. Para la mayoría de los encuestados (el 93,11% contesta 4 ó 5) las actividades han correspondido a sus expectativas. La última pregunta muestra que en general, los alumnos opinan que el examen realizado ha sido adecuado a lo estudiado en clase.

El resumen de las puntuación media obtenida en cada una de las preguntas de la encuesta de satisfacción, motivación e interés se muestra en el siguiente cuadro:

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN	4º ESO A
2. ¿Cuántas horas semanales has dedicado a estudiar la asignatura?	<b>2,71</b>
3. ¿Qué grado de conocimientos previos tenías de la unidad estudiada?	<b>2,28</b>
4. ¿Crees que esta asignatura es más difícil que otras?	<b>3,34</b>
5. ¿Cuál es tu interés por esta asignatura?	<b>3,76</b>
6. ¿Se han tenido en cuenta los conocimientos previos de los alumnos?	<b>3,93</b>
7. ¿Te parecen motivadoras las actividades con ordenador (applets)?	<b>4,55</b>
8. ¿Te parecen motivadores los experimentos (caída libre)?	<b>4,66</b>
9. ¿Crees que las nuevas tecnologías y este tipo de experimentos te ayudan a aprender?	<b>4,72</b>
10. ¿Te han parecido participativas las clases?	<b>3,86</b>
11. ¿En las sesiones preferirías más teoría (1) o más práctica (5)?	<b>4,55</b>
12. Te parecen adecuados los recursos utilizados (vídeos, ordenadores, experimentos)?	<b>4,59</b>
13. ¿Crees que el examen ha sido adecuado para lo estudiado en clase?	<b>4,17</b>

**Tabla 9.** Resultados de la encuesta de motivación, satisfacción e interés para 4º ESO A

La tabla muestra los resultados medios de cada pregunta. Las puntuaciones sombreadas en azul hacen referencia a las características de la muestra. Las puntuaciones sombreadas en morado corresponden a las preguntas relacionadas con la metodología. Excepto dos preguntas que están próximas al 4 de valoración (preguntas 6 y 10), todas las preguntas realizadas para valorar el grado de satisfacción, motivación e interés de la metodología utilizada superan dicha cifra e incluso algunas se aproximan al 5.

### 5.2.4.2. 4ºESO B

#### • Características de la muestra

Las cinco primeras preguntas de la encuesta se realizan para caracterizar la muestra.



Gráfico 23. Porcentaje de repetidores en 4º ESO B

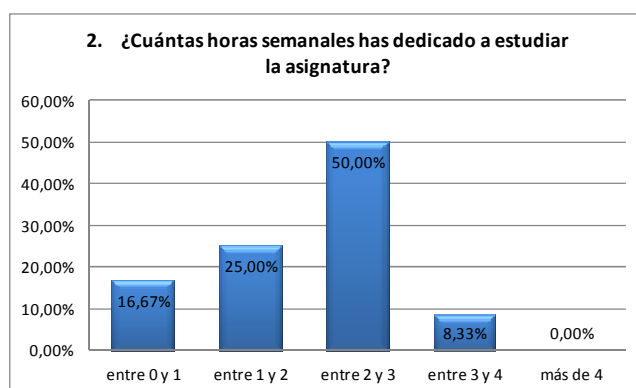


Gráfico 24. Horas de estudio semanales en 4º ESO B

En la clase de 4ºESO B no hay ningún repetidor. En cuanto a las horas semanales de estudio de los alumnos, el 50% estudia una media de entre 2 y 3 horas semanales, habiendo muchos alumnos (41,67%) que dedican menos de esa cantidad de horas semanales al estudio de la materia 'Física y Química'

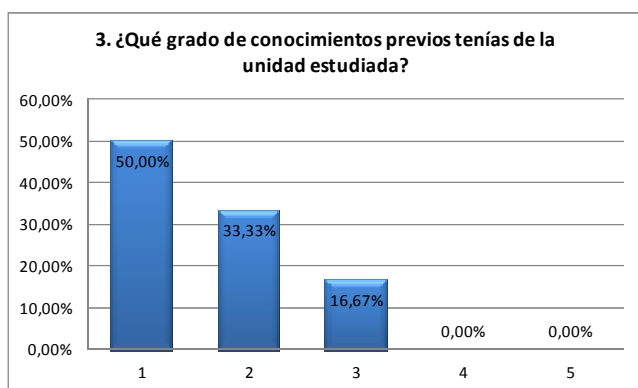


Gráfico 25. Nivel de conocimientos previos de 4º ESO B

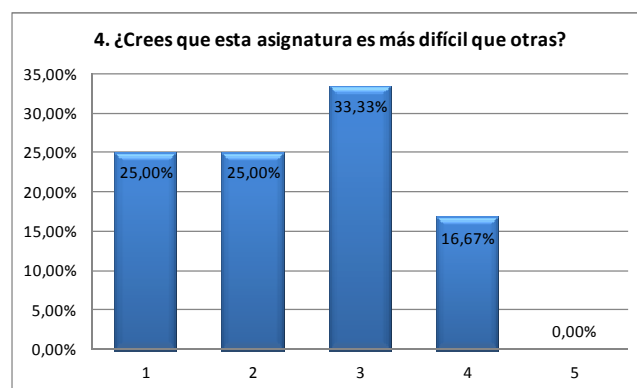
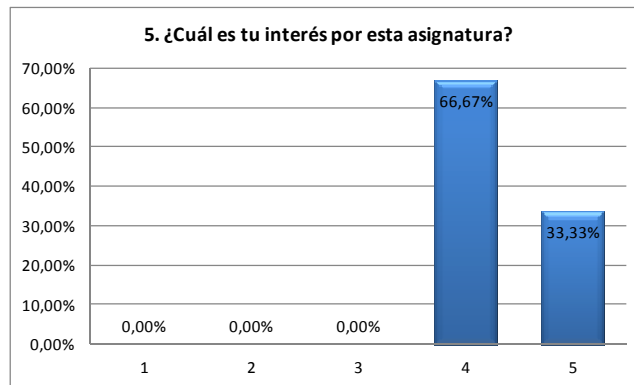


Gráfico 26. Grado de dificultad en 4º ESO B

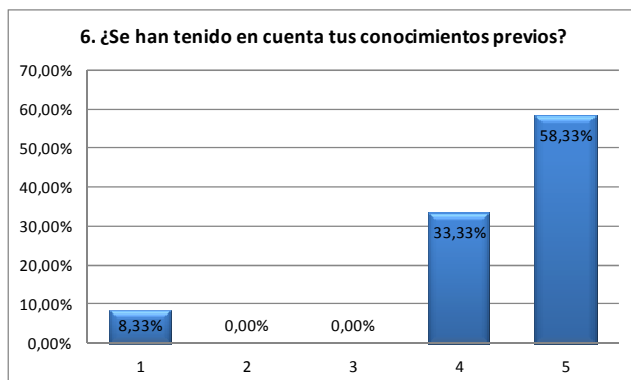
Los alumnos consideran que sus conocimientos previos sobre la Unidad Didáctica estudiada son escasos. En cuanto al grado de dificultad de la materia de estudio no hay una respuesta que sobresalga con respecto a las demás aunque en general, los encuestados opinan que esta materia no es más difícil que otras.



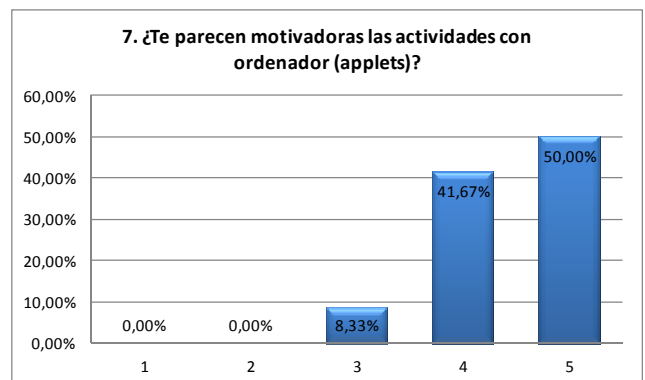
**Gráfico 27.** Grado de interés en 4º ESO B

El grado de interés por la asignatura es muy elevado como muestra el hecho de que todos los encuestados han contestado con 4 o 5 a esta pregunta. Este resultado tiene sentido ya que se trata de una materia de especialidad que ellos han elegido.

- **Satisfacción, motivación e interés**

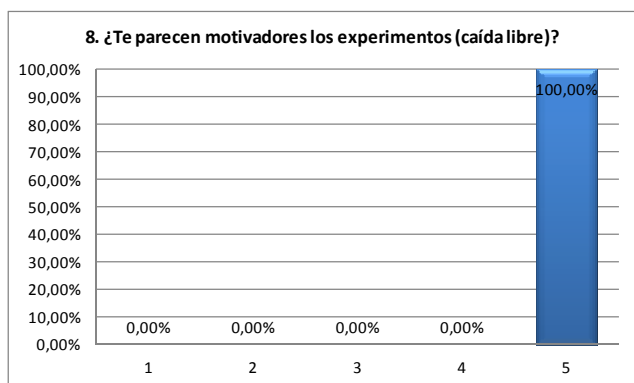


**Gráfico 28.** Consideración de los conocimientos previos en 4º ESO B

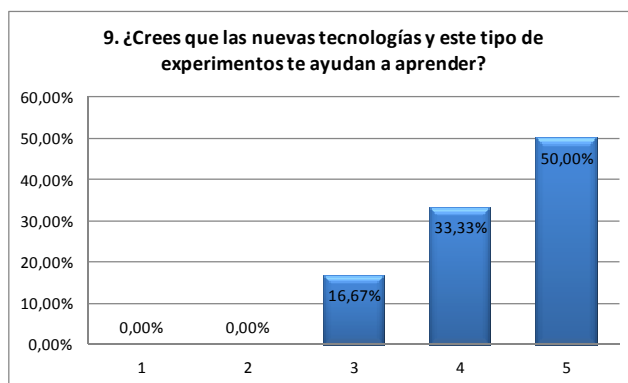


**Gráfico 29.** Grado de motivación de las actividades con applets en 4º ESO B

Los alumnos de 4ºESO B consideran que sí se han tenido en cuenta sus conocimientos previos a la hora de programar la Unidad Didáctica como demuestra el hecho de que más del 90% de las respuestas corresponden a los valores 4 y 5. Las actividades con ordenadores (applets) son motivadoras para los estudiantes ya que el 91,67% de las respuestas tienen valores de 4 y 5.

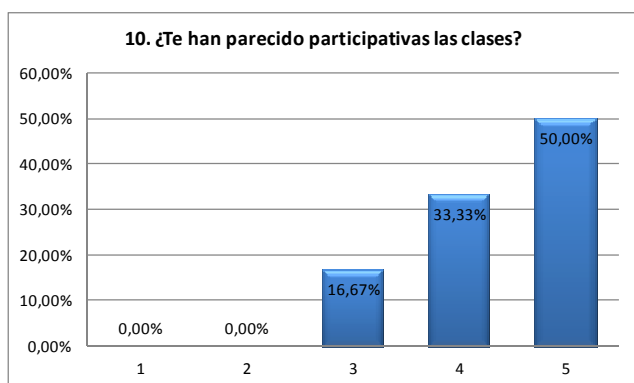


**Gráfico 30.** Grado de motivación de los experimentos en 4º ESO B

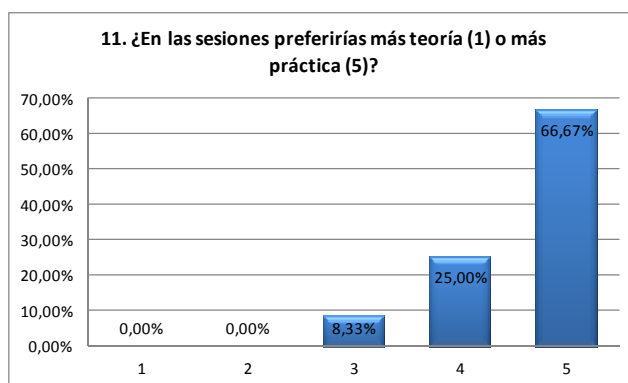


**Gráfico 31.** Eficacia de las actividades realizadas en 4º ESO B

La pregunta número 8 que hace referencia al experimento de caída libre es la mejor valorada ya que el 100% de los alumnos han dado una respuesta de 5. Los encuestados opinan que tanto las nuevas tecnologías como los experimentos innovadores les ayudan en el aprendizaje (pregunta 9) ya que el 83,33% de las respuestas están valoradas con 4 ó 5.

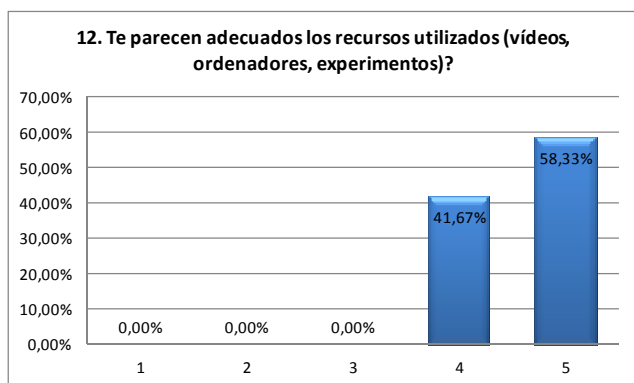


**Gráfico 32.** Grado de participación en clase en 4º ESO B

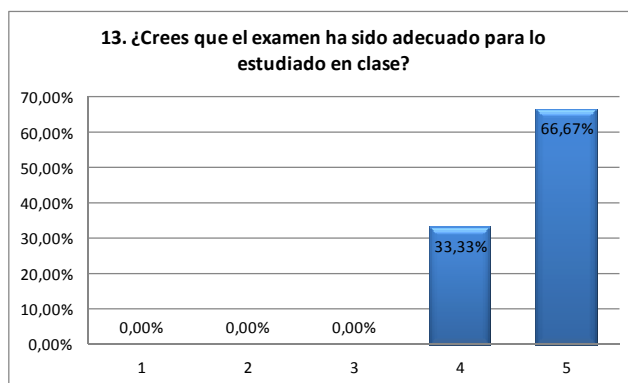


**Gráfico 33.** Proporción práctica – teoría en 4º ESO B

En cuanto a la participación que los alumnos han tenido durante el transcurso de las sesiones, éstos están de acuerdo en que ha sido bastante elevada como demuestra el hecho de que el 83,33% de las respuestas tengan una valoración de 4 ó 5. Los encuestados prefieren que las clases tengan más parte de práctica y menos de teoría incluso siendo las actividades llevadas a cabo eminentemente prácticas.



**Gráfico 34.** Adecuación de los recursos utilizados en 4º ESO B



**Gráfico 35.** Adecuación del examen a lo estudiado en clase para 4º ESO B

Por último, a las preguntas relacionadas con la adecuación de los recursos utilizados y la coherencia en la evaluación, las respuestas son muy positivas ya que todas tienen valoraciones de 4 y 5. Cabe destacar que en todas las preguntas la valoración que se repite con más frecuencia es 5.

El resumen de las puntuación media obtenida en cada una de las preguntas de la encuesta de satisfacción, motivación e interés se muestra en el siguiente cuadro:

ENCUESTA DE SATISFACCIÓN	4º ESO B
2. ¿Cuántas horas semanales has dedicado a estudiar la asignatura?	<b>2,42</b>
3. ¿Qué grado de conocimientos previos tenías de la unidad estudiada?	<b>1,67</b>
4. ¿Crees que esta asignatura es más difícil que otras?	<b>2,42</b>
5. ¿Cuál es tu interés por esta asignatura?	<b>4,33</b>
6. ¿Se han tenido en cuenta los conocimientos previos de los alumnos?	<b>4,33</b>
7. ¿Te parecen motivadoras las actividades con ordenador (applets)?	<b>4,42</b>
8. ¿Te parecen motivadores los experimentos (caída libre)?	<b>5,00</b>
9. ¿Crees que las nuevas tecnologías y este tipo de experimentos te ayudan a aprender?	<b>4,33</b>
10. ¿Te han parecido participativas las clases?	<b>4,33</b>
11. ¿En las sesiones preferirías más teoría (1) o más práctica (5)?	<b>4,58</b>
12. Te parecen adecuados los recursos utilizados (vídeos, ordenadores, experimentos)?	<b>4,58</b>
13. ¿Crees que el examen ha sido adecuado para lo estudiado en clase?	<b>4,67</b>

**Tabla 10.** Resultados de la encuesta de motivación, satisfacción e interés para 4ºESO B

La tabla muestra los resultados medios de cada pregunta. Las puntuaciones sombreadas en azul hacen referencia a las características de la muestra. Las puntuaciones sombreadas en morado corresponden a las preguntas relacionadas con la metodología. Todas las preguntas que valoran la metodología utilizada tienen una puntuación media por encima de 4.

### 5.2.4.3. Comparación entre clases

La siguiente tabla muestra la diferencia que hay entre las clases de 4ºESO A y 4º ESO B en la valoración media de las preguntas de la encuesta.

<b>ENCUESTA DE SATISFACCIÓN</b>	<b>4º ESO A</b>	<b>4º ESO B</b>	<b>TOTAL</b>
2. ¿Cuántas horas semanales has dedicado a estudiar la asignatura?	<b>2,71</b>	<b>2,42</b>	<b>2,62</b>
3. ¿Qué grado de conocimientos previos tenías de la unidad estudiada?	<b>2,28</b>	<b>1,67</b>	<b>2,10</b>
4. ¿Crees que esta asignatura es más difícil que otras?	<b>3,34</b>	<b>2,42</b>	<b>3,07</b>
5. ¿Cuál es tu interés por esta asignatura?	<b>3,76</b>	<b>4,33</b>	<b>3,93</b>
6. ¿Se han tenido en cuenta los conocimientos previos de los alumnos?	<b>3,93</b>	<b>4,33</b>	<b>4,05</b>
7. ¿Te parecen motivadoras las actividades con ordenador (applets)?	<b>4,55</b>	<b>4,42</b>	<b>4,51</b>
8. ¿Te parecen motivadores los experimentos (caída libre)?	<b>4,66</b>	<b>5,00</b>	<b>4,76</b>
9. ¿Crees que las nuevas tecnologías y este tipo de experimentos te ayudan a aprender?	<b>4,72</b>	<b>4,33</b>	<b>4,61</b>
10. ¿Te han parecido participativas las clases?	<b>3,86</b>	<b>4,33</b>	<b>4,00</b>
11. ¿En las sesiones preferirías más teoría (1) o más práctica (5)?	<b>4,55</b>	<b>4,58</b>	<b>4,56</b>
12. Te parecen adecuados los recursos utilizados (vídeos, ordenadores, experimentos)?	<b>4,59</b>	<b>4,58</b>	<b>4,59</b>
13. ¿Crees que el examen ha sido adecuado para lo estudiado en clase?	<b>4,17</b>	<b>4,67</b>	<b>4,32</b>

**Tabla 11.** Resultado total de la encuesta de motivación, satisfacción e interés

En este caso, los resultados obtenidos en las dos clases son bastante similares. Las preguntas sobre motivación, satisfacción e interés tienen una valoración próxima al cuatro de media.

## 6 Discusión

Tras el experimento de aprendizaje por descubrimiento realizado se observa que los resultados, tanto académicos como de satisfacción con la metodología utilizada, son positivos.

En el aspecto más puramente académico cabe destacar que tanto en las clase de 4ºESO A (clase más numerosa) como en la clase de 4ºESO B (clase menos numerosa) los resultados han sido mejores tras la realización de la experiencia. Las calificaciones han aumentado en un 9,72% en 4ºESO A y un 22,73% en 4ºESO B si comparamos la calificación media de las dos primeras evaluaciones (impartidas con metodología tradicional) con la evaluación final. Dichos resultados están en la línea de los obtenidos por Eleizalde et al. (2010) en su experimento de aprendizaje por descubrimiento aplicado a la biotecnología en el que, tras la aplicación de dicha metodología, lograron un aumento en las calificaciones de los alumnos del 31,4% pasando de una calificación en el pre – test de 13,9375 a una calificación en el post – test de 18,3125. Otro estudio de características similares es el realizado por Riesco y Díaz (2006) en la asignatura de Sistemas Operativos. Los resultados obtenidos muestran que las calificaciones de los alumnos que han recibido la docencia por la metodología de aprendizaje por descubrimiento son un 20,2% mejores que las calificaciones obtenidas por los alumnos que han recibido metodología tradicional y un 37,2% mejores que las calificaciones de aquellos que no han asistido a clase y se han preparado la asignatura por su cuenta.

En nuestro estudio el porcentaje de alumnos que aprueba la materia después de realizar las actividades propuestas también aumenta. En 4ºESO A, el porcentaje pasa de un 50% a un 64,3% mientras que en 4º ESO B dicho porcentaje pasa de un 58,3% a un 75% siendo la mejoría de un 14,3% y un 16,7% respectivamente. El experimento de Riesco y Díaz (2006) también contempla el porcentaje de alumnos que aprueban la materia en función de la metodología recibida. El porcentaje de aprobados de los alumnos que reciben metodología tradicional es de un 32,69%, mientras que entre los que reciben metodología de aprendizaje por descubrimiento aprueban un 69,23%. La mejoría es por tanto de un 36,54%.

Los resultados obtenidos en nuestro experimento son peores que los obtenidos en los otros dos experimentos citados. La explicación la podemos encontrar en el experimento realizado por Landazábal y Rubio (1986). Para su experimento dispusieron de dos muestras de alumnos diferenciadas. En una de las muestras la implantación de esta metodología se realizó durante el curso completo mientras que en la otra la implantación se produjo parcialmente y con el curso ya comenzado. Los

resultados fueron significativamente mejores para el primer grupo de alumnos que para el segundo. En nuestro caso, el experimento se realizó con el curso ya comenzado y se aplicó solamente a una unidad didáctica. Es previsible que aplicando esta metodología desde el comienzo del curso y durante más tiempo los resultados hubieran sido todavía mejores y sí habría habido una diferencia significativa entre las muestras en la prueba *t de student*.

Los resultados, aun siendo positivos en las dos clases, son mejores para la clase con menor número de alumnos. Como apuntan Riesco y Díaz (2006) la implantación de este tipo de metodologías se complica si el número de alumnos por clase es excesivo.

Los resultados obtenidos en la encuesta de satisfacción han sido realmente buenos. El promedio de todas las preguntas si juntamos las dos clases (ya que en este caso no hay mucha diferencia) es de 4,37 sobre 5. Esto indica que los alumnos están de acuerdo con la metodología utilizada y realmente les parece atrayente y motivadora. En palabras de Eleizalde et al. (2010) “el análisis de la información recopilada con la encuesta (...) señala que se incrementa el entusiasmo de los estudiantes por el conocimiento sobre la biotecnología y los hace interesarse por participar en posteriores talleres”. Landazábal y Rubio (1986) también concluyen en su estudio que hay diferencias significativas favorables al grupo experimental en la actitud que los alumnos muestran hacia la ciencia.

## 7 Conclusiones

Las dos hipótesis formuladas antes de realizar el presente TFM son aceptadas como válidas a la vista de los resultados obtenidos.

La primera hipótesis hace referencia al aumento del rendimiento experimentado por parte de los alumnos después de estudiar la Unidad Didáctica con la metodología de aprendizaje por descubrimiento. Las evoluciones de las dos clases que han realizado el experimento son positivas aunque la diferencia con las dos primeras evaluaciones no sea significativa. Esto puede deberse, como ya se ha visto, a que la duración del experimento ha sido muy corta y con el curso ya empezado. Como se ha visto en otros estudios similares, la efectividad de dicha metodología aumenta a largo plazo. Con referencia a los resultados académicos obtenidos cabe destacar que una clase con menor número de alumnos (en nuestro caso 4ºESO B) es la situación más idónea para trabajar con este tipo de metodologías.

La segunda hipótesis hace referencia al grado de satisfacción y motivación mostrado por los alumnos después de realizar la experiencia. El resultado de la encuesta es contundente ya que en ambas clases se supera de media los 4 puntos sobre una escala de 5 lo que indica que los alumnos encuentran una mayor motivación hacia la ciencia realizando actividades contextualizadas. En este caso, las diferencias entre clases son apenas perceptibles.

España es un país que está viviendo una profunda crisis educativa y un alto porcentaje de abandono escolar y que parece necesitar si no de una renovación en las metodologías de enseñanza y aprendizaje (que en parte, ya se aplica por cada vez más docentes), si de una apuesta firme por ello por parte de toda la comunidad educativa. La metodología de aprendizaje por descubrimiento se presenta como una solución real y factible al problema planteado con los condicionantes del tiempo, esfuerzo, número de alumnos por aula y cambio de mentalidad requeridos.

Es posible realizar la programación de Unidades Didácticas con actividades de aprendizaje por descubrimiento aunque es cierto que requieren de mayor esfuerzo por parte de los docentes y que en según qué casos no es posible aplicarla y se recurre a la metodología tradicional por ser la más aceptada normalmente. La escasa duración del experimento y la no posibilidad de realizar otra prueba después de un período de tiempo no nos permite conocer si el aprendizaje ha sido realmente significativo y perdurable como se pretende con este tipo de metodologías.

## 8 Limitaciones del estudio

Aplicar este tipo de metodologías novedosas en el aula supone una serie de limitaciones:

- No todas las Unidades Didácticas permiten utilizar este tipo de metodologías.
- Algunos conceptos teóricos tienen que ser explicados por metodología tradicional.
- Realizar estas actividades y experimentos requieren de un tiempo del que a veces no se dispone.
- Aplicar una metodología novedosa supone un cambio de mentalidad por parte de los alumnos (ya que se tienen más en cuenta los procedimientos y las actitudes) y un mayor esfuerzo por parte de los docentes.
- El estudio se realiza con una duración muy limitada de sólo seis sesiones prácticas.

## 9 Líneas de investigación futuras

A la vista de los resultados obtenidos en la encuesta de motivación, satisfacción e interés sería interesante programar un curso entero con la metodología de aprendizaje por descubrimiento. Analizando los resultados obtenidos tras el curso estaríamos en disposición de comprobar si realmente alargar el período de prueba influye directamente en el rendimiento de los alumnos.

Teniendo en cuenta que los resultados académicos son mejores cuantos menos alumnos hay en el aula, sería conveniente reducir dicho número si es posible o trabajar con agrupamientos de alumnos flexibles.

En la medida de lo posible, sería adecuado unificar criterios y trabajar con metodologías similares en todas las materias, aunque no sean de ciencias, provocando progresivamente un cambio de mentalidad en el alumno.

Si finalmente se trabajara con una nueva metodología sería necesario implementar una nueva herramienta de evaluación que fuera coherente con los objetivos que se persiguen. Como hemos visto con anterioridad, la metodología de aprendizaje por descubrimiento promueve la adquisición, no sólo de conceptos, sino también de procedimientos y actitudes.

## 10 Bibliografía

ABC Madrid (2012, 14 de Mayo). España duplica la tasa de abandono escolar de la UE. Recuperado el 18 de Mayo de 2013 de <http://www.abc.es/20120514/sociedad/abci-estudio-eurostat-fracaso-escolar-201205111726.html>

Abrile de Volmer, M.I. (1994). Nuevas demandas a la educación y a la institución escolar, y la profesionalización de los docentes. *Revista Iberoamericana de Educación*, nº5. Recuperado el 8 de Junio de 2013 de <http://www.rieoei.org/oeivirt/rie05a01.htm>

Adell, J. (1997). Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información. *Revista EDUTEC*, nº7. Recuperado el 12 de Julio de 2013 de <http://www.uib.es/depart/gte/revelec7.html>

Ausubel, D. (1963). *The Psychology of Meaningful Learning*. New York: Grune & Stratton.

Ausubel, D.P., Novak, J. D. & Hanesian, H. (1978). *Psicología educativa*. México: Trillas.

Bengoechea, P. (2006). Aprendizajes constructivistas y no constructivistas: una diferenciación obligada para nuestras aulas. *Aula Abierta*, núm. 87, pp. 27 – 54. Recuperado el 24 de Julio de 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=2583877>

Bruner, J. (1996). *La educación. Puerta de la cultura*. Antonio Machado: Madrid. Adaptación recuperada el 15 de Julio de 2013 de [http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/cep21/modulo\\_2/constructivismo.htm](http://www.cca.org.mx/profesores/cursos/cep21/modulo_2/constructivismo.htm)

Calero, J., Choi, A. & Waisgrais, S. (2010). Determinantes del riesgo de fracaso escolar en España: una aproximación a través de un análisis logístico multinivel aplicado a PISA 2006. *Revista de educación*, número extraordinario, pp. 225 – 256. Recuperado el 7 de Junio de 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3342448>

- Campaña Televisa Verde 2012. Fundación televisa. (2010). [Vídeo] YouTube. Recuperado el 14 de Mayo de 2013 de <http://www.youtube.com/watch?v=-65tq3zPDpg>
- Colectivo Lorenzo Luzuriaga (2012). *Documento sobre el fracaso escolar en el Estado de las Autonomías*. Recuperado el 17 de Junio de 2013 de <http://www.colectivolorenzoluzuriaga.com/PDF/FracasoEscolarColLorLuzuriagaJun2012.pdf>
- Darkmatter, D. (1994). *The Electronic Universe, an educational outreach server*. Recuperada el 13 de Mayo de 2013 de <http://zebu.uoregon.edu/1998/ph101/pe1.html>
- Eleizalde, M., Parra, N., Palomino, C., Reyna, A. & Trujillo, I. (2010). Aprendizaje por descubrimiento y su eficacia en la enseñanza de la biotecnología. *Revista de Investigación*, vol. 34, núm. 71. pp. 271 – 290. Recuperado el 11 de Julio de 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=3705007>
- Encicloabierta.org. (Sin fecha). Recuperada el 13 de Mayo de 2013 de <http://www.encicloabierta.org/>
- Enríquez, S.C. (2012). *Después de las TIC, las TAC*. (Informe parcial de Tesis). Universidad Nacional de La Plata, La Plata. Recuperada el 24 de Julio de 2013 de [http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/ponencia\\_ead\\_enriquez\\_silvia\\_cecilia.1uego%20de%20las%20TIC,%20las%20TAC%20\(1\).pdf](http://www.unlp.edu.ar/uploads/docs/ponencia_ead_enriquez_silvia_cecilia.1uego%20de%20las%20TIC,%20las%20TAC%20(1).pdf)
- Fernández, A. (2005). *Nuevas metodologías docentes*. Recuperado el 2 de Julio de 2013 de [http://campus.usal.es/~ofeees/nuevas\\_metodologias](http://campus.usal.es/~ofeees/nuevas_metodologias)
- Fernández, M., Mena, L. & Riviere, J. (2010). Fracaso y abandono escolar en España. *Colección estudios sociales*, n<sup>o</sup>29. Barcelona: Fundación La Caixa. Recuperado el 25 de Mayo de 2013 de [https://obrasocial.lacaixa.es/deployedfiles/obrasocial/Estaticos/pdf/Estudios\\_sociales/vol29\\_completo\\_es.pdf](https://obrasocial.lacaixa.es/deployedfiles/obrasocial/Estaticos/pdf/Estudios_sociales/vol29_completo_es.pdf)

Física entretenida. Conservación de la energía mecánica. Arenas. E.. (2008) [Vídeo] YouTube. Recuperado el 14 de Mayo de 2013 de <http://www.youtube.com/watch?v=A3VtQ2QLo1U>

Gros Salvat, B. (2002). Didácticas específicas: Constructivismo y diseños de entornos virtuales de aprendizaje. *Revista de Educación*, núm. 328, pp. 225 – 247. Recuperado el 4 de Junio de 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=271805>

Grupo Edebé, (2012). *Ciencias de la Naturaleza. Física y Química 4ºESO*. Barcelona: Edebé

Grupo SM, (2012). *Física y Química 4ºESO*. España: SM.

Hernández, S. (2008). El modelo constructivista con las nuevas tecnologías, aplicado en el proceso de aprendizaje. *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, vol. 5, núm. 2, pp. 26 – 35. Recuperado el 24 de Julio de 2013 de <http://www.uoc.edu/rusc/5/2/dt/esp/hernandez.pdf>

La energía: documental completo. Castillo, C. A. (2012). [Vídeo] YouTube. Recuperado el 14 de Mayo de 2013 de <http://www.youtube.com/watch?v=yuGffdVWEhY>

Lata que conserva su energía. El mundo de Beakman. Jointve. (2009) [Vídeo] YouTube. Recuperado el 14 de Mayo de 2013 de [http://www.youtube.com/watch?v=K\\_nwKYATYoE](http://www.youtube.com/watch?v=K_nwKYATYoE)

Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. BOE núm. 106, jueves 4 de mayo de 2006

Ministerio de Educación. (2010). *PISA 2009, Programa para la Evaluación Internacional de los Alumnos OCDE. Informe Español*. Edita: Secretaría General Técnica. Recuperado el 25 de Mayo de 2013 de <http://iaqse.caib.es/documents/aval2009-10/pisa2009-informe-espanol.pdf>

Ministerio de Educación. (2012). *Datos y cifras curso escolar 2010/2011*. España. Edita: Secretaría General Técnica. Recuperado el 25 de Mayo de 2013 de <https://www.mecd.gob.es/dctm/ministerio/horizontales/prensa/documentos/2010/septiembre/datos-y-cifras-2010-2011.indd.pdf?documentId=0901e72b803eceed>

Ministerio de Educación, Cultura y Deporte. (Sin fecha). *Instituto Nacional de Tecnologías Educativas y de Formación del Profesorado*. Recuperado el 17 de Mayo de 2013 de <http://recursostic.educacion.es/>

Peñas, J. (1998). *Educaplus.org*. Recuperado el 13 de Mayo de 2013 de <http://www.educaplus.org/>

Pérez de Landazábal, M.C. & Rubio, F. (1986). Evaluación de una experiencia didáctica en la línea del descubrimiento dirigido para la enseñanza de la Física en 2º de BUP. *Enseñanza de las ciencias*, 4 (3), pp. 223 – 232. Recuperado el 25 de Junio de 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=94201>

Piaget, J. (1970). *La epistemología genética*. Barcelona: A. Redondo.

Pozo, J.I. (1996a). *Aprendices y maestros*. Madrid: Alianza/Psicología Minor.

Pozo, J.I., & Gómez, M.A. (1998). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.

Riesco, M. & Díaz, M. (2006). Reinventando la rueda: una experiencia de aprendizaje por descubrimiento en la asignatura de Sistemas Operativos. *ReVisión*, vol. 6, núm. 1, pp. 12 – 19. Recuperado el 11 de Julio de 2013 de <http://www.aenui.net/ojs/index.php?journal=revision&page=article&op=view&path%5B%5D=113&path%5B%5D=177>

Quintanilla, M. (2006). Didactología y formación docente. El caso de la educación científica frente a los desafíos de una nueva cultura docente ciudadana. *Revista de Investigación en Educación*, nº3. Recuperado el 12 de Junio de 2013 de <http://webs.uvigo.es/reined/ojs/index.php/reined/article/viewFile/23/14>

Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria

Real Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria

Reales Sociedades Españolas de Física y Química. (2006). *Sobre la situación de la Física y la Química en la Educación Secundaria*. Recuperado el 3 de Junio de 2013 de [http://pendientedemigracion.ucm.es/info/rsef/Informe Fisica Quimica 2.pdf](http://pendientedemigracion.ucm.es/info/rsef/Informe_Fisica_Quimica_2.pdf)

Reibelo, J.D. (1998). Método de enseñanza. Aprendizaje para la enseñanza por descubrimiento. *Aula Abierta*, nº71. pp. 123 – 147. Recuperado el 10 de Junio de 2013 de <http://dialnet.unirioja.es/servlet/articulo?codigo=45424>

Sancho, J.M. (2008). De TIC a TAC, el difícil tránsito de una vocal. *Revista Investigación en la escuela*, nº64, pp. 19 – 30. Recuperado el 24 de Julio de 2013 de [http://www.ub.edu/esbrina/docs/proj-tic/tic\\_a\\_tac.pdf](http://www.ub.edu/esbrina/docs/proj-tic/tic_a_tac.pdf)

Universidad Internacional de La Rioja (2013). *Historia y contenidos disciplinares de la especialidad. Tema 3: Crisis de la educación científica*. Material no publicado

## ANEXO 1

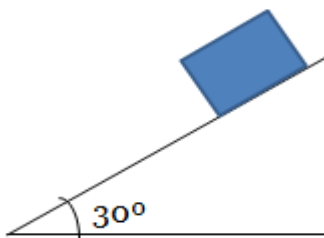
### TEST DE IDEAS PREVIAS. UNIDAD DIDÁCTICA: ENERGÍA. 4º ESO

Las respuestas contestadas correctamente suman 1,25 puntos.

Las respuestas **contestadas erróneamente restan** 0,5 puntos.

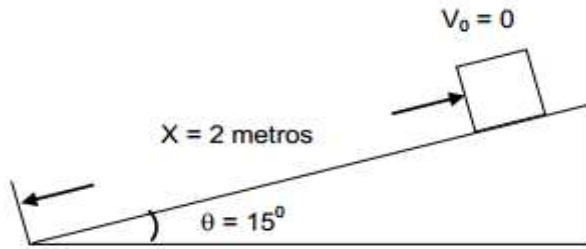
Las respuestas que no se contesten no suman ni restan puntos.

1. La unidad de energía en el SI es:
  - a) W
  - b) N
  - c)  $m/s^3$
  - d) J
2. De los siguientes, ¿cuál no es un tipo de energía?
  - a) Energía cinética
  - b) Energía magnética
  - c) Energía térmica
  - d) Energía potencial gravitatoria
3. Desde una altura de 20 metros se dejan caer a la vez dos objetos de 2 Kg y 10 Kg. ¿Cuál llegará antes al suelo?
  - a) El de 2 Kg de masa
  - b) El de 10 Kg de masa
  - c) Llegan a la vez
  - d) No se puede saber
4. Se deja caer un cuerpo de 20 Kg desde una altura de 5 metros en la Tierra. Si se realiza el mismo experimento en la Luna:
  - a) En la Luna tardará más tiempo en llegar al suelo.
  - b) En los dos casos tardarán el mismo tiempo en llegar al suelo.
  - c) En la Luna tardará menos tiempo en llegar al suelo.
  - d) En la Luna nunca llega al suelo.
5. La fuerza de rozamiento del objeto de la figura será:



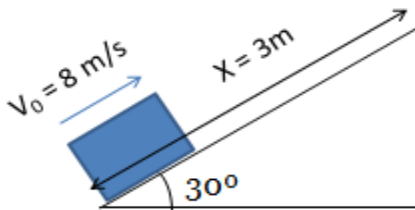
- a)  $F_r = \mu \cdot m \cdot g \cdot \text{sen } 30$
- b)  $F_r = \mu \cdot m \cdot g \cdot \text{tan } 30$
- c)  $F_r = \mu \cdot m \cdot g \cdot \text{cos } 30$
- d) Ninguna de las anteriores

6. Un bloque de 120 Kg se desliza hacia abajo por un plano sin fricción que tiene una inclinación de  $\theta = 15^\circ$ . Si el bloque parte del reposo en la parte superior y la longitud de la pendiente es 2 metros, ¿cuál es su velocidad cuando alcanza el pie de la pendiente?



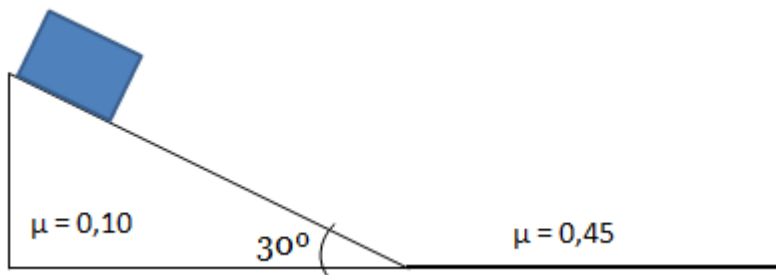
- a)  $V = 3,19 \text{ m/s}$
- b)  $V = 2 \text{ m/s}$
- c)  $V = 4 \text{ m/s}$
- d)  $V = 2,14 \text{ m/s}$

7. Un bloque de 50 Kg. se pone en movimiento ascendente en un plano inclinado con una velocidad inicial de 8 m/s. El bloque se detiene después de recorrer 3 m a lo largo del plano, el cual está inclinado un ángulo de  $30^\circ$  respecto a la horizontal. ¿Cuál es el coeficiente de rozamiento  $\mu$  entre el bloque y el plano?



- a)  $\mu = 0$
- b)  $\mu = 1,25$
- c)  $\mu = 0,86$
- d)  $\mu = 0,68$

8. Un cuerpo de 5 Kg parte del reposo desde una altura de 12 metros en un plano inclinado con un ángulo de  $30^\circ$  y  $\mu = 0,10$ . Calcula la distancia total que recorre el cuerpo (plano inclinado + plano horizontal) si en el plano horizontal  $\mu = 0,45$ .



- a) 24 metros
- b) 62,5 metros
- c) 22 metros
- d) 46 metros

## ANEXO 2.

### Examen parcial Física y Química. Fuerzas y Energía

Nombre: \_\_\_\_\_ Clase: \_\_\_\_\_

#### **Pregunta 1 (1,5 ptos)**

Realiza un mapa conceptual en el que aparezcan nombradas las diferentes fuentes de energía (con el tipo al que pertenecen) y sus correspondientes ventajas y desventajas.

#### **Pregunta 2 (1 pto)**

Indica un proceso o actividad de la vida real en el que se lleven a cabo diferentes transformaciones de energía.

#### **Pregunta 3 (1,5 ptos)**

Realiza un mapa conceptual que explique el principio de conservación de la energía mecánica.

#### **Problema 1 (2 ptos)**

Se lanza al río una piedra de 200 gramos con una velocidad inicial de 2 m/s vertical hacia abajo desde un puente de 12 m de altura. Calcula:

- La energía potencial, la energía cinética y la energía mecánica de la piedra en el momento del lanzamiento
- Su energía potencial y su energía mecánica cuando se encuentra a una altura de 5 metros sobre el río
- Su energía cinética y su velocidad en ese momento
- La energía potencial, cinética y mecánica en el momento de llegar al río
- Su velocidad en ese instante

#### **Problema 2 (2 ptos)**

Un vagón de una montaña rusa parte del reposo en el punto A.



- ¿Qué velocidad llevará en el punto B?
- ¿Qué velocidad llevará al final de la montaña rusa?

#### **Problema 3 (2 ptos)**

Un camión de 2500 Kg de masa sube por un plano inclinado que forma  $15^\circ$  con la horizontal. El camión empieza a subir con una velocidad inicial de 25 m/s y el motor suministra una fuerza de 14500N. ¿Qué velocidad llevará el camión después de recorrer 1000 metros por el plano inclinado si el coeficiente de rozamiento entre el camión y el

## Anexo 3.

### Herramientas de evaluación

- Nota del examen = 60% de la nota final
- Respuestas a las actividades con applets = 15%
- Respuestas y gráfica del experimento de caída libre = 15%
- Actitud en clase (incluido el cuaderno) = 10%

## Anexo 4.

### ENCUESTA DE SATISFACCIÓN, MOTIVACIÓN E INTERÉS

Colegio Santísima Trinidad

Curso: 4º ESO      Unidad: La energía y sus transformaciones

Para la contestación de las preguntas tenga en cuenta que:

1 (No/Nada)

5 (Sí/Todo)

- Sobre el alumno

1. ¿Estás repitiendo este curso?
2. ¿Cuántas horas semanales has dedicado a estudiar la asignatura?

	1	2	3	4	5
3. ¿Qué grado de conocimientos previos tenías de la unidad estudiada?					
4. ¿Crees que esta asignatura es más difícil que otras?					
5. ¿Cuál es tu interés por esta asignatura?					

- Sobre la metodología

	1	2	3	4	5
6. ¿Crees que se han tenido en cuenta tus conocimientos previos?					
7. ¿Te parecen motivadoras las actividades con ordenador (applets)?					
8. ¿Te parecen motivadores los experimentos (caída libre)?					
9. ¿Crees que las nuevas tecnologías y este tipo de experimentos te ayudan a aprender?					
10. ¿Te han parecido participativas las clases?					
11. ¿En las sesiones preferirías más teoría (1) o más práctica (5)?					
12. Te parecen adecuados los recursos utilizados (vídeos, ordenadores, experimentos)?					
13. ¿Crees que el examen ha sido adecuado para lo estudiado en clase?					