

FACULTAD DE EDUCACIÓN

UNIVERSIDAD DE CANTABRIA



Trabajo Fin de Máster

**CONCEPTOS AMBIGUOS EN FÍSICA Y
QUÍMICA: IDEAS PREVIAS EN LA
DINÁMICA DE NEWTON.**

Para acceder al Título de

**MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE
SECUNDARIA**

Autor: Marta Calva Cotero

Septiembre – 2012

ÍNDICE

1. Introducción y justificación	3
2. Estado de la cuestión y relevancia del tema	4
3. Objetivos.....	12
4. Materiales y métodos	13
4.1. Selección de la muestra	13
4.2. Diseño y aplicación de los instrumentos de campo.....	13
4.3. Estudio del cuestionario.....	16
5. Resultados.....	18
5.1. Resultados del cuestionario.....	18
5.2. Análisis de las respuestas. Comparativa entre los alumnos de 4º E.S.O. y de 1º de Bachillerato.....	20
6. Planificación de las actividades en el aula para superar las ideas preconcebidas.....	32
7. Conclusiones.....	38
8. Bibliografía y webs consultadas.....	41
9. Anexo.....	43

1. Introducción y justificación.

Una de las líneas de investigación más estudiadas en los últimos años, dentro de la didáctica de las ciencias experimentales es la que estudia las ideas previas que poseen los alumnos para la interpretación de los fenómenos antes y después de recibir dicha enseñanza en las aulas sobre un determinado tema (*Brown 1992; Campanario y Otero, 2000; Clement, Brown y Zietsman, 1989; Cohen, Eylon y Ganiel, 1983; Furió y Guisasola, 1999*).

Hoy en día contamos con numerosas investigaciones realizadas acerca de las ideas previas del alumnado de secundaria en una gran variedad de temas fundamentales en física y química y cómo los estudiantes ponen de manifiesto dichas ideas sobre las leyes que rigen el mundo que les rodea.

Además el aprendizaje y la enseñanza de las ciencias se ha visto influida por la existencia de estas ideas previas muy persistentes y extendidas entre los alumnos y alumnas sobre muchos de los fenómenos científicos que estudian. Estas ideas muchas veces no se saben de dónde vienen y, lo que es más preocupante, la mayoría de las veces no se sabe a dónde van, es decir, qué pasa con ellas después de la enseñanza que reciben los estudiantes.

En este Trabajo Fin de Máster se van a estudiar las ideas previas que tiene el alumnado de la Dinámica. Es importante estudiar dicha unidad, ya que las Leyes de Newton son una de las competencias científicas que los estudiantes deben adquirir en su paso por la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato.

Además se realizará una búsqueda bibliográfica de dichas ideas previas o conceptos ambiguos.

Una vez conocidas las ideas previas se pretende ir un paso más allá e intentar cambiar o modificar algunas de las ideas previas encontradas apoyándonos en recursos innovadores o clases un poco diferentes a lo que solemos estar acostumbrados en la didáctica de las ciencias experimentales.

2. Estado de la cuestión y relevancia del tema.

Desde siempre los alumnos han dado respuestas equivocadas a las cuestiones planteadas en las aulas, pero en los últimos años se está intentando investigar el porqué de dichos errores. La conclusión de todas las investigaciones didácticas, es que se ha detectado la evidencia de que antes de llegar a una **instrucción formal**, los alumnos ya tienen sus propios conocimientos acerca de los conceptos que se les quiere enseñar. Esto puede implicar un aprendizaje deficiente de los principales conceptos, principios y modelos científicos que se usan para interpretar los fenómenos, sobre todo, si el docente no presta atención a las ideas previas de sus alumnos y, no las tiene en cuenta cuando programa las actividades de aprendizaje y su actuación en el aula.

Son muchos los trabajos de investigación que han tratado de identificar el origen de las ideas previas. Se llega a la conclusión de que determinados esquemas conceptuales están ampliamente extendidos en todas las culturas y no concuerdan con su teoría científica. Además, algunas de las ideas previas tienen su origen en las vivencias cotidianas de los alumnos. El lenguaje común así como el uso de modelos o analogías incorrectas en las aulas, podrían ser el origen de algunas ideas espontáneas que son reforzadas por aprendizajes inadecuados en el medio social o en los medios de comunicación (*Campanario y Otero, 2000*)

Lo más preocupante de las ideas previas es su **persistencia**, ya no sólo su existencia en el alumnado. Los resultados obtenidos hasta la fecha de las investigaciones muestran la gran resistencia al cambio que presentan las estructuras mentales construidas por los alumnos. Se ha comprobado que en un número muy bajo de alumnos, la exposición de las ideas científicas correctas hace abandonar al alumnado sus ideas previas, las cuales suelen permanecer inalteradas después de largos períodos de enseñanza y conviven con las ideas científicas (*Furió y Guisasola, 2001*).

El resultado es que los alumnos mantienen dos esquemas paralelos de conocimientos. Por un lado están sus conocimientos académicos sobre fenómenos, leyes, fórmulas y métodos, que les sirven en el medio escolar para resolver ejercicios. Mientras que por otro lado, los alumnos mantienen sus ideas previas ya que les son útiles para entender la realidad y para interactuar con el medio que les rodea.

Por otro lado, uno de los rasgos característicos del aprendizaje de la ciencia que nos ocupa en este Trabajo Fin de Máster, la Física, es que en vez de tener que buscar la información estamos siendo sobrealimentados de información. En nuestra cultura, la información fluye de modo mucho más dinámico, pero también menos organizado. Los alumnos son bombardeados por diversos canales de comunicación (Internet, televisión...) que proporcionan conocimientos supuestamente científicos, que sin embargo, pueden ser incongruentes entre sí.

Por ello se puede asegurar que el conocimiento se va a ir modificando continuamente puesto que es la interacción del medio físico, medio social y medio cultural con el sujeto tal y como se muestra en la Figura 2.1.

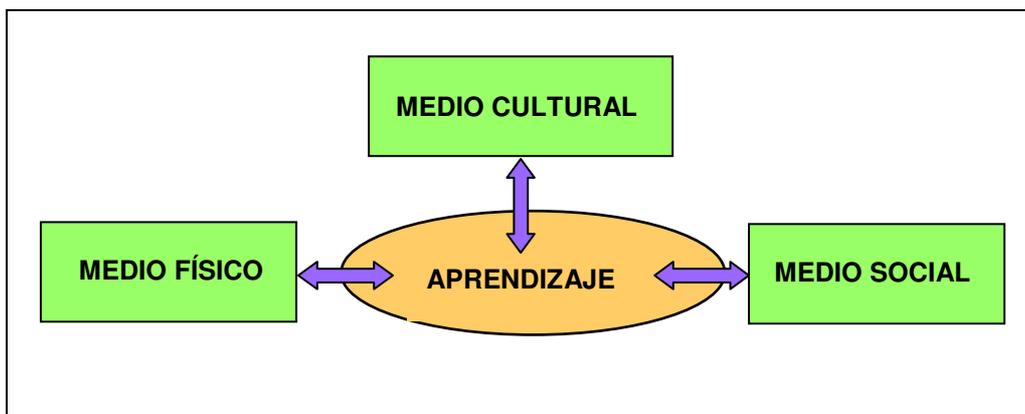


Figura 2.1. Esquema del aprendizaje y su relación con el medio.

¿Cómo se enseña la ciencia?

Hay que aclarar que el **aprendizaje significativo** de las ciencias no se da por una acumulación de información transmitida, sino por un **cambio conceptual**. El cambio conceptual no debe ser la simple sustitución de un concepto equivocado por otro correcto, sino que el proceso de cambio debe involucrar relaciones entre preconceptos (*Driver 1986*). Este proceso de enseñanza y aprendizaje es lo que se denomina **enfoque constructivista**: los esquemas conceptuales son activamente construidos por el que aprende. Desde esta perspectiva, el proceso de aprender implica que nada viene de la nada, sino que los alumnos tienen una serie de ideas y conocimientos que activan en una situación de aprendizaje y tratan de conectar con los nuevos conceptos para dar lugar a conocimientos nuevos.

Con el fin de mostrar un ejemplo sobre uno de los conceptos que se estudiarán más adelante en este Trabajo Fin de Máster, se van a mostrar dos esquemas mentales de conocimiento, el de un alumno con nociones elementales de Dinámica y el de su profesor. Si tenemos un problema de Física en el que se pide dibujar las fuerzas que aparecen en una mesa, obtendremos la Figura 2.2 y la Figura 2.3 tal y como se muestra a continuación:

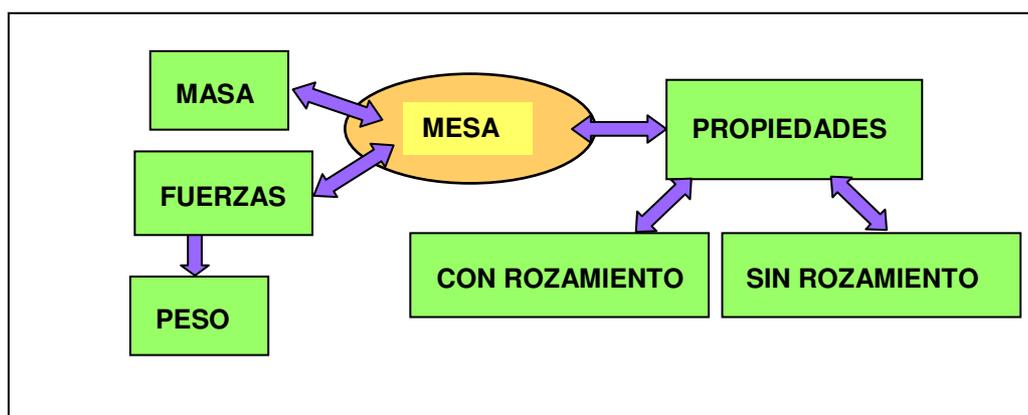


Figura 2.2. Esquema de conceptos para un alumno.

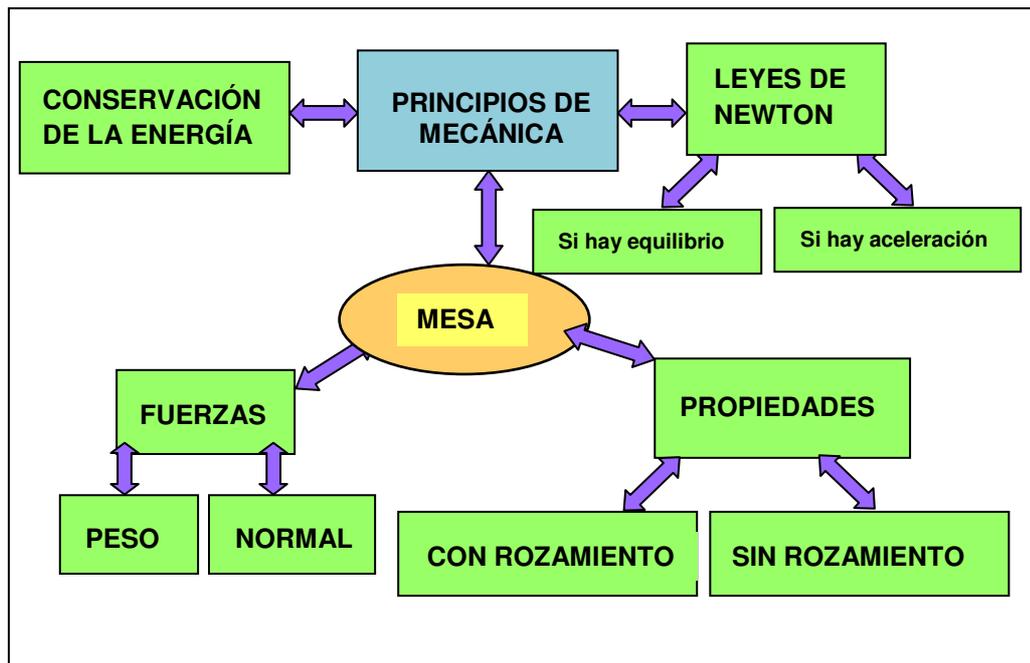


Figura 2.3. Esquema de conceptos para un docente.

Como sostiene la teoría constructivista el aprendizaje es algo activo tal y como se ha querido mostrar con las dos figuras anteriores en las que se observa como a medida que se tienen más conocimientos acerca de un tema, todos los conceptos se van enlazando entre sí formando una red cada vez mayor.

Las ideas previas de cada alumno van a servir como cimiento para apoyar a los nuevos conocimientos. De ahí que esta teoría asigne una gran importancia a las ideas que los estudiantes tienen antes de comenzar el aprendizaje, los llamados **conocimientos previos**.

Las ideas previas expresadas por los alumnos normalmente revelan suposiciones implícitas acerca de la naturaleza de las cosas que guían sus interpretaciones y predicciones, así como la generación de explicaciones y la toma de decisiones (Talanquer, 2011).

Además, estas ideas son indicativas de formas de razonar utilizadas por los alumnos para reducir la dificultad de las tareas con las que se enfrentan.

Como se ha dicho anteriormente, para la enseñanza de las ciencias el conocer las ideas previas, tiene una importante implicación puesto que generalmente éstas no concuerdan con el punto de vista científico, ya que la ciencia es una actividad contraintuitiva, es decir, que requiere que pongamos en duda buena parte de nuestro conocimiento cotidiano.

Para los alumnos aprender ciencia supone adquirir otro tipo de certeza, nuevos conceptos y conocimientos que nunca antes han escuchado. A consecuencia de ello resultan incompatibles con su experiencia, por lo que al no poder asimilarlo, no lo comprenden adecuadamente.

Conocida la importancia de estas ideas en el TFM que se presenta, en la Figura 2.4 se muestran los distintos orígenes que tienen dichas **ideas previas**, bien a través de *sus vivencias cotidianas* u origen sensorial, como consecuencia de *experiencias anteriores de aprendizaje* u origen escolar, así como por *los medios de comunicación* u cultural:

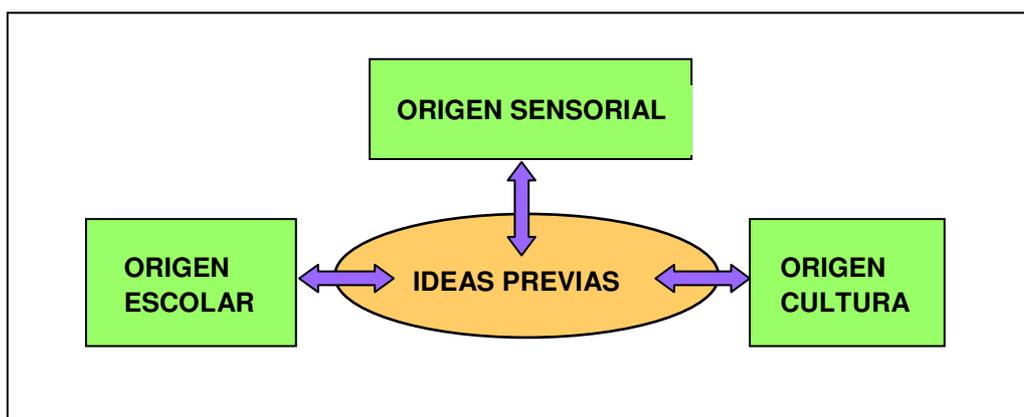


Figura 2.4. Origen de las ideas previas

Pese a que los tres orígenes están en constante interacción, se van a describir sus principales rasgos por separado:

- **Origen sensorial**: conocidas como ideas espontáneas.

Se forman en el intento de dar significado a las actividades o vivencias cotidianas.

Cada vez que se encuentran con una situación nueva, es decir, diferente de las expectativas que esperan de ella, se inicia una búsqueda causal con el fin de encontrar información para predecir y controlar la nueva situación.

- **Origen cultural**: las ideas sociales.

A diferencia de las ideas de origen sensorial, estas ideas no tendrían su origen tanto en la interacción directa con el mundo, como en el entorno social y cultural, de cuyas ideas se impregnaría el alumno.

La cultura es, entre otras muchas definiciones, *un conjunto de creencias compartidas por unos grupos sociales*, de modo que la educación y la socialización tendrían entre sus metas prioritarias la asimilación de esas creencias por parte de los individuos. Dado que el sistema educativo no es el único medio de transmisión cultural, los estudiantes acceden a las aulas con creencias socialmente inducidas en gran cantidad de hechos y fenómenos.

- **Origen escolar**: las ideas analógicas.

Se deben tener en cuenta la importancia de los aprendizajes escolares para la generación de ideas que van a influir a su vez en posteriores aprendizajes. Únicamente se suele hacer mención a esta fuente para referirse a posibles errores conceptuales de los alumnos que tienen su origen en la propia enseñanza recibida. Presentaciones simplificadas de ciertos conceptos conducen a una comprensión errónea, desviada, que no hace sino reflejar la información recibida.

Normalmente, las ideas que los estudiantes obtienen del conocimiento escolar, reflejan errores didácticos en la forma en que se les presentan los saberes científicos.

El análisis de los resultados de las investigaciones presentan listados de las ideas preconcebidas que tienen los alumnos tanto en la física como en la química, no sólo en el campo de la dinámica. Se ha sugerido que en vez de considerar estas concepciones como ideas rígidas e independientes, es mejor concebirlas como ideas dinámicas que los estudiantes generan sobre la marcha a partir de suposiciones.

Las ideas previas expresadas por los alumnos normalmente revelan suposiciones implícitas acerca de la naturaleza de las cosas que guían sus interpretaciones y predicciones, así como la generación de explicaciones y la toma de decisiones. Algunas de las principales características de las ideas previas son:

- Se encuentran presentes de manera semejante en diversas edades, género y culturas.
- Son de carácter implícito, es decir, en la mayoría de los casos las personas no son conscientes de sus ideas y exploraciones.
- Por lo general, se encuentran indiferenciadas de otros conceptos por lo que presentan confusiones cuando son aplicadas a situaciones específicas.
- La mayoría son elaboradas a partir de un razonamiento causal directo (el cambio en un efecto es directamente proporcional al cambio en su causa).

- Las ideas previas en una misma persona pueden ser contradictorias cuando se aplican en diferentes contextos.
- Son persistentes, es decir, no se modifican fácilmente por medio de la enseñanza tradicional de la ciencia, incluso cuando la instrucción es reiterada.
- Se originan a partir de las experiencias de las personas con relación a fenómenos cotidianos, a la correspondencia de interpretación con sus pares y a la enseñanza que ha recibido en la escuela.
- Interfieren con la instrucción científica.
- Parecen dotadas de cierta coherencia interna.

3. Objetivos:

Se pretenden encontrar las ideas previas que tienen los alumnos de un Centro de Educación Secundaria Obligatoria acerca de la dinámica de los cuerpos. Para ello se ha pasado a los dos grupos evaluados un cuestionario basado en el Test *Force Concept Inventory* (FCI).

Los distintos objetivos del presente Trabajo Fin de Máster son:

- Estudiar los conceptos previos que los alumnos tienen de la Dinámica. Tanto en alumnos que parten de cero en dicho tema como en alumnos que ya en cursos pasados han visto el tema en sus clases de Física de cursos pasados. Una vez se conocen éstas ideas previas, el docente podrá amoldar su unidad didáctica y su manera de dar las clases, sabiendo el punto de partida de los alumnos.
- Comparar resultados entre los dos grupos. En la actualidad los contenidos de la dinámica se estudian por primera vez en 4º E.S.O y después en 1º de Bachillerato. Parece interesante conocer los datos obtenidos en cada una de los cursos y poder compararlos entre sí. Con el análisis de dichos datos además, se podrá comprobar si con la enseñanza tradicional impartida en el centro los chicos de 1º Bachillerato han borrado los preconceptos que pudieran tener o dichas ideas aún persisten en los alumnos.
- Uso de recursos innovadores para la enseñanza de la unidad una vez analizadas las ideas previas encontradas en el cuestionario.

4. Materiales y métodos:

4.1. Selección de la muestra.

Para detectar las ideas previas que los alumnos tienen de la dinámica se ha diseñado un cuestionario de 12 preguntas, con cuestiones concretas de opción múltiple, cada una de ellas con 3 opciones de respuesta posible.

La muestra son alumnos de un centro de Educación Secundaria, concretamente 15 chicos de 4º de E.S.O y 13 de 1º de Bachillerato, entre 15 y 17 años. Los alumnos de 4º de E.S.O. tienen la asignatura de Física y Química como optativa 3 horas a la semana. En principio estos alumnos van a ir por la rama de un bachiller científico-tecnológico, con lo que la Física va a ser una asignatura fundamental para ellos.

Por otro lado, los alumnos del 1º de Bachillerato cursan la asignatura de Física y Química como obligatoria, puesto que es la clase del Bachillerato de Ciencias y Tecnología, los cuales tienen 4 horas a la semana dicha asignatura. Además hay que destacar que dichos alumnos ya deberían de conocer muchos de los conceptos de la dinámica, puesto que este tema aparece en el currículum de 4º E.S.O.

4.2. Diseño y aplicación de los instrumentos de campo.

Con el fin de detectar las principales ideas previas del alumnado objeto de estudio acerca de la dinámica se elaboró un cuestionario. En dicho instrumento se recogen preguntas relacionadas con las Leyes de Newton, fuerzas sobre objetos, relación de fuerza y velocidad, algún concepto de energía.

Una vez realizada una búsqueda bibliográfica se encuentra que el test *Force Concept Inventory* (FCI) ha sido usado como herramienta de evaluación teniendo gran prestigio en el ámbito de la investigación educativa.

Investigaciones como la de *Covián Regales, E., Celenín Matachana, M.* se han basado en el test citado anteriormente para analizar los conocimientos de sus alumnos.

El test original fue publicado por *Hestenes, Wells y Swackhamer* en 1992 por la revista *The Physics Teacher*.

Para la realización del cuestionado pasado a los alumnos nos hemos apoyado por tanto en el Test *Force Concept Inventory* (FCI): test compuesto por una serie de cuestiones de opción múltiple diseñado para la comprensión de los conceptos básicos de la Mecánica de Newton.

Los autores del FCI destacan el concepto de fuerza como fundamental en la Mecánica de Newton y atribuyen al test la utilidad para conocer la percepción del alumnado acerca de ella. A continuación se explica lo que se explora en cada una de las 6 dimensiones que se manejan en el test originario:

- Cinemática: explora si los alumnos tienen claro el concepto de movimiento y si lo tienen diferenciado de otros conceptos como posición, velocidad y aceleración.

- Primera Ley: busca identificar si los estudiantes comprenden la Primera Ley de Newton; es decir significa que no deben usar la noción pre-Galileana de *'ímpetus'* para explicar el movimiento de los cuerpos.

- Segunda Ley: distingue si los alumnos comprenden la Segunda Ley de Newton o si poseen la idea previa sobre la necesidad de acción de una fuerza para provocar el movimiento.

- Tercera Ley: identifica si los estudiantes malinterpretan el término *'interacción'* como una lucha entre fuerzas opuestas. Explora si los alumnos comprenden la Tercera Ley de Newton o si se rigen por el principio de dominancia, es decir, el más fuerte ejerce la mayor fuerza.

- Principio de Superposición: explora si los estudiantes comprenden el principio de superposición o si aplican el principio de dominancia para decir que es el conjunto de fuerzas que actúan sobre un mismo objeto y que una fuerza le gana a la otra. También busca si se confunde el término superposición con la acción de fuerzas dirigidas a un mismo objeto.

- Tipos de fuerza: identifica si los alumnos tienen un concepto unitario de fuerza. Explora si los estudiantes consideran que los 'obstáculos' no ejercen fuerza y si la masa es un tipo de resistencia.

El test originario consta de 29 preguntas en las que cada una de ellas tiene 5 posibles opciones, siendo una respuesta la correcta y cuatro alternativas que corresponden al *sentido común*. En nuestro cuestionario hemos querido hacer una simplificación, de forma que las preguntas se han quedado reducidas a 12, y cada una de ellas con 3 opciones.

Para los dos grupos que han participado en esta investigación educativa se ha pasado el mismo cuestionario. El cuestionario se realizó antes de iniciar el tema de la dinámica previsto en la programación de aula. En ambas aulas el cuestionario se realizó en las primeras horas de la mañana, para intentar que los alumnos tuvieran la mente clara y no arrastraran el cansancio del día. Se les dieron 55 minutos para responder a las 12 cuestiones, pero en ambos grupos finalizaron el cuestionario en unos 35 minutos. Además todos los cuestionarios fueron cumplimentados de forma anónima.

Las cuestiones se han elegido de modo que su resolución no consista en aplicar fórmulas y leyes, algo a lo que suelen estar acostumbrados los estudiantes, sino que pongan de manifiesto las ideas formadas que tienen los estudiantes sobre algunos conceptos, así como las relaciones entre ellos. Se han elegido dos grupos de diferente curso para poder compararles entre sí, debido a que uno de ellos apenas tienen conocimientos acerca de la dinámica y el otro ya lo ha estudiado en cursos pasados.

El formulario con las 12 cuestiones tal y como se presentó a los alumnos se encuentra en el epígrafe **9. Anexo**.

4.3. Estudio del cuestionario.

Como ocurre con el test FCI, se diseña un cuestionario de 12 preguntas cada uno de ellos con 3 opciones cerradas para cada pregunta. Las cuestiones se centran fundamentalmente en los siguientes conceptos:

- Las leyes de Newton.
- Fuerzas sobre objetos.
- Fuerza de acción y reacción.
- Relación de fuerza y velocidad.

En la Tabla 4.1. se muestra la relación de **cuestiones de la investigación** de conceptos que se han tenido en cuenta para la elaboración de las preguntas del cuestionario, apoyados en la Investigación Educativa *Diez años de evaluación de la mecánica de Newton en escuelas de Ingeniería españolas. Rendimiento académico y presencia de preconceptos*.

Tabla 4.1. Conceptos a evaluar en la investigación

ELEMENTO A EVALUAR	CUESTIÓN
Reconocer las fuerzas en los cuerpos.	1,2
Elementos inmóviles (mesas) producen fuerzas.	1,2
La presión del aire ejerce una fuerza.	1,10
Relación de energía y fuerza.	2

Fuerza de un valor determinado implica esa velocidad.	4
Fuerza resultante nula implica módulo de velocidad constante.	5
Segunda Ley de Newton.	4
Confusión de conceptos entre velocidad y aceleración.	4
Confusión de conceptos entre fuerza y velocidad	3
La energía no se acaba.	5, 2
Sistemas de Referencia Inerciales/ No inerciales	6
Aplicación de la primera Ley de Newton.	12
Aceleración independiente del peso y del material	8
Fuerzas en la trayectoria parabólica de un cuerpo.	9
A mayor masa mayor fuerza ejercida.	11
Resistencia como oposición al movimiento.	7
Trayectorias de cuerpos.	9,12
Aplicación de la tercera Ley de Newton.	2,11

5. Resultados.

5.1. Resultados del cuestionario.

A continuación se muestran las Tablas 5.1 y 5.2 correspondientes a los resultados obtenidos en los cuestionarios tanto en la clase de 4º E.S.O, como el aula de 1º de Bachillerato respectivamente.

En ellas se puede observar el porcentaje de aciertos de cada una de las preguntas realizadas.

Tabla 5.1. Respuestas alumnado 4º E.S.O.

CUESTIÓN	RESPUESTAS DE 4º E.S.O.				% ACIERTOS
	A	B	C	No Contesta	
1	6	5	3	-	43%
2	-	11	3	-	78%
3	1	1	12	-	85%
4	2	11	1	-	78%
5	7	1	5	1	7%
6	7	3	3	1	21%
7	5	2	7	-	50%
8	-	4	10	-	71%
9	-	9	3	2	0%

10	-	7	7	-	50%
11	1	6	7	-	42%
12	2	11	1	-	78%

5.2. Respuestas alumnado 1º Bachillerato.

CUESTIÓN	RESPUESTAS DE 1º BACHILLERATO			% ACIERTOS
	A	B	C	
1	12	-	1	92%
2	-	13	-	100%
3	2	-	11	84%
4	4	6	3	46%
5	5	5	3	38%
6	4	3	6	46%
7	3	1	9	69%
8	1	2	10	77%
9	1	9	3	7%
10	-	7	6	53%
11	1	6	6	46%

12	4	7	2	53%
----	---	---	---	-----

Una vez tabulados los datos obtenidos en los cuestionarios de los dos cursos, se hará un análisis exhaustivo de cada una de las preguntas formuladas en el cuestionario pasado al alumnado para el estudio de las ideas previas.

5.2. Análisis de las respuestas. Comparativa entre los alumnos de 4º E.S.O. y de 1º de Bachillerato.

Debido a que la muestra estaba formada por 2 clases de distinto curso se puede hacer una comparativa entre ambas. Cabe destacar que para el alumnado de 4º E.S.O. van a ser ideas previas puesto que a nivel académico, en cursos anteriores no han dado nada de dicho tema.

Por el contrario con los resultados que se obtengan con los chicos de 1º de Bachillerato se van a poder analizar más puntos, como la persistencia de éstas ideas previas, característica tratada en el epígrafe de la introducción, puesto que este alumnado ya ha dado en cursos anteriores muchos de los conceptos, y si aun tienen el mismo pensamiento podremos asegurar que son ideas asentadas en su cabeza.

Tabla 5.3. Porcentaje de aciertos todos los alumnos

CUESTIÓN	% ACIERTOS	
	4ºE.S.O.	1ºBACHILLERATO
1	43%	92%
2	78%	100%
3	85%	84%
4	78%	46%
5	7%	38%
6	21%	46%
7	50%	69%
8	71%	77%
9	0%	7%
10	50%	53%
11	42%	46%
12	78%	53%

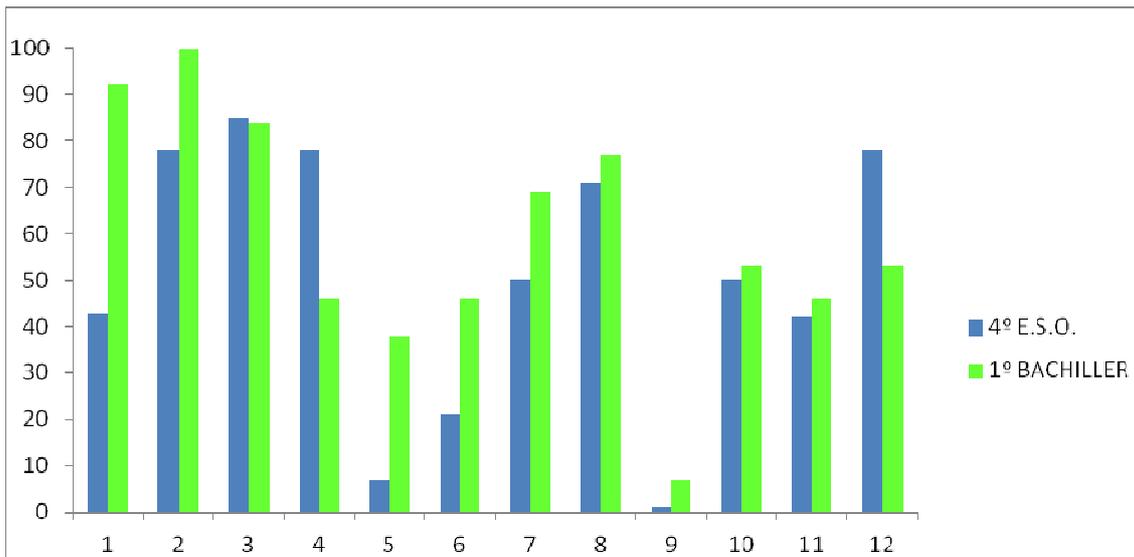


Figura 5.1. Porcentaje de aciertos para cada pregunta por curso

Según se muestra en la gráfica de la Figura 5.1, los resultados son bastante similares para 4 de las 12 preguntas del cuestionario (3, 8, 10, 11).

Cabe destacar, la gran diferencia de porcentaje de aciertos en las 8 preguntas restantes (1,2, 4, 5, 6, 7, 9 y 12).

Además de todas las anteriores tanto en la pregunta 4 como en la 12 los alumnos de 4º E.S.O. tuvieron porcentajes de aciertos más elevados que los alumnos de 1º de Bachillerato.

En las cuestiones 1, 2, 5, 6, 7 y 9 fueron los alumnos de 1º de Bachillerato los que han obtenido porcentajes mayores de aciertos.

Pese a ver que tanto los alumnos de la clase de 4º E.S.O. como los de 1º de Bachillerato tienen ideas previas de muchos de los conceptos estudiados con este Trabajo Fin de Máster, hay una pequeña mejoría en la clase de 1º de Bachillerato respecto a los de 4º E.S.O. Esto es debido a que los chicos de Bachillerato tienen el conocimiento formal de los conceptos, no que las ideas previas han desaparecido.

Pero aún así y como se puede observar de los datos de la gráfica, éstas aun persisten en estos chicos, pese a que muchos de los conceptos ya les tenían que tener superados del curso pasado, con lo que se mantiene que son **persistentes** en el tiempo.

Debido al bajo porcentaje de aciertos en la cuestión 9, siendo éstos valores de 0% y 7% en las clases de 4º E.S.O. y de 1º Bachillerato respectivamente, se opta por formularla de otra forma por si esto fuera la causa y hubiera habido un mal entendimiento de la cuestión por parte de los alumnos. La pregunta pasaría a ser tal y cómo se formuló en el Test *Force Concept Inventory* original:

Cuestión 9 alternativa: A pesar de que hace un viento muy fuerte, una tenista consigue golpear una pelota de tenis con su raqueta de modo que la pelota pasa por encima de la red y cae sobre el campo de su oponente. Considérense las siguientes fuerzas:

1. Una fuerza debida a la gravedad.
2. Una fuerza por el golpe.
3. Una fuerza ejercida por el aire.

¿Cuál de estas fuerzas actúan sobre la pelota después de que ésta deje de estar en contacto con la raqueta y antes de que toque el suelo?

- La fuerza debida a la gravedad.
- La fuerza debida a la gravedad y la fuerza del golpe.
- La fuerza debida a la gravedad, la fuerza del golpe y la fuerza ejercida por el aire.

A diferencia con la pregunta del cuestionario pasado a los alumnos, en esta alternativa, se especifica que la pelota deja de estar en contacto con la raqueta. Existe la posibilidad de que con este matiz los resultados de nuestro cuestionario a la pregunta podrían haber sido más elevados.

A continuación se van a analizar individualmente cada una de las preguntas del cuestionario.

Cuestión 1: Cuando hay un libro sobre una mesa las fuerzas que aparecen son:

- El peso del libro y la reacción de la mesa.
- El peso del libro y la presión del aire que le sostiene.
- El peso del libro, la presión del aire que le sostiene y la reacción de la mesa.

En esta pregunta muchos de los alumnos de 4º E.S.O. cometen errores e indican que la presión del aire es la responsable de que el libro se mantenga sobre la mesa. Por contra, en el aula de 1º de Bachillerato más de un 90% de los encuestados conocen que fuerzas aparecen en un cuerpo en reposo.

Se optó por poner en las dos respuestas erróneas la presión del aire como una de las fuerzas que actuaban para comprobar si los alumnos piensan que la presión del aire es una de las fuerzas que actúan sobre los cuerpos.

Cuestión 2: Cuando estamos sentados en una butaca:

- Sólo existe la fuerza de nuestro peso.
- Existe la fuerza de nuestro peso, así como la fuerza que hace la butaca sobre nosotros.
- Existe la fuerza de nuestro peso, ya que la butaca al no tener energía no puede hacer fuerzas.

Con esta cuestión, en la que también se les preguntaba acerca de las fuerzas que tienen los cuerpos en reposo, vemos como mejoran los resultados respecto la pregunta anterior. Posiblemente, porque en ninguna de las respuestas se hacía referencia a la presión del aire y de ahí que el porcentaje de aciertos en los alumnos de 4º E.S.O. haya mejorado.

Respecto a las respuestas incorrectas se quería demostrar si los alumnos relacionaban la pregunta con la 3ª Ley de Newton. Parece que los

chicos de 1º de Bachillerato es algo que tienen superado, pero no así para todos los chicos de la clase de 4º E.S.O. Hay que destacar que algunos de los alumnos dan por correcta la respuesta errónea de asegurar que un cuerpo sólido (como una butaca), no puede hacer fuerza.

Cuestión 3: Si sostenemos con nuestra mano una pelota y la soltamos en ese instante:

- No aparecen fuerzas ya que la velocidad inicial es cero.
- La fuerza del peso aparece cuando alcanza una velocidad.
- Actúa sobre ella la fuerza del peso.

En general, los aciertos son bastante altos. Con las opciones erróneas se quería comprobar la idea de que si no existe velocidad en un cuerpo, éste no va a tener fuerzas. Destaca el hecho de que para algún alumno, no aparecen fuerzas si no hay velocidad. Además dicho error le cometen alumnos de los dos cursos entrevistados.

Cuestión 4: Si chutamos un balón de fútbol de 1 kg con una fuerza de 20 N:

- El balón adquiere una velocidad de 20 m /s.
- El balón adquiere una aceleración de 20 m/s².
- El balón adquiere una velocidad constante, pero no sabemos su velocidad.

Sorprende el hecho de la gran diferencia de porcentajes de aciertos entre los alumnos de 4º E.S.O. y de 1º de Bachillerato, siendo del 78% y del 46% respectivamente.

Cuestión con la que se pretende que los entrevistados apliquen la Segunda Ley de Newton. En las respuestas incorrectas se introdujo la magnitud de la velocidad, para comprobar si los alumnos tienen claros los conceptos de velocidad y de aceleración, así como para ver si los alumnos encontraban alguna relación entre la fuerza de un cuerpo y su velocidad. En ella, algunos de los chicos entrevistados cometen el error de pensar que si se

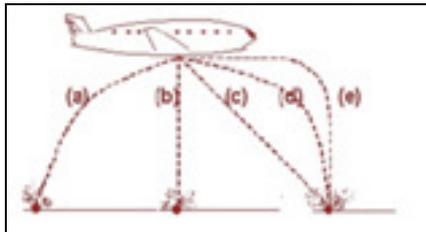
aplica una fuerza de 20 Newton, la velocidad que adquiere el cuerpo es de esa misma magnitud.

Cuestión 5: Si empujas a una pelota sobre una superficie lisa:

- La pelota se irá muy lejos, pero cuando se la acabe su energía se parará.
- La pelota se mantendrá acelerada indefinidamente.
- La pelota se irá lejos si la fuerza ha sido grande.

Los porcentajes de aciertos en esta cuestión son muy bajos, 7% y 38%. Sobre todo, para el alumnado de 4º de E.S.O., en el que la mayoría de los alumnos dio como válida la primera opción con lo que se pone de manifiesto que no conocen en principio de conservación de la energía. La opción en la que se relaciona que cuanto más fuerza se dé a la pelota más alcance conseguirá también ha sido elegida por un número alto de alumnos.

Cuestión 6: Una bola cae accidentalmente de un avión que vuela horizontalmente. Si se observa desde el suelo, ¿cuál es la trayectoria que más se aproxima al camino de la bola?



Debido a las 5 opciones posibles que tenían, los resultados se han agrupado de la siguiente forma. La respuesta A corresponde con la opción a. La respuesta B corresponde con la opción B. La respuesta C corresponden con las opciones c, d, e.

En esta cuestión se ve como los aciertos varían bastante entre las clases de 4º E.S.O. y de 1º de Bachillerato siendo el porcentaje de aciertos 21% y 46% respectivamente. Un gran porcentaje de alumnos de 4º de E.S.O. dio por correcta la opción A, es decir, se situó en el avión para observar la trayectoria de la bola.

El hecho de darles la opción B fue debido a que los chicos ya habían trabajado con problemas en los que las trayectorias eran de caída libre y se quería comprobar si pensaban que los objetos siempre caían siguiendo trayectorias rectilíneas verticales.

Cuestión 7: Si queremos mover un armario de 200 kg. necesitamos:

- Hacer una fuerza de 200 N.
- Necesitamos hacer una fuerza del doble de su masa.
- Necesitamos hacer una fuerza, pero no podemos conocer su valor.

En general los alumnos de 1º de Bachillerato no han tenido problemas para resolver la cuestión. Por el contrario para los chicos de 4º de E.S.O. con el análisis de la respuesta se ve como para la mitad de la clase cree que se debe aplicar una fuerza del mismo valor de la masa del cuerpo para que éste se pueda mover. Es posible que hayan aplicado la 2ª Ley de Newton y hayan confundido el concepto de aceleración con el de velocidad.

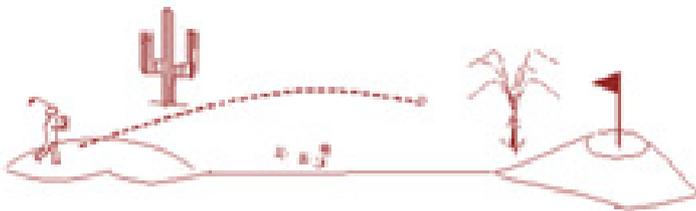
Cuestión 8: Si desde una ventana a 10 metros de altura dejamos caer 2 bolas de 1 kg. una de hierro y otra de plástico, ¿quién llegará antes al suelo?

- La bola de plástico.
- La bola de hierro.
- Las dos llegan a la vez.

En ambas clases se da un alto porcentaje de aciertos, con lo que se demuestra que tienen claro el concepto de que en la caída libre es independiente el peso del objeto y su material.

Respecto a las respuestas erróneas se les dio las diferentes opciones para ver si se inclinaban por alguno de los dos materiales. La gran mayoría de ellas optaron por elegir a la bola de hierro como la más rápida. Pese a decir el enunciado que las bolas eran de 1kg. se dejaron guiar por la intuición y eligieron el material más pesado como el que tarda menos en llegar al suelo.

Cuestión 9: Una pelota de golf viaja a través del aire siguiendo una trayectoria similar a la indicada en el dibujo. ¿Cuáles de las siguientes fuerzas están actuando sobre la pelota durante el vuelo?



- La fuerza de la gravedad.
- La fuerza del golpe y la fuerza de la gravedad.
- La fuerza del golpe y la resistencia del aire.

Sólo uno de los alumnos entrevistados ha elegido la opción correcta. Todos los demás alumnos han optado por elegir cualquiera de las otras dos opciones en las que la fuerza del golpe se daba como opción, sin darse cuenta que durante el vuelo la única fuerza que actúa sobre la pelota es la fuerza de la gravedad.

Ambas respuestas erróneas se dieron para corroborar como los alumnos piensan que la pelota lleva aún la fuerza el golpe o existe una fuerza en la pelota transmitida por el golfista.

Cuestión 10: Una piedra cae desde la azota de un edificio. La piedra:

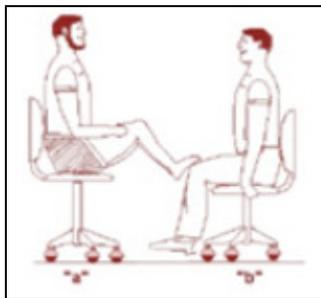
- Alcanza su máxima velocidad de inmediato y después cae con velocidad constante.

- Cae por la tendencia natural de todos los objetos de moverse hacia la Tierra.
- Cae por la combinación de la fuerza de la gravedad y la presión del aire que la empujan hacia abajo.

En torno a la mitad de los alumnos encuestados han dado la respuesta correcta en esta pregunta, con la que se pretende poner de manifiesto las fuerzas que hay en un objeto durante su caída libre.

De las respuestas erróneas en su mayor parte se ha optado por elegir por buena la opción en la que se indica como fuerza la presión del aire, algo que ya ocurría en la primera cuestión del test. Con la primera opción errónea en la que sale el concepto de velocidad, se pretendía comprobar si los alumnos al darse cuenta de que se trataba de un movimiento rectilíneo uniformemente acelerado se daban cuenta que la velocidad no podía ser constante.

Cuestión 11: Dos compañeros están sentados como se ve en la figura. Las sillas son iguales y el chico a tiene una masa de 95 kg. mientras que la masa del otro chico b es de 77 kg. El chico a, coloca sus pies sobre las rodillas del chico b. De repente a empuja con sus pies a b, y como resultado, ambas sillas se mueven. En esta situación:

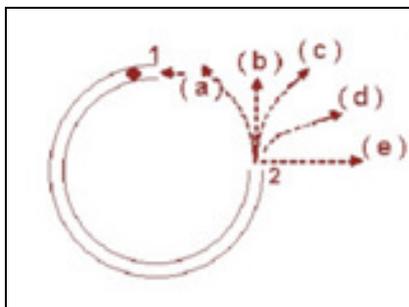


- Ninguno de los dos chicos ejerce una fuerza sobre el otro.
- Cada chico ejerce la misma fuerza sobre el otro.
- Cada chico ejerce una fuerza sobre el otro, pero a ejerce una fuerza mayor a b.

En torno a la mitad de los alumnos encuestados han dado la respuesta correcta en esta pregunta, con la que se pretende poner de manifiesto la 3ª Ley de Newton y así las fuerzas de acción- reacción.

De las respuestas erróneas en su mayor parte se ha optado por elegir por buena la opción en la que se dice que el hombre de más masa ejerce mayor fuerza, corroborando una de las ideas preconcebidas más extendidas en las Leyes de Newton. Se pone de manifiesto que los alumnos son capaces de reconocer que existen dos fuerzas, pero les cuesta asimilar que éstas sean del mismo valor. Además con dicha opción los alumnos están dejando ver que el movimiento se produce cuando la fuerza que actúa es mayor que la resistencia.

Cuestión 12: El dibujo representa un tubo, fijado a una mesa. Una pequeña bola entra en el tubo por la posición 1 y sale por la posición 2. ¿Cuál de las trayectorias sigue la bolita al salir del tubo en el punto 2 y continuar rodando sobre la mesa?



Debido a las 5 opciones posibles que tenían, los resultados se han agrupado de la siguiente forma. La respuesta A corresponde con la opción a. La respuesta B corresponde con la opción B. La respuesta C corresponden con las opciones c, d, e.

En esta cuestión los alumnos de 4º E.S.O. han obtenido un porcentaje significativamente más alto, respecto a los chicos de 1º de Bachillerato, un 78%

frente a un 53%. Este hecho puede haber sido por las veces que se les ha repetido en el tema de cinemática que los objetos se van por la tangente.

Con las opciones agrupadas en la opción C se pretendía ver si los alumnos se daban cuenta de la variación de la inercia de la pelota, mientras que con la opción A que la última fuerza en actuar es la que va a determinar el movimiento.

6. Planificación de las actividades en el aula para superar las ideas preconcebidas.

Una vez se ha pasado el cuestionario al alumnado y analizados los conocimientos de los que parten los alumnos, el siguiente paso es el explicar cómo se abordarán las Leyes de Newton en el aula mediante experiencias prácticas así como el uso de recursos innovadores.

Se ha optado por elegir experiencias prácticas en las que los alumnos intervengan activamente, no sólo como simples observadores. Además se han elegido experiencias en las que el contexto es socio-cultural, realizándolas en aulas como la sala de ordenadores o el gimnasio para que no vean la ciencia sólo como leyes y fórmulas matemáticas, sino que la sepan relacionar con los acontecimientos que ocurren en su vida diaria.

Pese a ser un orden bastante diferente al usado por la mayoría de los libros de texto, la primera de las experiencias que se va a poner en práctica es la 3ª Ley de Newton. Esto es debido a que ha sido uno de los conceptos analizados en el cuestionario en el que tanto los alumnos de 4º E.S.O. como los de 1º de Bachillerato han cometido más errores.

Además, en la misma experiencia se va a poder aprovechar y demostrar la 2ª Ley de Newton.

Principio de acción-reacción:

Dicha experiencia se realizará en el patio del instituto y se usarán balones de distintas masas.

Los materiales para realizar la experiencia son un patinete y varios balones de diferentes masas.

La experiencia es aconsejable que se realice por todos los alumnos, para que éstos la sientan en primera persona, y noten la sensación, en este caso la fuerza de reacción.

Se coloca el alumno sentado sobre un patinete parado mirando de frente a una pared.

Una vez así se le mandará empujar a la pared con las plantas de los pies. Consecuentemente el sistema formado por el patinete y el alumno se desplazará hacia atrás, cumpliéndose así el principio de acción- reacción.

A continuación y en la misma posición se les mandarán que arrojen contra la pared un balón. Para ello hacen una fuerza sobre el balón con la que éste se acelerará.

Además, de la misma manera que ocurría en la experiencia anterior, el balón ejerce sobre el alumno la misma fuerza pero de sentido contrario de modo que también le desplazará hacia atrás.

La experiencia se repite, pero con balones de diferente masa. De esta forma, el alumno va a ver que se desplazará con diferente aceleración si se comparan las experiencias y de esa forma poner en práctica la 2ª Ley de Newton.

Una vez se realiza la experiencia con el patinete, se puede hacer uso de una simulación informática para poner en práctica la 1ª Ley de Newton y de ésta forma poner en prácticas las 3 Leyes fundamentales de la Dinámica.

1º Ley de Newton:

De los resultados obtenidos en el cuestionario se llega a la conclusión que muchos de los alumnos tienen dificultades en entender la 1º Ley de Newton, así como mezclar conceptos de velocidad y aceleración que corresponden a un mal entendimiento de la 2ª Ley de Newton. *Tienden a pensar que si sobre un cuerpo la suma de fuerzas es cero este se mantiene parado, o como se ha visto en la pregunta 4 del cuestionario en la que confundían los conceptos de velocidad y aceleración.*

A continuación en la Figura 6.1 se muestra como es la pantalla para realizar la simulación informática. A la izquierda de la figura se ven las variables: masa, fuerzas hacia la izquierda, fuerzas hacia la derecha, así como posición inicial y velocidad inicial.



Figura 6.1. Pantalla de la simulación

Se les pasará a los alumnos un guión con las variables tabuladas en la Tabla 6.1 para que todos los alumnos sigan la clase y la explicación sin problemas.

Tabla 6.1. Experiencias a realizar en la simulación

Variable	Exp1	Exp2	Exp3	Exp 4
Masa	1	1	1	2
Fuerzas (+)	5	5	5	5
Fuerzas (-)	5	5	1	1
Velocidad inicial	0	2	0	2

En la Figura 6.2. se muestra la simulación una vez finalizado el Experimento 1 tabulado anteriormente.

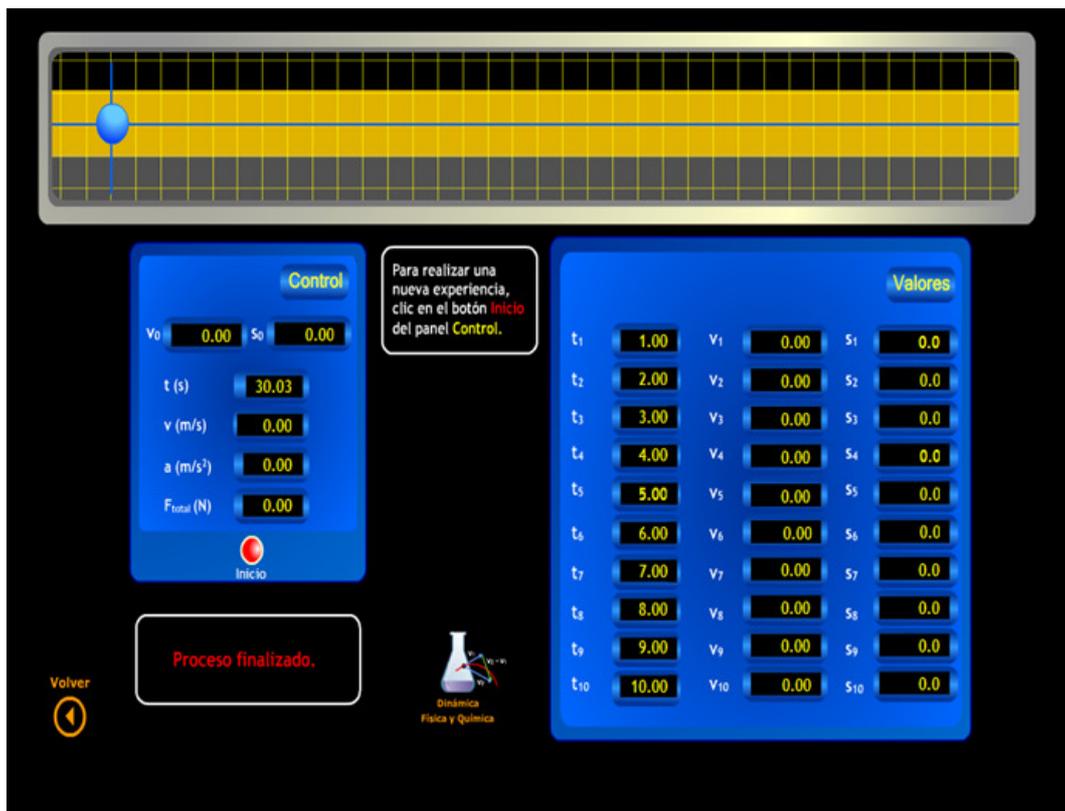


Figura 6.2. Simulación al finalizar la Experiencia 1.

Con las cuatro simulaciones se pone de manifiesto la 1ª Ley de Newton, además de poder volver a recordarles la 2ª Ley de Newton con la última de las simulaciones.

Cuerpos en caída libre:

Pese a que los resultados del cuestionario han sido buenos, ya que se está dando clase desde el aula de informática, se pueden mostrar las siguientes simulaciones en la que se muestra la caída libre de los cuerpos.

En la primera experiencia se deja caer desde lo alto de una torre dos cuerpos de distinta masa, mientras que en la segunda experiencia se dejan caer dos cuerpos de la misma masa y misma sustancia tal y como se observa en la Figura 6.3.

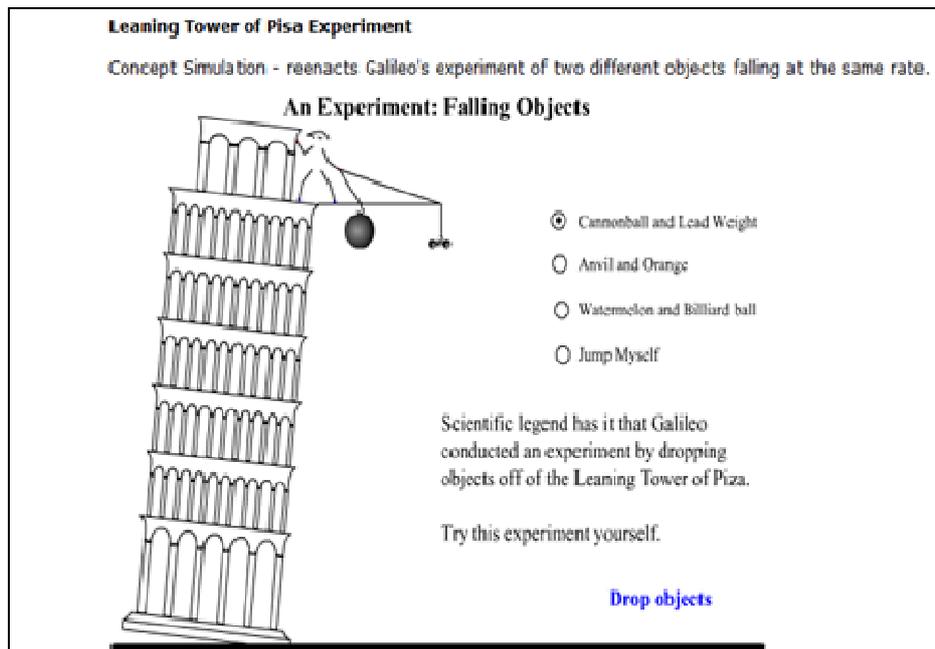


Figura 6.3. Simulación caída libre de un cuerpo.

Con ellas se demuestra que la fuerza de la gravedad actúa independientemente de la masa del objeto y aclarar así las preguntas 8 y 10 del cuestionario.

Finalmente, se puede enseñar a los alumnos una viñeta, la cual está sacada de la investigación de Romero, A., Worner, C.H., *Una manera diferente de enseñar física: física y humor.*, en la que se ve la 3ª Ley de Newton, tal y como se muestra en la Figura 6.4.

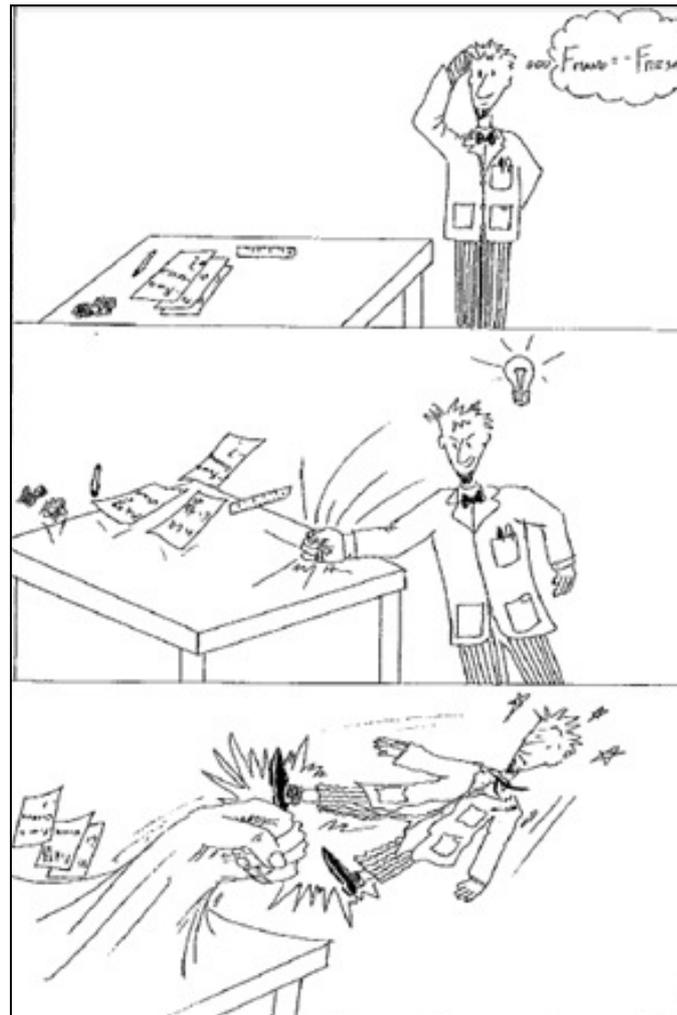


Figura 6.4. 3ª Ley de Newton.

7. Conclusiones.

En este Trabajo Fin de Máster se ha procedido a estudiar los conocimientos previos que tienen los estudiantes de 4º E.S.O. y de 1º de Bachillerato sobre la Dinámica, eje fundamental de la Física, para el conocimiento por parte del docente de éstos y conocer así el punto de partida para la preparación de sus clases.

Una vez analizadas cada una de las preguntas del cuestionario, se describen las principales conclusiones a las que se ha llegado:

- La existencia de diferencias entre las respuestas de los alumnos de 1º de Bachillerato, respecto a los de 4º E.S.O. pone de manifiesto que los 1º alumnos tienen el conocimiento formal de los conceptos, sin haber desaparecido las ideas previas. Esto es algo preocupante, puesto que los alumnos de Bachillerato ya debían de tener conocimientos asentados de cursos pasados. Con ello podemos corroborar que las ideas previas son **persistentes** en el alumnado. Tal y como enunciaron *Furió y Guisasola*, en un número elevado de alumnos las ideas previas siguen inalteradas después de largos períodos de enseñanza y conviven con las ideas científicas.

- Si bien es cierto que a medida que avanzan en el Sistema Educativo **se dan en menor medida en los chicos de 1º de Bachillerato** que en los de 4º E.S.O., pero al haber sólo un curso de diferencia entre los alumnos encuestados se ve que la diferencia es pequeña.

Las ideas previas que han sido más visibles gracias al cuestionario han sido:

- Cuanta más masa tenga una persona, más fuerza produce, sin tener en cuenta el principio de acción- reacción.

- En la trayectoria de un objeto, como el caso de una pelota de tenis, cuando está en el aire, sobre ella actúa la fuerza de impacto.

- La presión de aire es una fuerza que actúa sobre los cuerpos, sobre todo para los alumnos de 4º E.S.O. Para los alumnos de Bachiller es una idea previa superada.

- Un número elevado de chicos de los dos cursos, dio como opción correcta, una en la que se enunciaba literalmente que la energía de un cuerpo se acababa, con lo que demuestran que no son conscientes de la existencia del **teorema de la conservación de la energía**, si el problema no es explícitamente acerca de dicho concepto.

- Se ha mostrado que mezclan conceptos tan elementales como son la velocidad o la aceleración de los cuerpos.

- Las cuestiones acerca de cuerpos libres y reconocer sus fuerzas son las que han dado un mayor porcentaje de aciertos.

Conocidas éstas se ha optado por hacer una experiencia práctica para demostrar la 3ª Ley de Newton, es decir, el principio de acción-reacción, con la que apoyar las clases teóricas, así como otra clase apoyándose en recursos informáticos.

A modo de conclusión general, desde mi punto de vista el uso de encuestas o formularios a los alumnos es uno de los métodos más recomendados para hacernos a la idea de en qué punto de partida se encuentran los alumnos.

Como mejoras del cuestionario expuesto en el presente TFM sería aconsejable reducir el número de conceptos a evaluar, pero hacer más de una

pregunta relacionada con cada elemento a evaluar. Tal y como se ha llevado a cabo, de alguno de los conceptos ha sido difícil el obtener una conclusión clara.

Por otro lado tal y como se ha enunciado en el epígrafe 2 de este TFM se sabe que los alumnos mantienen dos esquemas paralelos de conocimientos, por un lado los conocimientos académicos y por otro las ideas con las que entienden su vida diaria e interacción con el medio que les rodea. De ahí que sería aconsejable el analizar en el alumnado de Bachillerato la correcta resolución de problemas pese a la persistencia de las ideas previas.

8. Bibliografía y webs consultadas.

- Brown, D.E. (1992). *Using examples and analogies to remediate misconceptions in physics: Factor influencing conceptual change*. Journal of Research in Science Teaching, 29 (1), 17-34.
- Campanario, J.M.; Otero, J.C. (2000). *Más allá de las ideas previas como dificultades de aprendizaje: las pautas de pensamiento, las concepciones epistemológicas y las estrategias metacognitivas de los alumnos de Ciencias*. Enseñanza de las Ciencias, 18 (2), 155-169.
- Clement, J.; Brown, D.E.; Zietsman, A. (1989). *Not all preconceptions are misconceptions: finding 'anchoring conceptions' for grounding instruction on students' intuitions*. Número especial: International Journal of Science Education, 11, 554-565.
- Cohen, R.; Eylon, B; Ganiel, U. (1983). *Potential difference and current in simple electric circuits: A study of students' concepts*. American Journal of Physics, 51 (5), 407-412.
- Covián Regales, E., Celenín Matachana, M. (2008). *Diez años de evaluación de enseñanza- aprendizaje de la mecánica de Newton en escuelas de Ingeniería españolas. Rendimiento académico y presencia de preconceptos*. Enseñanza de las Ciencias, 26 (1), 23-42.
- Driver, R. (1986). *Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos*. Enseñanza de las Ciencias, 4 (1), 3-15.
- Furió, C. y Guisasola, J. (1999). *Concepciones alternativas y dificultades de aprendizaje en Electrostática. Selección de cuestiones elaboradas para su detección y tratamiento*. Enseñanza de las Ciencias, 17 (3), 441-452.
- Furió, C. y Guisasola, J. (2001). *La enseñanza del concepto de campo eléctrico basado en un modelo de aprendizaje como investigación orientada*. Enseñanza de las Ciencias, 19 (2), 319-334.

- Hestenes, D., Wells, M., Swackhamer, G. (1992). *Force Concept Inventory*. The Physics Teacher, Vol. 30, 141-158.
- Mora, C., Herrera, D. (2009). *Una revisión sobre ideas previas del concepto de fuerza*. Lat. Am. J. Phys. Educ. Vol.3, No. 1
- Periago, M.C. y Bohigas, X. (2005). *Persistencia de las ideas previas sobre el potencial eléctrico, intensidad de corriente y ley de Ohm en los estudiantes de 2º curso de Ingeniería*, Revista electrónica de Investigación Educativa, Vol. 7, nº 2.
- Pozo, J.I. (1996). *Las ideas del alumnado sobre la ciencia: de dónde vienen, a dónde van... y mientras tanto qué hacemos con ellas*. Alambique versión electrónica, Revista Alambique 7.
- Pozo, J.I., Gómez Crespo, M.A (2010). *Por qué los alumnos no comprenden la ciencia que aprenden: qué podemos hacer nosotros para evitarlo*. Alambique: Didáctica de las Ciencias Experimentales, 66, 73-79.
- Romero, A., Worner, C.H. (1998). *Una manera diferente de enseñar física: física y humor*. Enseñanza de las Ciencias, 16 (1), 187-192.
- Talanquer, V. (2011). *El papel de las ideas previas en el aprendizaje de la química*. Didáctica de las Ciencias Experimentales, nº 69, 35-41.
- web.educastur.princast.es/proyectos/fisquiweb/ (Junio 2012)
- www.experimentoscaseros.net (Septiembre 2012)

9. Anexo.

Señalar la opción correcta para cada cuestión.

1. Cuando hay un libro sobre una mesa las fuerzas que aparecen son:
 - El peso del libro y la reacción de la mesa.
 - El peso del libro y la presión del aire que le sostiene.
 - El peso del libro, la presión del aire que le sostiene y la reacción de la mesa.

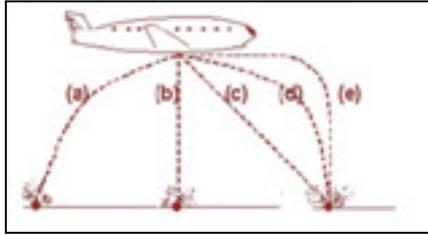
2. Cuando estamos sentados en una butaca:
 - Sólo existe la fuerza de nuestro peso.
 - Existe la fuerza de nuestro peso, así como la fuerza que hace la butaca sobre nosotros.
 - Existe la fuerza de nuestro peso, ya que la butaca al no tener energía no puede hacer fuerzas.

3. Si sostenemos un nuestra mano una pelota y la soltamos en ese instante:
 - No aparecen fuerzas ya que la velocidad inicial es cero.
 - La fuerza del peso aparece cuando alcanza una velocidad.
 - Actúa sobre ella la fuerza del peso.

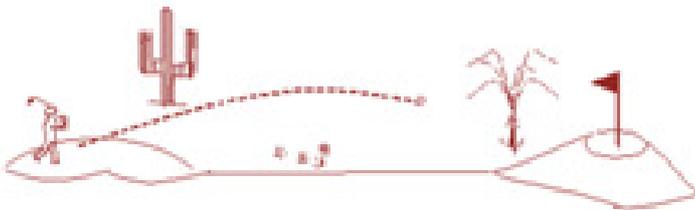
4. Si chutamos un balón de fútbol de 1 kg con una fuerza de 20 N:
 - El balón adquiere una velocidad de 20 m /s.
 - El balón adquiere una aceleración de 20 m/s².
 - El balón adquiere una velocidad constante, pero no sabemos su velocidad.

5. Si empujas a una pelota sobre una superficie lisa:
 - La pelota se irá muy lejos, pero cuando se la acabe su energía se parará.
 - La pelota se mantendrá acelerada indefinidamente.
 - La pelota se irá lejos si la fuerza ha sido grande.

6. Una bola cae accidentalmente de un avión que vuela horizontalmente. Si se observa desde el suelo, ¿cuál es la trayectoria que más se aproxima al camino de la bola?

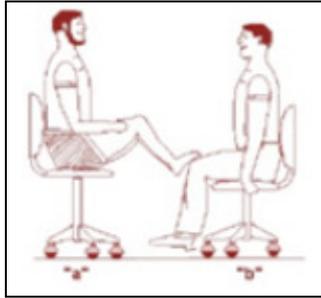


7. Si queremos mover un armario de 200 kg. necesitamos:
- Hacer una fuerza de 200 N.
 - Necesitamos hacer una fuerza del doble de su masa.
 - Necesitamos hacer una fuerza, pero no podemos conocer su valor.
8. Si desde una ventana a 10 metros de altura dejamos caer 2 bolas de 1 kg. una de hierro y otra de plástico, ¿quién llegará antes al suelo?
- La bola de plástico.
 - La bola de hierro.
 - Las dos llegan a la vez.
9. Una pelota de golf viaja a través del aire siguiendo una trayectoria similar a la indicada en el dibujo. ¿Cuáles de las siguientes fuerzas están actuando sobre la pelota durante el vuelo?



- La fuerza de la gravedad.
 - La fuerza del golpe y la fuerza de la gravedad.
 - La fuerza del golpe y la resistencia del aire.
10. Una piedra cae desde la azotea de un edificio. La piedra:
- Alcanza su máxima velocidad de inmediato y después cae con velocidad constante.
 - Caer por la tendencia natural de todos los objetos de moverse hacia la Tierra.
 - Caer por la combinación de la fuerza de la gravedad y la presión del aire que la empujan hacia abajo.

11. Dos compañeros están sentados como se ve en la figura. Las sillas son iguales y el chico a tiene una masa de 95 kg. mientras que la masa del otro chico b es de 77 kg. El chico a, coloca sus pies sobre las rodillas del chico b. De repente a empuja con sus pies a b, y como resultado, ambas sillas se mueven. En esta situación:



- Ninguno de los dos chicos ejerce una fuerza sobre el otro.
 - Cada chico ejerce la misma fuerza sobre el otro.
 - Cada chico ejerce una fuerza sobre el otro, pero a ejerce una fuerza mayor a b.
12. El dibujo representa un tubo, fijado a una mesa. Una pequeña bola entra en el tubo por la posición 1 y sale por la posición 2. ¿Cuál de las trayectorias sigue la bolita al salir del tubo en el punto 2 y continuar rodando sobre la mesa?

