Facultad de Educación

MÁSTER DE FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE SECUNDARIA

Análisis sobre la introducción inadecuada de conceptos de Física y Química en los libros de texto de 1º de Bachillerato: particularización al tema de la dinámica.

(Analysis of the inappropriate introduction of concepts of physics and chemistry in textbooks of lower sixth form: dynamics)

Alumna: SANDRA PRADA MAZA

Especialidad: FÍSICA, QUÍMICA Y TECNOLOGÍA

Director: JULIO LARGO MAESO

Curso académico: 2014/2015

Fecha: Julio 2015

Índice

1. Justificación 3
2. Introducción 5
3. Estado de la cuestión 7
   3.1 La enseñanza de la Física y la Química en la actualidad 7
   3.2 Percepción de la Física y la Química 9
   3.3 El proceso de enseñanza-aprendizaje 10
   3.4 En busca de un aprendizaje significativo 11
4. Objetivos 14
5. Análisis y propuestas de mejora 16
   5.1 Los libros de texto: estructura y contenidos 16
      5.1.1 Libro de la editorial SM 16
      5.1.2 Libro de la editorial Santillana 18
      5.1.3 Libro editorial Edebé 21
   5.2 Presentación de contenidos 23
      5.2.1 Orden de presentación de contenidos 23
      5.2.2 Resumen final del tema 25
      5.2.3 Títulos de los apartados 27
      5.2.4 Conceptos confusos 29
         Momento de una fuerza 29
         Par de fuerzas 32
         Inercia 34
         Momento lineal y su conservación 38
         Principio de acción-reacción 39
         Fuerza normal 40
         Fuerzas de rozamiento 43
      5.2.5 Ejercicios propuestos 46
      5.2.6 Ciencia, Tecnología y Sociedad 48
6. Conclusiones 51
7. Bibliografía 54

Anexo I: contenidos de la materia de Física y Química en Bachillerato 57

1. Justificación

Para desarrollar una buena labor educativa, el proceso de enseñanza-aprendizaje debe estar sometido a un continuo ejercicio de evaluación y análisis con el fin último de ser mejorado en todo lo posible. En este sentido, deben ser analizados, cuestionados y optimizados cada uno de los aspectos que formen parte de dicho proceso.

En el ámbito de la Física (y, muy posiblemente, también en otras materias), existen muchos conceptos que son presentados al alumnado de manera cuanto menos "confusa". En algunas ocasiones, las simplificaciones necesarias para introducir dichos conceptos en un determinado nivel educativo hacen que estos sean mostrados de manera imprecisa; en otras, estas indeterminaciones vienen dadas por el dominio que el propio profesor tenga sobre el tema en cuestión, así como por la falta de conexión entre dichos conceptos y el resto del temario de la asignatura (existen algunos contenidos que aparecen "descolgados" del resto del tema, de tal forma que la profundización en su estudio se reduce a la memorización de la ley, fenómeno o concepto en cuestión, sin observarse relación con ningún otro punto dado en la asignatura o, incluso, con la materia impartida en otros cursos).

Actualmente, y pese al gran aumento de recursos educativos con los se cuenta hoy en día, **los libros de texto siguen siendo una de las herramientas más utilizadas**. Posiblemente, una de las causas de este hecho reside en que el profesor encuentra en ellos seguridad y una "falsa garantía" de una buena práctica docente. Dichos libros son utilizados como la principal vía de información tanto para profesores como para alumnos. Además, los libros se convierten también en suministradores de ejercicios, tareas y problemas resueltos.

Tal y como manifiesta Gimeno (2013:187): "(los libros de texto) no son solamente recursos para ser usados por el profesor y los alumnos, sino que pasan a ser los verdaderos vertebradores de la práctica pedagógica. Señalan lo que hay que enseñar, ponen el énfasis en unos aspectos sobre otros, resaltan lo que hay que recordar o memorizar, dirigen la secuencia de enseñanza durante períodos largos o más cortos de tiempo, sugieren ejercicios y señalan criterios de evaluación, etc".

Por todo lo mencionado hasta aquí, se ha creído conveniente realizar este Trabajo Fin de Máster a lo largo del cual se va a realizar un **análisis sobre cómo se plantean los contenidos en la materia de Física y Química** (particularizando más en detalle este análisis al tema de la **dinámica**), analizando para ello el tratamiento de la materia en varios libros de texto de la asignatura (en concreto los publicados por las editoriales SM, Santillana y Edebé).

En rasgos generales, el trabajo se estructurará de la siguiente forma: en primer lugar se realizará un breve análisis general sobre el contenido de dichos libros en relación con el currículum oficial de la asignatura. Posteriormente, el estudio se focalizará por concreción en el tema de la dinámica, prestando especial atención a aquellos contenidos que se recogen en esta unidad a pesar de no estar presentes en el currículum. Finalmente se analizarán algunos ejemplos de materia que se plantea de forma "confusa" o incluso errónea, y se propondrán algunas alternativas para su tratamiento en el aula.

Más concretamente, este estudio se centrará en el curso de **primero de Bachillerato**. En primer lugar, se ha escogido este nivel frente a los últimos cursos de la ESO debido a que se trata de un curso en el que los alumnos se muestran más encaminados hacia unos estudios superiores de la rama científico-técnica (y de ahí la importancia de asentar unas buenas bases en cuanto a conceptos clave que posteriormente necesitarán). Por otro lado, se ha preferido elegir el primer curso de Bachillerato frente al segundo dado que, en este último, existe una presión adicional debido a la existencia de la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU) que puede condicionar los contenidos y la manera de trabajar en el aula.

2. Introducción

Como se ha mencionado en el apartado anterior, la realización de este estudio parte de la idea de que existen conceptos mal planteados o introducidos a los alumnos en la asignatura de Física y Química. Así, en los libros de texto de dicha materia parece que, más que ir modificándose los contenidos, se acumulan y sobreponen los mismos, manteniéndose algunos de ellos que el docente considera "necesarios" pero que, en algunas ocasiones, no lo son, o no en el nivel educativo en el que se imparten.

Con esto, considero que se generan algunos problemas que habría que tratar de evitar. Por un lado, puede que la introducción de tales contenidos no se corresponda con los objetivos planteados para la etapa. Por otro lado, las "adaptaciones" de los conceptos al desarrollo del alumno (en el caso que nos ocupa, principalmente al conocimiento matemático) pueden dar lugar a simplificaciones que conduzcan a errores en el entendimiento de dichos conceptos o, incluso, en el desarrollo metacognitivo del alumno (de forma que el alumno busque estrategias de pensamiento alternativas).

Por otra parte, la sobrecarga de materia con la que se cuenta, en general, en los libros de texto, hace que sea temporalmente imposible su impartición total, por lo que debería revisarse la inclusión de aquello que se mantiene, como he comentado anteriormente, por tradición, por seguridad para el docente, o "para rellenar hueco" haciendo el libro más interesante para su venta.

En definitiva, debe llevarse a cabo un análisis profundo de los contenidos presentes en los libros y en su forma de presentación para determinar si tal planteamiento resulta el más correcto desde el punto de vista pedagógico. Una vez en este punto, cabe señalar que la línea de actuación que se va a seguir para desarrollar este análisis va a ser la siguiente:

En primer lugar, se realizará una comparación general de los contenidos de cada uno de los libros con los que se va a trabajar con los contenidos establecidos en la LOE para esta materia (ver Anexo I). En dicho análisis, se determinará si los contenidos del libro se ajustan a los establecidos en dicha ley o si se incluye materia que no se recoge en ésta (para, en caso de que así fuera,

examinar posteriormente cómo se plantea dicha materia adicional y si existen posibilidades de un mejor tratamiento de la misma).

Por otro lado, se identificarán en cada uno de los libros aquellos conceptos del ámbito de la dinámica que no están claros, que hayan sufrido una adaptación o que directamente se planteen de manera errónea. En este sentido, se trata de analizar este mal planteamiento para, por último, presentar posibles alternativas con las que evitar el refuerzo de ideas previas también erróneas o con las que impedir que se forme una base equívoca si se trata de la primera vez que se trabaja el concepto en cuestión.

3. Estado de la cuestión

3.1 La enseñanza de la Física y la Química en la actualidad

A pesar del gran avance científico sufrido en los últimos años, y aunque pueda parecer asombroso, los estudiantes actuales de Física y Química estudian prácticamente los mismos contenidos que los que lo hacían hace ya varias décadas. Es más, puede decirse hasta que se mantiene constante el orden en el que se imparte la materia en dicha asignatura: de este modo, parece una "obligación" comenzar el curso con la cinemática y la dinámica, para continuar con la energía y la electricidad, independientemente del nivel educativo del que se esté hablando, para repetir el esquema año tras año (añadiendo contenidos nuevos en cursos superiores, obviamente).

De acuerdo con lo anterior, se me ocurre plantear un gran interrogante: ¿La Física y la Química (o la ciencia en general) han de ser entendidas como un proceso de transmisión de un conjunto de conocimientos "impuestos" por tradición? La respuesta a tal interrogante resulta obvia: no. Tal y como afirman Caamaño y Ametller (2011:25): "Debe haber cambios profundos en el qué y cómo enseñar, pero, además, el profesor debe conocer cómo se traducen estos planteamientos en su práctica".

Para poder afrontar esta dificultad y enseñar la Física y la Química de manera adecuada y productiva hay que tener en cuenta las dificultades que presentan los alumnos en su aprendizaje. La Física y la Química son entendidas de manera generalizada por los alumnos y los familiares de éstos como una de las asignaturas más "difíciles"; es más, incluso el propio profesorado se plantea en ocasiones tal dificultad, tendiendo a adjudicársela a la falta de interés del alumnado, por un lado, o a la falta de capacidad "intelectual", por otro. En cualquier caso, se trata de una problemática real que en muchas ocasiones desemboca en un desinterés del alumnado por la materia. Por ello, es necesario plantearse si tal problema tiene su origen en las capacidades del alumnado, en los contenidos que se tratan, en cómo se les presentan éstos a los alumnos, en los recursos utilizados, etc.

Así, el por qué los alumnos presentan dificultades en el aprendizaje de la Física y la Química puede explicarse atendiendo a tres aspectos importantes: el

nivel cognitivo del alumno, el aprendizaje de conceptos y la solución de problemas (Martín-Díaz, Gómez y Gutiérrez, 2000).

Centrándonos en el segundo de ellos, dado que es el que mantiene una mayor relación con el tema desarrollado en este trabajo, el primer punto a tener en consideración es que cualquier persona, y por supuesto también los alumnos en su proceso de aprendizaje, recurre a sus conocimientos previos a la hora de comprender un nuevo fenómeno. Es por ello que los contenidos que se expliquen en el aula deben plantearse teniendo en cuenta dichos conocimientos previos y no deben refrendar éstos si son equivocados ni formar nuevas ideas equívocas sobre algún aspecto.

Precisamente respecto a este punto gira el trabajo que aquí se presenta. Para **evitar la persistencia de ideas preconcebidas erróneas y la formación de nuevas ideas también equivocadas**, ha de prestarse mucha atención a los contenidos que se presentan en los libros de texto utilizados, por un lado, y a su tratamiento en el aula, por otro. En este sentido, resulta entonces tan importante el *qué* enseñar como el *cómo* hacerlo, estando ambos puntos, lógicamente, íntimamente relacionados.

Los libros de texto, que es el ámbito que nos ocupa en este momento, contienen en general una cantidad abrumadora de contenidos (revalidando así en cierta medida la visión acumulativa que se tiene de la Física y la Química como "un conjunto organizado de conocimientos" (Sebastián, Fernández, Ramón, Sánchez y Escudero, 1985:13) que, si bien resulta imposible impartir en su totalidad, mucho más aprenderlos. Por otro lado, algunos de tales contenidos se presentan de forma confusa, equívoca, o cuanto menos con un planteamiento didáctico cuestionable, lo cual constituye un grave problema que hay que solventar. Aquí, juega también un papel fundamental el propio docente, quien, para poder explicar el concepto con adecuación y veracidad (si fuera necesaria su explicación) ha de tener unos conocimientos avanzados sobre tal aspecto, lo cual tampoco siempre se cumple.

3.2 Percepción de la Física y la Química

Enlazando con el apartado anterior, en el que ya se mencionaba la "negativa" percepción que se tiene en general sobre la materia de Física y Química, he creído oportuno recoger los resultados del estudio realizado por el Departamento de didáctica de las ciencias experimentales y sociales de la Universidad de Valencia (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

En dicha publicación se presenta una visión generalizada sobre la **situación actual de desapego de los alumnos hacia las ciencias**. Las conclusiones obtenidas resultan llamativas: se muestra una disminución del número de alumnos que cursan el bachillerato científico y las materias científicas optativas y se ponen de manifiesto también las opiniones desfavorables de los alumnos sobre la ciencia.

Más concretamente, en cuanto a las materias de Física y Química, se constata una valoración totalmente negativa por parte del alumnado, quienes tienen "una idea de asignatura excesivamente difícil y aburrida (un 70.8%), alejada de su vida cotidiana, con pocas posibilidades de éxito y sin futuro profesional" (Solbes et al., 2007:112).

Resulta llamativo que, por el contrario, los propios alumnos propongan, para aumentar su interés en dichas ramas, las mismas líneas de actuación que se pretenden desde la Didáctica de las Ciencias: más trabajo en el laboratorio, relación de las Ciencias con la tecnología y la sociedad, conocimiento de la historia de la ciencia, etc. Sin embargo, desde el otro lado, la opinión de los profesores entrevistados en dicho estudio muestra que, aunque ellos también están de acuerdo en que las propuestas anteriores fomentarían el interés de los alumnos por las ciencias y mejorarían su aprendizaje, no se trabajan estos aspectos si no que continúa centrándose la enseñanza en aspectos puramente formales.

Ante estas conclusiones se plantea una profunda necesidad de valorar cómo se presentan los contenidos en la materia de Física y Química y de trazar nuevas líneas de actuación con las que conseguir un aprendizaje significativo por parte del alumnado.

3.3 El proceso de enseñanza-aprendizaje

El proceso de enseñanza-aprendizaje está cimentado, en mi opinión, por los siguientes cuatro pilares fundamentales: la motivación del alumnado, el clima que les rodea, los contenidos que se tratan y los métodos de enseñanza empleados para ello.

La primera de las bases es, como se ha dicho, la **motivación** que presenta el alumno ante la ardua tarea de aprender. Puede considerarse que el grado de motivación del alumno vendrá dado por cuatro elementos que dan respuesta a cuatro preguntas elementales correspondientes: el objetivo *(¿Qué quiero aprender?*), la meta (*¿Para qué quiero aprenderlo?*), el coste *(¿Cuánto esfuerzo va a costarme?*) que conducirá a una situación de éxito o de fracaso y las expectativas (*¿Puedo hacerlo?*). Obviamente, la motivación que presente cada uno de los alumnos no vendrá determinada de forma inalterable únicamente por el propio sujeto, si no que diferentes agentes influirán de forma muy directa en dicho grado de motivación, como se comentará más adelante.

Por otro lado se tiene el **clima que envuelve al adolescente**, el cual puede considerarse que se ramifica en cuatro grandes grupos: el grupo de iguales del adolescente, su familia, su entorno más directo (donde se encuadrarían por ejemplo vecinos, población, etc) y la propia autoestima del joven.

En este aspecto cabe destacar la figura del profesor, el cual, con todas y cada una de sus actuaciones contribuirá a dar lugar (o no) a un clima adecuado en el aula, conduciendo las relaciones que se establezcan entre los iguales que conforman el grupo y pudiendo influir, también, en la relación de estos con el resto de la sociedad.

Los **contenidos** que se desarrollan en las aulas vienen condicionados, en primer lugar, por los conocimientos previos de los alumnos, siendo necesario en todo momento tomar como punto de partida un nivel en el que absolutamente todos ellos puedan defenderse y engancharse para poder seguir el hilo de la materia a lo largo de todo el curso. Podría considerarse tal apreciación como una pérdida de tiempo; sin embargo, es tarea del profesor la de adaptar dichos contenidos a los conocimientos previos que presenten sus alumnos para, como se ha dicho, que todos puedan proseguir avanzando a lo largo del curso, así

como eliminar aquellas concepciones previas equivocadas. Además, para obtener un aprendizaje significativo tal y como se pretende, el docente ha de relacionar los contenidos tratados en el aula con la vida real (entorno, sociedad) en la que se desenvuelven los alumnos para que puedan dotarle de sentido a tal aprendizaje.

El último pilar que resta por mencionar son los **métodos de enseñanza** utilizados por el docente. Tradicionalmente el profesorado empleaba de manera generalizada métodos repetitivos (resolución de procedimientos o ejercicios) y expositivos (clases magistrales). Sin embargo (y aunque es cierto que de nuestra propia experiencia puede deducirse que aún en la actualidad se siguen empleando éstos métodos de forma muy extendida), además de éstos (en aquellas ocasiones que así se requiera), el aprendizaje significativo ha de nutrirse de métodos de enseñanza que favorezcan el aprendizaje cooperativo (fomentando la relación y la colaboración entre todos los alumnos) y el aprendizaje basado en problemas (el cual se fundamenta en la realización de proyectos o problemas, que son la aplicación de los ejercicios o procedimientos señalados anteriormente).

Como se ha visto, el profesor está relacionado directamente con las cuatro columnas sobre las que se apoya el aprendizaje significativo, también con la referente a la motivación de los alumnos. Por ello, resulta necesario que exista una **colaboración entre los docentes**, tanto dentro de un mismo departamento como entre los diferentes departamentos existentes, caminando todos en una misma dirección, evitando en todo lo posible la cultura del individualismo y favoreciendo una cultura de colaboración que otorgue un sentido de comunidad al centro (Bolívar, 2003).

En el presente trabajo se va a prestar atención a los dos últimos puntos mencionados: los contenidos que se dan en la asignatura y cómo se presentan y tratan los mismos.

3.4 En busca de un aprendizaje significativo

De acuerdo con la teoría del aprendizaje significativo de Ausubel (1976:56) “la esencia del proceso del aprendizaje significativo reside en que ideas expresadas simbólicamente son relacionadas de modo no arbitrario, sino

sustancial (no al pie de la letra) con lo que el alumno ya sabe, señaladamente algún aspecto esencial de su estructura de conocimientos (por ejemplo, una imagen, un símbolo ya con significado, un contexto o una proposición). El aprendizaje significativo presupone tanto que el alumno manifiesta una actitud hacia el aprendizaje significativo; es decir, una disposición para relacionar, no arbitraria, sino sustancialmente, el material nuevo con su estructura cognoscitiva, como que el material que aprende es potencialmente significativo para él, especialmente relacionable con su estructura de conocimiento, de modo intencional y no al pie de la letra".

Así, para que puedan darse un aprendizaje significativo, es necesario que se cumplan las siguientes condiciones (Gutiérrez, 1987):

1) **Significatividad lógica del material**. No importa sólo el contenido, sino también la forma en la que éste es presentado. El material presentado ha de tener una estructura interna organizada (cohesión del contenido) de forma que sea susceptible de dar lugar a la construcción de significados. Para ello, los elementos que el docente presente han de seguir una secuencia lógica y ordenada.

Para que un contenido sea lógicamente significativo se requiere de una serie de matizaciones como son las siguientes:

- Precisión y consistencia en las definiciones y el lenguaje: El lenguaje ha de ser utilizado adecuadamente, evitando en todo caso las ambigüedades y las definiciones de nuevos términos han de darse antes de ser utilizados.
- Enfoque crítico: Estimulación del análisis y la reflexión
- Datos empíricos y analogías
- Epistemología: Consideración de los supuestos epistemológicos de cada disciplina. Consideración de la estrategia distintiva de aprendizaje que se corresponde con sus contenidos particulares.

2) **Significatividad psicológica del material**. Los contenidos serán comprensibles para el alumno cuando pueda conectar ese nuevo conocimiento que se le presente con sus conocimientos previos incluidos ya en su estructura cognitiva. El alumno debe poseer ideas inclusoras en su estructura cognitiva, ya que si no es así únicamente memorizará la información a corto plazo para

contestar a las preguntas de un examen de forma repetititva olvidando posteriormente dichos contenidos.

3) **Actitud favorable del alumno**. El aprendizaje no puede darse si el alumno no quiere aprender. Este es un componente de disposiciones emocionales y actitudinales en el que el docente puede influir a través de la motivación la cual no debe olvidarse que es tanto un efecto como una causa del aprendizaje.

En resumen, para que se produzca un aprendizaje significativo, además de que el alumno muestre interés por aprender, es necesario que los materiales o contenidos tengan una significación lógica y psicológica.

Con el trabajo que aquí se presenta se pretende hacer una pequeña aportación al fin último que se persigue en el ámbito de la educación: que los alumnos adquieran un aprendizaje realmente significativo. Nuestro análisis se centrará en los materiales y contenidos empleados en el desarrollo de la materia escogida (aunque éstos están indirectamente relacionados también con el tercer punto: la motivación del alumnado).

Así, con nuestro estudio se intentará poner de manifiesto si realmente los contenidos que se tratan en la asignatura de Física y Química de 1º de Bachillerato se presentan de manera coherente, considerando para ello los diferentes aspectos que influyen en la significación lógica de Ausubel (orden de presentación de los contenidos, precisión en el lenguaje empleado, estimulación de la reflexión, etc). También, se atenderá a la significación psicológica del material: por un lado, se prestará atención a si los alumnos han estudiado previamente las herramientas o contenidos necesarios para adquirir los nuevos contenidos que se introducen y, por otro, se analizará si se recurre con frecuencia al método repetitivo que únicamente proporcionará una memorización a corto plazo.

4. Objetivos

El objetivo principal de este trabajo es **analizar la presentación de los contenidos de Física y Química** a los alumnos de 1º de Bachillerato, como se ha dicho, particularizando este análisis al tema de la dinámica. Con ello, se pretende determinar si el planteamiento existente en los libros de texto es el más correcto desde el punto de vista pedagógico o si, sin embargo, podrían sugerirse algunas alternativas o propuestas de mejora para el desarrollo del alumnado.

En este punto, es preciso mencionar que el objetivo de este trabajo no es tanto analizar libros de texto de Física y Química (para lo cual han de considerarse una serie de aspectos sobre los que aquí no se reflexiona y sobre lo cual ya existen, además, algunos otros trabajos), sino ver cómo se introducen y por qué algunos conceptos en dicha materia.

Para ello, se atenderá, a grandes rasgos, a tres puntos. En primer lugar, se prestará atención a los contenidos que se tratan en dicha materia (su relación o discordancia con el currículo oficial, la motivación o necesidad de su impartición, el orden de presentación de los mismos, etc). Se trata de **reflexionar sobre si los contenidos se presentan siguiendo un orden coherente**, que permita al alumno la construcción de significados para el desarrollo de un aprendizaje significativo, o si se observa cierta inconexión entre los mismos. Además, hay que fijarse también en si los alumnos poseen las herramientas necesarias (matemáticas sobre todo) para el entendimiento y adquisición de los nuevos conocimientos.

Por otro lado, el cuerpo central de nuestro estudio se centra en la determinación y **análisis de aquellos conceptos** relativos a la dinámica **que se plantean de manera confusa** para los alumnos o sin un objetivo claramente definido. En dicho análisis se tendrán en cuenta diferentes aspectos de importante relevancia tales como: la estructuración de los contenidos, las simplificaciones matemáticas que hayan sido necesarias realizar, y aspectos más formales tales como los títulos bajo los cuales se incluyen tales contenidos, la correcta utilización del lenguaje científico, etc.

Aquí, se hará una lista con aquellos conceptos cuyo planteamiento no es el más adecuado, comentándose las inconsistencias bajo las cuales se presentan y planteándose posibles alternativas para su tratamiento.

Básicamente, estas alternativas con las que subsanar las incongruencias que se observen, perseguirán siempre una secuenciación coherente de los contenidos, los cuales deberán introducirse de manera adecuada (con las simplificaciones necesarias pero controlando siempre que éstas no conlleven a errores conceptuales) y mostrando posibles aplicaciones o ejemplos en los que se manifieste tal concepto o fenómeno (intentando así alejar de los alumnos la idea de que la Física y la Química son "inservibles" que tan extendida está de acuerdo con los resultados de la investigación de Solbes et al. (2007), como anteriormente se ha mencionado).

Por último, para acabar, se valorarán también los **tipos de problemas que se presentan** en los libros dado que son un reflejo de aquello que se pretende enseñar.

Así, se observará si los ejercicios planteados son todos similares, propiciando así una resolución mecánica, o si realmente se presentan actividades más "generales" que requieran de la conjugación de varios conocimientos y de una reflexión profunda por parte de los alumnos.

5. Análisis y propuestas de mejora

5.1 Los libros de texto: estructura y contenidos

Como se ha venido repitiendo hasta aquí, se trata de obtener una visión general sobre el tratamiento de la materia en la asignatura de Física y Química para el curso de 1º de Bachillerato y de analizar el planteamiento, más concretamente, del tema de la dinámica. Para ello, se han examinado los libros de texto de esta asignatura de tres editoriales diferentes: SM, Santillana y Edebé.

En primer lugar, como también se ha comentado ya, se va a realizar un examen de los contenidos de estos libros en comparación con los contenidos establecidos en la LOE y se va a exponer de forma resumida la estructura de los tres libros analizados.

5.1.1 Libro de la editorial SM

Realizando un examen básico al temario de este libro, se observa que, en general, se ajusta bastante a los contenidos que se establecen en la LOE para la asignatura de Física y Química en 1º Bachillerato. Analizando un poco más detenidamente el índice del libro, se puede establecer una relación prácticamente total entre cada uno de los 9 puntos de los contenidos de la LOE

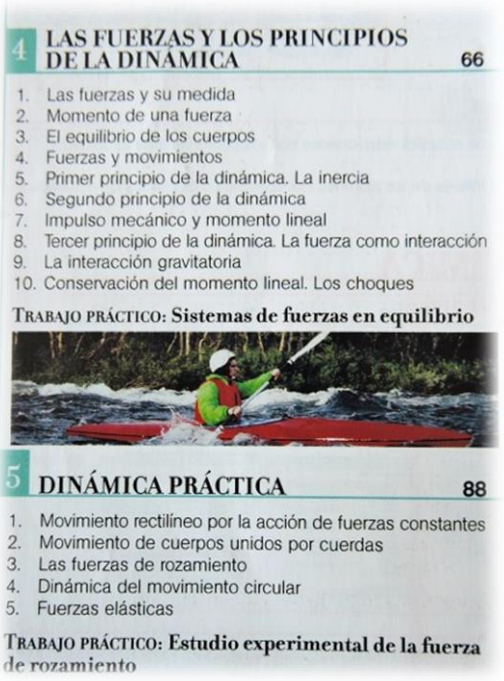


Figura 1: Portada (izq.) e índice de los temas 4 y 5 (dcha.) del libro de la editorial SM.

(Anexo I) con dos temas del libro (de tal forma que el libro se divide en 18 unidades: 9 de ellas relativas a la Física y otras 9 para la Química).

Centrándonos en el tema que nos ocupa, el libro dedica dos unidades a la dinámica. El tema 4 “Las fuerzas y los principios de la dinámica” y el tema 5 “Dinámica práctica”, cuyos índices se recogen en la Figura 1 (dcha).

Todos los temas del libro siguen prácticamente el mismo esquema: cada uno de ellos empieza con una breve reseña histórica sobre la materia que se va a tratar a modo de introducción y el índice de los contenidos del tema (lo cual resulta muy adecuado para que el alumno pueda saber qué es lo que se va a tratar en él antes de empezar, proporcionándole una idea general de las relaciones que pueden establecerse entre tales contenidos).

Seguidamente, se desarrollan los contenidos propios del tema, remarcándose en recuadros anaranjados aquello que los autores del libro consideran de mayor relevancia y planteándose algunos ejercicios (unos resueltos y otros únicamente planteando su enunciado y su solución numérica). En la parte final de cada tema se añade una hoja resumen de todos los contenidos del mismo donde se recogen las principales definiciones y ecuaciones así como una colección de problemas (al igual que los que se van introduciendo durante el desarrollo del tema, algunos resueltos y otros únicamente planteados). Por último, cabe destacar también el interés que se muestra por la actividad experimental: al acabar cada unidad, se plantea un pequeño trabajo práctico para consolidar los contenidos tratados en el tema.

Además, se añade un apartado de Ciencia, Tecnología y Sociedad denominado “La ciencia es noticia” en el cual se recogen noticias (no necesariamente recientes), aplicaciones o hechos históricos relacionados con la materia estudiada en el tema.

Con un análisis un poco más profundo se ha apreciado que, además de los contenidos marcados por la ley, el libro recopila algunos otros cuya inclusión en el mismo podría ser cuestionada, como a continuación se va a señalar.

Así, se introducen además el concepto de impulso mecánico y el de par de fuerzas. En el tema de la Energía térmica y el calor se añade el Segundo

Principio de la Termodinámica (definiendo para ello lo que es una máquina térmica y su rendimiento), así como el coeficiente de dilatación lineal y el coeficiente de dilatación cúbica para gases (Ley de Gay-Lussac).

Por último, en el terreno de la química, se observa una excesiva cantidad de información relativa a los compuestos posibles del Carbono y al petróleo y contenidos propios del currículum de 2º de Bachillerato como la Ley de Hess.

El trabajo que aquí se presenta se centra en el análisis detallado de todos los puntos señalados hasta aquí, de su repercusión en el aprendizaje del alumnado así como el planteamiento de nuevas propuestas con las que mejorar tal aprendizaje. En este sentido, considero que algunos de estos puntos adicionales que he señalado que se incluyen en el libro de SM requieren de unos conocimientos específicos que no se tienen en un nivel ordinario de 1º de Bachillerato (por ejemplo, para la comprensión del segundo principio de la Termodinámica). Además, otros de los conceptos añadidos se presentan de manera confusa o no del todo correcta como se verá en el próximo apartado de este informe.

5.1.2 Libro de la editorial Santillana

Este libro está estructurado en 14 capítulos: los 7 primeros dedicados a la parte de la Química y los 7 últimos a la Física (los temas 10 y 11 son los relativos a la dinámica). En líneas generales, el libro se estructura de la siguiente manera: para cada uno de los temas se va desarrollando progresivamente la teoría y al final del tema se recoge una colección de ejercicios resueltos y otra de cuestiones y ejercicios para resolver por el alumno.

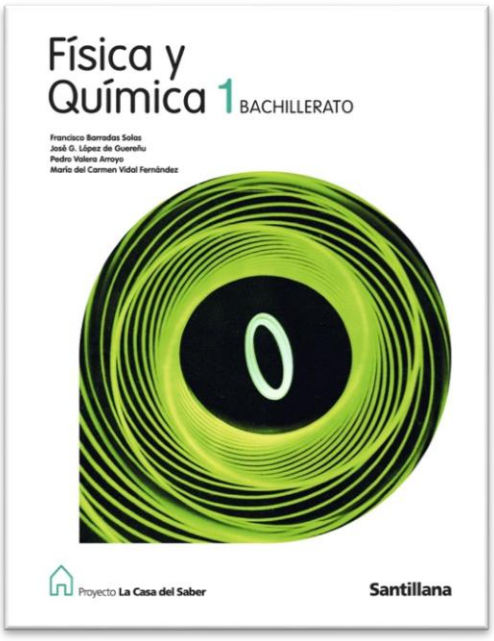
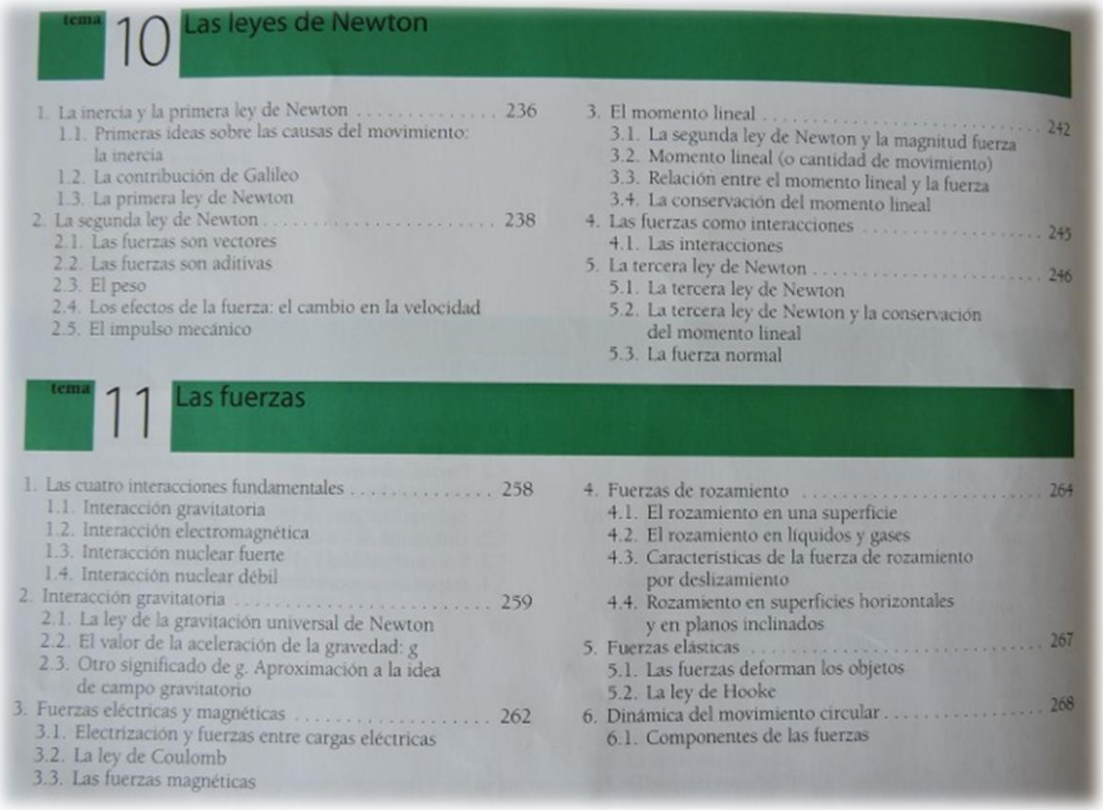


Figura 2: Portada del libro de la editorial Santillana.



tema 10 Las leyes de Newton

1. La inercia y la primera ley de Newton 236
1.1. Primeras ideas sobre las causas del movimiento: la inercia
1.2. La contribución de Galileo
1.3. La primera ley de Newton
2. La segunda ley de Newton 238
2.1. Las fuerzas son vectores
2.2. Las fuerzas son aditivas
2.3. El peso
2.4. Los efectos de la fuerza: el cambio en la velocidad
2.5. El impulso mecánico
3. El momento lineal 242
3.1. La segunda ley de Newton y la magnitud fuerza
3.2. Momento lineal (o cantidad de movimiento)
3.3. Relación entre el momento lineal y la fuerza
3.4. La conservación del momento lineal
4. Las fuerzas como interacciones 245
4.1. Las interacciones
5. La tercera ley de Newton 246
5.1. La tercera ley de Newton
5.2. La tercera ley de Newton y la conservación del momento lineal
5.3. La fuerza normal

tema 11 Las fuerzas

1. Las cuatro interacciones fundamentales 258
1.1. Interacción gravitatoria
1.2. Interacción electromagnética
1.3. Interacción nuclear fuerte
1.4. Interacción nuclear débil
2. Interacción gravitatoria 259
2.1. La ley de la gravitación universal de Newton
2.2. El valor de la aceleración de la gravedad: g
2.3. Otro significado de g. Aproximación a la idea de campo gravitatorio
3. Fuerzas eléctricas y magnéticas 262
3.1. Electrización y fuerzas entre cargas eléctricas
3.2. La ley de Coulomb
3.3. Las fuerzas magnéticas
4. Fuerzas de rozamiento 264
4.1. El rozamiento en una superficie
4.2. El rozamiento en líquidos y gases
4.3. Características de la fuerza de rozamiento por deslizamiento
4.4. Rozamiento en superficies horizontales y en planos inclinados
5. Fuerzas elásticas 267
5.1. Las fuerzas deforman los objetos
5.2. La ley de Hooke
6. Dinámica del movimiento circular 268
6.1. Componentes de las fuerzas

Figura 3: Índice de los temas 10 y 11 del libro de la editorial Santillana.

Una vez aquí se podrían señalar varias cosas importantes: por un lado, cabe destacar la gran abundancia de esquemas gráficos que aparecen en el desarrollo de los temas así como gráficas y tablas (tanto para ir explicando la teoría como para acompañar los enunciados de los problemas o para explicar la resolución de los mismos); por otro lado, es preciso mencionar también la inclusión de algunos apartados en medio de la explicación teórica de los temas llamados “+ Herramientas matemáticas” en los que se hacen recordatorios o aclaraciones sobre cuestiones matemáticas que resultarán necesarias para la comprensión del tema, poniendo de manifiesto así, la estrecha vinculación existente entre estas dos materias y la necesidad de estar continuamente repasando o introduciendo conceptos matemáticos para poder avanzar en el estudio de la Física y la Química.

Por otra parte, al finalizar el tema se presenta, al igual que en el caso anterior, un apartado de “Repaso” en el que se incluyen las principales definiciones y ecuaciones de la unidad. Además, se recoge también un listado de páginas web

que los alumnos pueden visitar para repasar y ampliar conocimientos (cada una de ellas aparece acompañada de una pequeña descripción de lo que en ella se va a poder encontrar).

Prestando atención a los títulos de los apartados principales del índice del libro que se está analizando, podría decirse que los contenidos de dicho libro concuerdan con los exigidos en el currículum; sin embargo, si se analiza el índice con un poco más de detalle, se observa que la profundidad de tales epígrafes es enorme.

Así, el libro dedica unas 12 hojas a explicar las leyes de los gases: Ley de Boyle-Mariotte, Ley de Gay-Lussac, Ley de Charles, ecuación general de los gases ideales y ecuación de estado de los gases ideales cuando en el currículum únicamente se requiere esta última.

Como en el anterior caso, se podrían señalar otros muchos contenidos adicionales que se incluyen en este libro. Forman parte de la sección “Los espectros atómicos y la física cuántica” subapartados tales como “”la teoría cuántica de la luz” o “el efecto fotoeléctrico” que se recogen en el currículum de 2º de Bachillerato. Uno de los temas del libro, el tema tres concretamente, trata de las disoluciones y, dentro de él, se recogen aspectos como las propiedades coligativas de las disoluciones (Descenso de la presión de vapor, ascenso del punto de ebullición, descenso del punto de congelación y ósmosis) cuyo tratamiento no se corresponde con el nivel de 1º de Bachillerato.

Se incluyen también algunos conceptos añadidos en la parte de la Física tales como El Segundo Principio de la Termodinámica (dentro del cual se señalan aspectos como “Entropía y probabilidad”, “La entropía y el desorden” y “La entropía y la flecha del tiempo”) y otros que se repiten en varios momentos como la Ley de Coulomb.

Sin embargo, se ha observado que en este libro no se incluyen todos los contenidos que se recoge en el BOC para este curso. En el tema de la dinámica, que es el que vertebra nuestro análisis, se ha detectado la no inclusión de aspectos como el momento de una fuerza o el equilibrio de los cuerpos.

Aunque son contenidos propios de la asignatura, el hecho de que no estén recogidos en este libro no supone una circunstancia por la que el libro no resulte adecuado para la impartición de la materia ya que, es decisión del profesor utilizar el libro para determinadas qué explicaciones y su obligación completar los contenidos del mismo y explicar aquello que no aparezca en él.

El libro es una herramienta que ha de servir a los alumnos para poder seguir la asignatura y adquirir los conocimientos requeridos en ella, pero no es ni mucho menos la única. El profesor ha de complementar los contenidos del libro con otras herramientas de las que disponga. Así, será necesario el uso de material adicional elaborado por el docente o de recursos disponibles en la web como diversas aplicaciones, simulaciones o vídeos explicativos, entre otros, que pueden encontrarse en internet para presentar determinados contenidos o reforzar los mismos.

En este sentido me gustaría hacer un apunte, y es que es preciso recordar que las editoriales de los libros de texto tratan de hacer éstos lo más completos posible, en muchas ocasiones intentando prácticamente replicar libros de niveles universitarios (con las simplificaciones necesarias para poder presentar determinados contenidos con un nivel adaptado, lógicamente), para resultar más atrayentes para su venta. Sin embargo, lo que hay que tener siempre presente es que no por incluir más cosas el libro va a resultar más útil para los alumnos, ya que una cantidad excesiva de información “innecesaria”, incomprensible para ellos o sin ninguna relación con el resto del currículo no va a conseguir si no el efecto contrario: que los alumnos se pierdan en el seguimiento del libro.

Con esto, y a modo de conclusión, me gustaría destacar que el libro de texto ha de servir de guía, de apoyo en la impartición de las clases, en tanto que recoge la información que en ellas se va a tratar así como ejercicios para su puesta en práctica, pero que no por ello ha de seguirse al pie de la letra, ya que sus contenidos y el planteamiento de estos pueden ser cuestionados desde diferentes aspectos, como en este trabajo se expondrá posteriormente.

5.1.3 Libro editorial Edebé

El libro de la editorial Edebé está dividido en 16 temas: los 9 primeros para la Física y los 7 restantes para la Química.

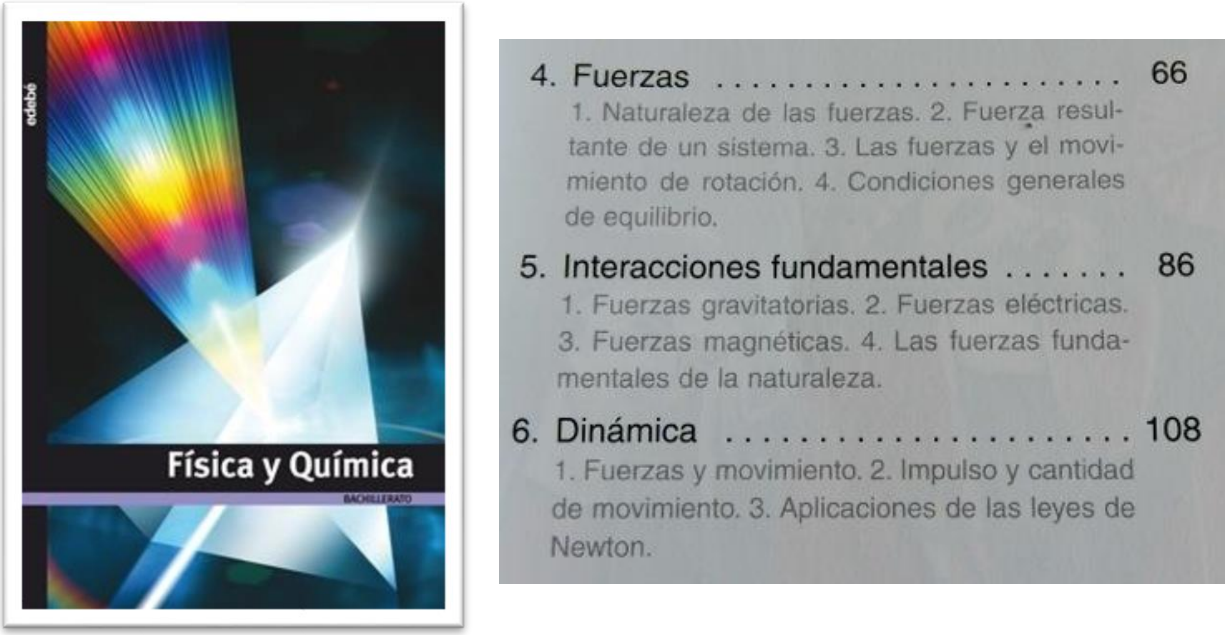


Figura 4: Portada (izq.) e índice de los temas 4, 5 y 6 (dcha.) del libro de la editorial Edebé.

En rasgos generales, cada uno de estos temas se estructura de la siguiente manera: En primer lugar, en la página inicial del tema se recogen los objetivos y los contenidos del mismo. Además, se añade un apartado denominado "Preparación de la unidad" en el que se resumen algunas de las herramientas matemáticas que hay que manejar para poder trabajar el tema en algunos casos y, en otros, un breve resumen sobre las principales ecuaciones y conceptos del mismo.

El cuerpo de cada tema está compuesto por el desarrollo teórico de la materia (destacando la gran cantidad de esquemas con dibujos explicativos) a lo largo del cual se van introduciendo diversos ejemplos resueltos y ejercicios propuestos (la mayor parte de ellos acompañados de su solución). Al finalizar el tema se cuenta con una colección de más ejercicios y problemas resueltos o con la solución. Se cuenta también con un apartado "Ciencia y Sociedad" en el que se relaciona la materia tratada en el tema con aspectos que los alumnos pueden observar en su vida cotidiana o con curiosidades del mundo científico.

Centrándonos en lo que nos ocupa, cabe señalar que el tema de dinámica se aborda en este libro en las unidades 4, 5 y 6, los cuales llevan por títulos "Fuerzas", "Interacciones fundamentales" y "Dinámica", respectivamente.

En este punto cabe señalar que, para mantener una analogía con el análisis que se ha llevado a cabo con los otros libros estudiados, nuestro ejercicio se centrará en el análisis de los temas 4 y 6 dado que el tema 5 trata sobre las fuerzas gravitatoria, eléctrica, magnética y las fuerzas fundamentales de la naturaleza. Si comparamos el índice de estos dos temas con el índice del tema 4 del libro de la editorial SM, puede observarse un total paralelismo, tanto en contenidos como en el orden de presentación de los mismos.

5.2 Presentación de contenidos

Una vez aquí, se va a realizar una valoración sobre los diferentes puntos que se han señalado en el apartado anterior y algunos otros que juegan un papel importante en el proceso de aprendizaje (orden de presentación de los contenidos, títulos de los diferentes apartados, materia incluida, ejercicios propuestos, términos introducidos de manera poco clara, etc), planteándose algunas alternativas que, en mi opinión, resultarían más efectivas desde el punto de vista pedagógico.

5.2.1 Orden de presentación de contenidos

Uno de los primeros aspectos a tener en cuenta para el desarrollo de una determinada materia es, sin duda, el orden en el que se van introduciendo los diferentes conceptos y contenidos, ya que éste va a determinar la posibilidad de que el alumno vaya encajando los nuevos conceptos progresivamente, relacionándolos con los anteriores y pudiendo establecer razonamientos que le permitan su correcta comprensión (recordemos que, como se ha mencionado en apartados anteriores, de acuerdo con la teoría de Ausubel, la **coherencia interna de los contenidos** es uno de los pilares sobre los que se sustentan las bases de un aprendizaje significativo).

Si el orden es un tanto “aleatorio” o en el desarrollo del tema se van entremezclando diferentes contenidos sin mantener una relación de continuidad, el alumno puede perderse en las explicaciones.

En este sentido, se han encontrado diferentes opciones a la hora de presentar el tema de la dinámica en los libros examinados y, aunque si bien es cierto que no existe una única estructura adecuada, se ha observado que

algunas de ellas no resultarían del todo óptimas (en el caso del libro de SM, por ejemplo, el orden elegido no parece el más oportuno).

En mi opinión, considero que un desarrollo adecuado de este tema pasaría por seguir las siguientes líneas generales:

En primer lugar, para introducir el tema de la dinámica, se partiría de la idea aristotélica de movimiento y se incluiría a continuación la aportación de Galileo. De esta forma, se da una pequeña visión histórica sobre los cambios en el pensamiento científico acerca de la materia que se va a tratar y se permite a los alumnos entender la ciencia, en este caso más concretamente la Física, como algo evolutivo y cambiante. Dicha apreciación se recoge también en la nueva ley educativa (LOMCE), donde se menciona que "la enseñanza de esta materia (Física y Química) debe incentivar un aprendizaje contextualizado que relacione los principios en vigor con la evolución histórica del conocimiento científico" (1105/2014, de 26 de diciembre).

Entonces, han de definirse las fuerzas como las causantes de la modificación del movimiento de los cuerpos, dejando así claro desde el comienzo cuáles son los efectos de la aplicación de fuerzas sobre un cuerpo.

A continuación, se debería ahondar en el estudio de las leyes de Newton y estudiar el equilibrio de los cuerpos (entendiendo el equilibrio como la ausencia de cambio en el vector velocidad). Después, se podrían introducir ya los conceptos de momento de una fuerza y momento lineal (para enlazar éste con el apartado de los choques).

Restaría, por lo tanto, el estudio de las fuerzas de rozamiento, las fuerzas elásticas y la interacción gravitatoria como ejemplo de fuerza ejercida a distancia. Estos aspectos, podrían estudiarse en una unidad diferente de aquella en la que se recojan los contenidos señalados anteriormente en tanto que son diferentes tipos de fuerzas; sin embargo, lo importante no es la diferenciación de una unidad y otra sino, como he dicho, el orden de los contenidos, por lo que sería indistinto que todos formaran parte de un mismo tema donde el último apartado fuera precisamente ese: tipos de fuerzas.

Por último, se incluiría la dinámica del movimiento circular.

De esta forma, creo que el alumno podrá desarrollar en su mente un esquema de aprendizaje más coherente, al establecerse los cuatro bloques fundamentales siguientes (y no ir intercalando los contenidos sin ningún criterio):

1) Fuerzas como causantes de cambios en movimientos → Leyes de la dinámica → Equilibrio de los cuerpos (relación con la segunda ley de Newton)
2) Introducción de los conceptos de momento de una fuerza y momento lineal → choques (conservación del momento lineal)
3) Tipos de fuerzas: Fuerzas de rozamiento, fuerzas elásticas (Ley de Hooke) e interacción gravitatoria.
4) Dinámica del movimiento circular.

5.2.2 Resumen final del tema

Como se ha expuesto en apartados anteriores, es una práctica muy habitual la de recoger al final de cada tema una **hoja resumen en la que se engloben las principales definiciones y ecuaciones** estudiadas en él (de los tres libros que se han analizado, en dos de ellos, SM y Santillana, se cuenta con tal resumen y en el otro, de la editorial Edebé, se hace también algo parecido al inicio de la unidad). En cuanto a esta decisión puede haber opiniones enfrentadas. Por un lado, soy consciente de que para el alumno resulta muy útil y práctico contar con dicho resumen ya que actuaría como formulario a la hora de hacer los ejercicios: con un simple golpe de vista pueden disponer de las ecuaciones necesarias para su resolución, quedando totalmente olvidada su deducción.

Con esto no quiero decir que los alumnos deban saber deducir todas las ecuaciones que van a emplear en el curso ni mucho menos, pero sí considero que, en algunos casos, resulta muy instructivo y productivo partir de la ecuación general y que ellos sepan en cada caso qué simplificaciones o aproximaciones podrían hacerse.

La apreciación anterior quizá no se manifieste tanto en el tema de la dinámica que se ha analizado, ya que en él las ecuaciones son un poco más “concretas”, pero sí sobre todo en lo relativo a la cinemática. Así, por ejemplo, en el libro de Santillana, se presenta una ecuación para cada uno de los tres

siguientes movimientos: caída libre, lanzamiento vertical hacia abajo y lanzamiento vertical hacia arriba, cuando éstos son todos subtipos de movimientos bajo la acción de la gravedad. Considero que bastaría con incluir la expresión general ($y(t) = y_0 + v_0 t \pm \frac{1}{2} g t^2$) y que los alumnos, dependiendo de la situación escogieran el signo + o – (en función del sistema de referencia que se considere) o anularan la v_0 en el caso de que se deje caer un objeto en lugar de que se lance con una cierta velocidad inicial, ya que si no puede parecer como si se tratara de ecuaciones diferentes que tienen que memorizar.

Siguiendo con el contenido central de este apartado, con la inclusión de un resumen al final de cada tema ocurre lo mismo que con los recuadros destacados en amarillo, naranja o verde a lo largo del desarrollo de la unidad. Con ello, parece que los alumnos únicamente tienen que quedarse con esa información, que generalmente se corresponde con los enunciados de las leyes fundamentales o definiciones de algún que otro término, y memorizarla cómo si fuera lo único importante del tema.

Para los alumnos resulta muy cómodo contar con esa “ayuda” que les indica qué información van a necesitar para seguidamente resolver los ejercicios o entender materia posterior, pero ello también puede tener un punto negativo y es que así parece que pueden hacer caso omiso del resto de contenidos cuando en realidad no es así ya que, en muchas ocasiones, ocurre que en la letra pequeña, en la no subrayada, en los pies de figura o en los márgenes de las hojas se encuentra información muy importante o ejemplos que pueden ayudar al alumno en la comprensión de la materia en cuestión.

Por ello, para un mayor aprovechamiento de los libros de texto y de la información con la que en ellos se cuenta, considero que un buen docente no ha de ceñirse únicamente a los recuadros amarillos o a la lectura de la ley física en cuestión sino que debe tratar de ir más allá, **apoyarse en los ejemplos, ejercicios, dibujos** que se incluyen en los libros y, a partir de ahí, **guiar el pensamiento de los alumnos** hasta el fin que se quiera alcanzar.

5.2.3 Títulos de los apartados

Otro punto de actuación podría ser la modificación de los títulos de los diferentes apartados de la unidad. El título de cada punto debe ser **explícito y aclaratorio** de lo que en él se va a tratar y dar lugar a las mínimas confusiones o relaciones "inadecuadas".

En este aspecto, se han observado casos en los que los títulos de los apartados son más apropiados que en otros.

Por ejemplo, en el primero de los libros analizados, el de la editorial SM, el apartado "Composición de fuerzas" podría titularse "Suma de fuerzas" para una mejor comprensión por parte del alumnado. Otro ejemplo se encuentra cuando, al inicio del tema 4, se incluye dentro del apartado "Medida de las fuerzas" la Ley de Hooke, relacionando estos dos aspectos que, evidentemente, no tienen por qué estarlo (se puede determinar la magnitud de una fuerza mediante otro tipo de procedimientos).

Así, el tema 4 en el libro de la editorial SM se inicia definiendo las fuerzas como causantes de la deformación y de la variación en el movimiento de los cuerpos y planteando su medida a través de la ley de Hooke (la cual, además, se vuelve a presentar en el tema siguiente).

> "Medida de las fuerzas. Ley de Hooke. La deformación (variación de longitud) experimentada por un muelle es directamente proporcional a la fuerza aplicada $F = k(L - L_0)$" (Del Barrio, Puente, Caamaño y Agustench, 2008:68)

Si bien, obviamente, se puede determinar la magnitud de una fuerza considerando el estiramiento que produce en un muelle, ésta no es ni la única ni, en mi opinión, la mejor forma de hacerlo.

Con este planteamiento, los alumnos podrían establecer una relación entre fuerza aplicada y desplazamiento (que podría entenderse como una revalidación de la idea aristotélica de movimiento) totalmente errónea y en contraposición con la idea que se deduce de la 2ª Ley de Newton (la fuerza neta aplicada sobre un cuerpo será proporcional a la aceleración que experimentará dicho cuerpo).

La explicación de la Ley de Hooke debería pasar, entonces, por dejar totalmente claro que el término $k\Delta L$ no es la consecuencia de la fuerza si no que es una fuerza en sí, la fuerza recuperadora del muelle. Los alumnos han de

comprender que la consecuencia de la aplicación de una fuerza sobre un cuerpo es una aceleración, un cambio en su vector velocidad, nunca un desplazamiento, y esa es la idea fundamental que hay que transmitirles. Por ello, la inclusión de la Ley de Hooke al comienzo de la unidad puede generar ambigüedades.

En mi opinión, considero que sería una mejor opción posponer la explicación de la ley de Hooke al introducir las fuerzas elásticas (como se hace en el tema siguiente) y antes de ello profundizar en las leyes fundamentales de la dinámica (Leyes de Newton), haciendo hincapié en la relación fuerza-aceleración.

Por el contrario, en los libros de las otras dos editoriales los títulos escogidos son más correctos. Así, me gustaría destacar algunos de ellos como son “2.1 Las fuerzas son vectores”, “Las fuerzas son aditivas”, “Los efectos de la fuerza: el cambio en la velocidad”, etc (del libro de Santillana) o “Carácter vectorial de las fuerzas”, “Ley de Hooke”, “Las fuerzas y el movimiento de rotación”, etc (del libro de Edebé). Estos rótulos, además de cumplir la función propia de un título como tal (la de dar una visión general de aquello sobre lo que se va a tratar en el epígrafe en cuestión), constituyen ya una idea fundamental en sí con la que el alumno ha de quedarse. Así, el alumno, con un simple golpe de vista al leer tales encabezamientos, va a tener una visión general de las ideas principales del tema, lo cual considero que es un punto totalmente positivo.

Comparando los dos grupos de títulos que se han mencionado, se observa claramente que los segundos resultarían mucho más aclaratorios para los alumnos, con lo cual se podría conseguir que el alumno, con su lectura, se construya un esquema mental adecuado sobre lo que se va a tratar en el tema y las principales ideas y relaciones fundamentales entre éstas.

Así, si uno de los primeros apartados de la unidad lleva por título “Carácter vectorial de las fuerzas” el alumno asociará más fácilmente esta magnitud con un vector que si no se incluye este epígrafe. Ocurre lo mismo con otros ejemplos; así, si para introducir el momento de una fuerza se emplea un título del tipo de “Las fuerzas y el movimiento de rotación” el alumno va a poder asociar las fuerzas también como causantes de los giros, y ya dentro de este apartado se explicaría el momento de una fuerza de una manera mucho más contextualizada

que si se incluye bajo el encabezamiento de “Momento de una fuerza” simplemente.

Una vez en este punto, a modo de resumen, cabe destacar, como plantee al comienzo de este apartado, que la elección de los títulos de los diferentes puntos del tema han de ser adecuados para que el alumno pueda conocer de un primer golpe de vista las ideas fundamentales del tema y no haga asociaciones incorrectas en su esquema mental.

5.2.4 Conceptos confusos

Una de las principales dificultades con las que se cuenta en la enseñanza de la Física y la Química es, como se ha planteado desde un comienzo en este trabajo, la presentación de algunos conceptos o ideas de manera cuanto menos confusa.

Si no se presta atención a este aspecto, se pueden refrendar ideas previas que los alumnos posean y no sean correctas o, del mismo modo, cimentar nuevas ideas también erróneas, lo cual constituye un punto fundamental en la construcción de un aprendizaje significativo.

Con el análisis de los libros que se ha realizado y partiendo también de mi experiencia personal, se puede afirmar que muchos de estos términos “mal explicados” son siempre los mismos.

A continuación se van a señalar algunos de dichos conceptos cuyo planteamiento requiere de una revisión para una mejor comprensión y asimilación por parte de los alumnos.

- **Momento de una fuerza**

Estudiemos el planteamiento que se hace de este término en dos de los libros con los que se ha trabajado (recordemos que, como se ha comentado en el apartado donde se analizaron los contenidos de cada uno de ellos, en el libro de la editorial Santillana este término no aparece). En ellos, se presenta el momento de una fuerza como sigue:

> “El efecto que produce una fuerza aplicada a un cuerpo fuera de su centro de gravedad es un giro, que se describe mediante su momento. El momento $\vec{M}$ de una fuerza $\vec{F}$ respecto a un punto P es un vector cuyo módulo es: $M = rF\,sin\,\alpha$

Siendo α el ángulo que forman el vector de posición de la fuerza $\vec{r}$ y el vector fuerza $\vec{F}$. El vector $\vec{M}$ es perpendicular al plano formado por los vectores $\vec{r}$ y $\vec{F}$. Cuando el giro se produce en sentido contrario a las agujas del reloj, el momento se considera positivo; en caso contrario, se considera negativo. El momento se expresa en Nm." (Del Barrio et al., 2008:70)

"El momento $\vec{M}$ de una fuerza $\vec{F}$ respecto a un punto O es un vector definido por las siguientes características:

Módulo: $M = F \cdot d = F \cdot r \cdot sin\,\alpha$

d = distancia del punto O a la recta de aplicación de la fuerza $\vec{F}$.

r = distancia entre el punto O y el punto de aplicación P de la fuerza $\vec{F}$.

α = ángulo que forman la recta de aplicación de la fuerza $\vec{F}$ y la recta que pasa por el punto P y el punto O.

Dirección: Perpendicular al plano que forman los vectores $\vec{r}$ y $\vec{F}$.

Sentido: viene dado por la regla del sacacorchos. Es el sentido de avance de un sacacorchos o tornillo que girase aproximando $\vec{r}$ a $\vec{F}$ por el camino más corto." (Basarte, Cantos, García, García-Serna y Rodríguez, 2008:77)

En los planteamientos anteriores se observan algunas incongruencias que pueden dificultar la comprensión de este concepto por parte del alumno.

En primer lugar, en la primera de las definiciones se hace referencia al centro de gravedad. Sin embargo, en ningún momento anterior a este se ha explicado cuál es el centro de gravedad de un cuerpo, precisamente porque su comprensión, resulta de una dificultad considerable.

Además, se da a entender que el giro se produciría en cualquier caso respecto a un eje que pase por dicho punto (en el dibujo que se recoge en el libro se pone de manifiesto, ver Figura 5), cuando, obviamente el eje de giro no tiene por qué ser necesariamente ese.

Figura 5: Esquema para explicar el momento de una fuerza (Del Barrio et al., 2008:70).

Por otro lado, me gustaría señalar que, en la propia definición que se da en uno de los libros para $\vec{M}$ se introducen algunos **errores de lenguaje** que pueden dificultar la comprensión del concepto por parte del alumno. Así, como se ha recogido anteriormente, se define el vector $\vec{r}$ como "el vector de posición de la fuerza", lo cual es una errata. El vector de posición indica la posición de un punto o un móvil en un momento determinado y respecto a unos determinados ejes coordenados. En este caso, el vector $\vec{r}$ se refiere al vector de posición del punto de aplicación de la fuerza $\vec{F}$.

Algunas investigaciones (Sardà y Sanmartí, 2000) ponen de relevancia las dificultades que poseen los alumnos para expresar y organizar ideas con rigor científico, precisión y coherencia. Por ello, desde el punto de vista docente (y en especial en los recursos didácticos empleados) ha de cuidarse con esmero el empleo de un lenguaje correcto ya que, recordemos que, además, el primero de los objetivos de la Física y la Química en 1º de Bachillerato es precisamente éste "Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada" (74/2008, de 31 de julio)

Además, en ambos casos, para poder explicar este concepto, se ha recurrido a una **simplificación matemática**. Dado que los alumnos en 1º de Bachillerato no conocen el producto vectorial, para este nivel educativo no puede plantearse el momento de una fuerza como tal, sino que tiene que optarse por presentarse el valor de su módulo (en el primero de los libros en un recuadro amarillo además, dándole un carácter de mayor importancia) y comentar posteriormente cuál es su dirección. Al hacer esta separación y señalar con una relevancia mayor el valor numérico del módulo, creo que puede dejarse de lado el carácter vectorial de la magnitud, lo cual es un grave error ya que diferenciar entre magnitudes escalares y vectoriales es uno de los aspectos más importantes que los alumnos deben tener siempre presente.

Asimismo, aunque en la definición recogida en el libro de la editorial Santillana sí se introduce la regla del sacacorchos para determinar el sentido del vector $\vec{M}$, en el de SM ni tan siquiera se incluye ésta. Una de las cosas en las que se hace más hincapié (ya desde la clase de matemáticas de 4º de la ESO donde se introduce por primea vez el tema de los vectores) es en que un vector

(o segmento orientado) queda determinado por sus tres características: módulo (longitud), dirección (la de la recta sobra la que se apoya) y sentido (en el que apunta la flecha), de forma que es una total contradicción que ahora no se considere este último.

En este punto, se plantea la **necesidad de una buena coordinación entre** los contenidos que se trabajen en **las asignaturas de Matemáticas y Física y Química**. En este sentido, en la nueva ley educativa, la LOMCE, se recomienda también (1105/2014, de 26 de diciembre) "comenzar el estudio por los bloques de Química, con el fin de que el alumnado pueda adquirir las herramientas necesarias proporcionadas por la materia de Matemáticas".

En el 4º curso de la ESO, como he mencionado, los alumnos estudian una unidad didáctica relativa a los vectores (definición, operaciones con vectores: suma, resta, producto escalar, etc); quizá sea este el momento oportuno para introducir también el producto vectorial para evitar así su desconocimiento en 1º de Bachillerato. Sea o no esta la solución posible (no es, obviamente, un asunto de mi competencia establecer el currículum de la ESO), lo que está claro es que para el estudio de la Física y la Química son necesarias unas herramientas matemáticas que los alumnos deben manejar y dominar antes de presentárseles una situación en la asignatura de Física y Química que así lo requiera.

- **Par de fuerzas**

En el libro de la editorial SM, se introduce este término como se muestra a continuación:

> "Un par de fuerzas está formado por dos fuerzas paralelas e iguales y de sentido contrario que no están aplicadas sobre la misma dirección"
>
> (Del Barrio et al., 2008:70)

Y en el libro de la editorial Edebé:

> "Un par de fuerzas es un sistema formado por dos fuerzas paralelas, de la misma intensidad y sentido contrario, aplicadas a un sólido rígido."
>
> (Basarte et al., 2008:79)

Puede observarse que la definición que se incluye en los dos libros es prácticamente la misma. En ambos casos, la definición que se da no resulta del todo correcta.

El primero de los dos enunciados, hablando con propiedad, contiene una gran errata y es que, por definición, dos rectas son paralelas cuando poseen la misma dirección; lo que debería señalarse es que en un par de fuerzas cada una de ellas se aplica sobre un punto del cuerpo diferente. En el segundo, tampoco se menciona que las fuerzas se aplican sobre puntos diferentes (por lo que podría entenderse que se anulan dichas dos fuerzas, al ser iguales y de sentidos opuestos, si no fuera por los dibujos que acompañan al texto) y se introduce el concepto de sólido rígido que tampoco se conoce.

Así, una vez más, se pone de manifiesto la necesidad de utilizar una terminología adecuada a la hora de definir conceptos o enunciar leyes físicas. Como he comentado en el caso anterior, el carácter vectorial de determinadas magnitudes físicas (en este caso de las fuerzas) es una propiedad que los alumnos han de comprender a la perfección, distinguiendo todos sus elementos y utilizando el lenguaje correspondiente de forma adecuada. Es por ello que desde las editoriales de los libros de texto, y también desde el punto de vista docente, **ha de cuidarse mucho la expresión lingüística** empleada para dar lugar a las mínimas confusiones y equivocaciones.

Por otro lado, cabe mencionar que este concepto no está incluído en el currículum oficial, por lo que puede considerarse como materia complementaria que podría encuadrarse al explicar este tema. Sin embargo, por esta razón y porque no se trata de un contenido requerido para futuros temas en el curso que nos ocupa, podría introducirse, en mi opinión, de una manera no tan teórica sino más fenomenológica para que los alumnos se queden con la idea fundamental.

En esta línea, se podría introducir el significado de un par de fuerzas simplemente haciendo girar una peonza (sin entrar ni mucho menos a describir el movimiento de la misma, el cual se desarrollará en un contexto universitario). Con ello, quedaría claro que el efecto de un par de fuerzas es dar lugar a una rotación, sin entrar en más detalle.

Seguidamente se presenta el momento de un par de fuerzas. Al igual que ocurre con el momento de una fuerza, como no se conoce el producto vectorial se recurre a las mismas simplificaciones que se señalaron en el caso anterior.

- **Inercia**

El concepto de inercia es uno de los conceptos de la dinámica más complicados de entender (y por tanto, también de explicar).

La definición que se da para la inercia en el libro de SM es la siguiente:

> "La inercia es la tendencia de los cuerpos a mantener su estado de movimiento (su velocidad).Se trata de una propiedad inherente a la materia; todos los cuerpos la poseen" (Del Barrio et al., 2008:73)

La definición anterior resulta un tanto confusa; incluso para gente con formación científica (como es mi caso) resultaría prácticamente imposible explicar qué es la inercia a partir de la definición anterior.

Después de tal enunciado, se presenta como ejemplo para explicar este término la situación en la que se produce una frenada brusca en un vehículo y los viajeros se precipitan hacia adelante. Con dicho ejemplo puede que los alumnos entiendan algo mejor la idea, pero lo que está claro es que, la definición anterior (que además se muestra recuadrada en naranja) resulta totalmente incomprensible.

De tal explicación podría entenderse la inercia como una magnitud física medible, lo cual no es exactamente así. Aquí, para una mayor comprensión del concepto, sería conveniente reseñar que la inercia está relacionada con la masa del objeto, en tanto que esta última es una magnitud que serviría para medir la propiedad de la inercia: cuanto mayor sea la masa del cuerpo, mayor ha de ser la fuerza necesaria para variar su velocidad (En otras ocasiones sí se menciona ya el concepto de masa inercial como en el caso del libro de Santillana).

En la exposición anterior, creo que debería **remarcarse también el carácter vectorial de la velocidad**, de forma que cuando se diga que para cambiar la velocidad de un móvil es necesaria la actuación de una fuerza neta sobre él no nula, ha de remarcarse que dicho cambio en la velocidad no tiene porqué ser en su módulo sino que también puede serlo en su dirección o sentido.

En este sentido, considero que resultaría más eficiente presentar el concepto de inercia desde un punto de vista experimental y luego ya plantear el enunciado del primer principio de la dinámica.

Se me ocurre para ello lanzar sobre una misma superficie objetos con diferente masa y aplicarles una misma fuerza a ambos para observar las diferencias.

Se podría también lanzar un objeto sobre una superficie con escaso rozamiento (como un carril de aire o, de manera análoga, sobre una superficie de hielo) y el mismo objeto sobre una superficie con rozamiento. A partir de ahí se podría explicar que la frenada del segundo caso se debe a la fuerza de rozamiento (recordemos que en el tema siguiente se incluyen las fuerzas de rozamiento, de forma que así se van relacionando los diferentes puntos de la asignatura; sin embargo, si se ha decidido presentar las fuerzas de rozamiento posteriormente, este ejercicio se puede dejar perfectamente para más adelante) mientras que en el primero de ellos (cuando la fuerza resultante sobre el objeto podría considerarse nula) la velocidad no varía: lo que se conoce con el nombre de inercia.

En otras ocasiones, se encuentran definiciones más adecuadas para el concepto de inercia y el Primer Principio de la Dinámica (gracias, generalmente, a las aclaraciones que se hacen fuera de los cuadrados remarcados en amarillo o naranja), aunque se observa que el lenguaje empleado no es del todo correcto.

> "Todo cuerpo persevera en su estado de reposo o movimiento rectilíneo y uniforme excepto en cuanto es obligado a cambiar de estado de movimiento por fuerzas aplicadas"

> "Si no actúan fuerzas sobre un cuerpo, este continúa en reposo (si estaba inicialmente en reposo) o en un movimiento rectilíneo uniforme (si estaba moviéndose con velocidad constante)"
>
> (Barradas, Valera y Vidal, 2008:237)

Con estas definiciones, considero que podría entenderse bastante bien el Primer Principio de la dinámica por alumnos de 1º de Bachillerato, aunque habría de cuidarse un poco más el lenguaje utilizado: al igual que en otras ocasiones, para expresar la idea con propiedad, sería más correcto señalar que "Si la fuerza neta que actúa sobre un objeto es nula" en lugar de "Si no actúan fuerzas sobre un cuerpo".

Por último, es preciso mencionar también que hay que ser muy cuidadosos con la elección de los ejemplos que se escojan para explicar la materia. En el libro de la editorial Edebé, por ejemplo, para explicar el fenómeno de la inercia introducen el ejemplo de un autobús en su frenada o arranque (Figura 6).

> "Por efecto de la inercia al frenar el autobús, nuestro cuerpo se inclina hacia adelante. Al arrancar el autobús, nuestro cuerpo se inclina hacia atrás"
>
> (Basarte et al., 2008:110)

Con el ejemplo anterior, los alumnos pueden concluir que el movimiento del cuerpo en cuestión, por acción de la inercia, será de sentido contrario al del movimiento que lo produzca, lo cual no es correcto.

Figura 6: Ejemplo para ilustrar el efecto de la inercia en el libro de la editorial Edebé (p.110).

Por ello, resulta muy importante, como he dicho, **seleccionar los ejemplos concienzudamente**. Para explicar el concepto de inercia, puede resultar adecuado el caso siguiente:

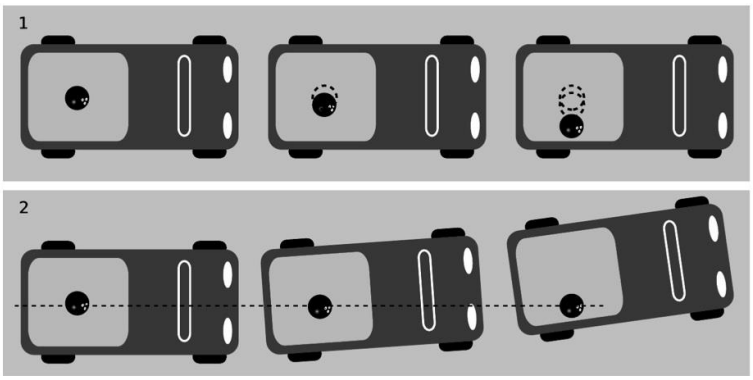


Figura 7: Ejemplo para ilustrar el efecto de la inercia. (Crowell, 2015:141)

En el ejemplo anterior se presenta la situación de un vehículo que pasa de seguir una trayectoria recta a describir una curva a izquierdas. El punto negro representa el equipaje que se transporta en el coche. La parte superior de la Figura 7 representa la situación vista desde el sistema de referencia del

conductor y la inferior refleja la misma situación desde un sistema de referencia externo al vehículo.

Nuestra experiencia muestra que si hacemos un giro, por efecto de la inercia, chocaremos con el lateral del coche que queda hacia afuera de dicha curva. Sin embargo, como he mencionado anteriormente, se trata de desterrar la idea de que el efecto de la inercia es oponerse al cambio de movimiento (como podría deducirse del ejemplo del acelerón y la frenada del autobús que antes señalé).

La respuesta a esta cuestión reside en que el cumplimiento de las Leyes de Newton sólo se da en aquellos sistemas de referencia llamados inerciales. Un sistema de referencia se denomina así cuando un observador, respecto a dicho sistema, no se ve sometido a ninguna fuerza externa neta.

Desarrollemos un poco más en detalle el ejemplo anterior. Cuando un observador mide la velocidad de un cuerpo, lo que en realidad mide es la velocidad relativa. Así, si se considera al conductor del vehículo como observador (que no es inercial dado que su vector velocidad cambia al dar la curva) la velocidad relativa de la maleta también cambiará aunque ésta no haya sufrido aceleraciones. Es decir, este observador medirá velocidades diferentes pero sobre la maleta no existía ninguna fuerza neta aplicada: aparentemente, para él, no se ha cumplido el principio de inercia. Si no se tiene en cuenta que el observador en cuestión no es inercial, parece como si existiera una “fuerza”, la fuerza centrífuga (la cual es ficticia), que empuja a la maleta hacia el exterior de la curva.

Sin embargo, si se considera un sistema de referencia inercial, un observador externo quieto respecto al suelo, por ejemplo, se podrá explicar el cumplimiento de la primera Ley de la dinámica (Ley de la inercia) perfectamente.

Al tomar la curva, la fuerza de rozamiento de las ruedas (y aquí se podría enlazar este tema con el de las fuerzas de rozamiento o volver a explicar este ejemplo cuando se hayan estudiado ya las fuerzas de rozamiento) hace que la carrocería del coche describa una trayectoria curva. Sin embargo, la maleta, que no se encuentra sujeta a la carrocería o a las ruedas, como no se ve sometida a una fuerza neta, seguirá describiendo una trayectoria recta.

Al describir el equipaje una línea recta dentro de una estructura que está girando, el resultado es el que se conoce: el lateral del coche acaba interceptando la trayectoria recta del equipaje.

Con esta explicación se trata de que los alumnos no se formen la idea errónea (y tan comúnmente extendida) de que existe una fuerza que mueve la maleta hacia el exterior de la curva sino que es el lateral del vehículo el que "corta" la trayectoria recta de ésta.

- **Momento lineal y su conservación**

Para la presentación de este concepto, se hace necesario recalcar una vez más la importancia de utilizar un lenguaje preciso.

> "Cuando no actúa ninguna fuerza exterior sobre un sistema, la cantidad de movimiento de éste se mantiene constante. $\sum \vec{F} = 0 \rightarrow \vec{p} = cte$ "
>
> (Del Barrio et al., 2008:78)

Para enunciar el teorema anterior de manera correcta habría que decirse que el momento lineal total de un sistema permanece constante cuando la fuerza externa resultante sobre el sistema sea cero (que no es lo mismo que la inexistencia de fuerzas externas).

Estos pequeños detalles que pueden pasarse por alto son los que hay que cuidar desde la función docente dado que van a ser los responsables de que el alumno se forme ideas incorrectas si no se corrigen desde el principio.

Una vez planteada la conservación del momento lineal, se puede enlazar perfectamente (y de hecho así suele hacerse) con una introducción a los diferentes tipos de choques: elásticos e inelásticos.

Por otro lado, el impulso de una fuerza ejercida sobre un cuerpo se emplea en la variación de su momento lineal, $\Delta\vec{p}$. En este sentido, hay que tener en cuenta también la presentación de esta información: en algunas ocasiones se ha observado que se introduce como sigue:

> "La resultante de todas las fuerzas aplicadas a un cuerpo como el cociente entre la variación de su cantidad de movimiento y el intervalo de tiempo transcurrido. $\vec{F} = \frac{\Delta\vec{p}}{\Delta t}$ (Basarte et al., 2008:112)

Con esto, parece que se está introduciendo una nueva definición para la fuerza. Así, si se quiere, para evitar esta asociación inadecuada, sería mucho más productivo introducir el nuevo término de Impulso y relacionarlo con la fuerza y la variación del momento lineal $\vec{I} = \vec{F}\Delta t = \Delta\vec{p}$.

Además, en este punto, y para dejar claro que la expresión anterior no es una ecuación nueva cabría mencionar en algún momento que se trata únicamente de la Ley de Newton original de la cual se deriva la "famosa" $\vec{F} = m\vec{a}$.

Así, la expresión general de la Ley de Newton es:

$$\vec{F} = \frac{d\vec{p}}{dt} = m\frac{d\vec{v}}{dt} + \vec{v}\frac{dm}{dt}$$

de la cual, anulando el segundo término (cuando la masa del cuerpo en cuestión no cambia como ocurre en los ejercicios planteados a este nivel), se llega a $\vec{F} = m\vec{a}$.

- **Principio de acción-reacción**

El Tercer Principio de la Dinámica, más comúnmente conocido como principio de acción y reacción no es considerado como una ley de dificultad excesiva en su entendimiento, pero si se analiza detenidamente, puede que su planteamiento deje pasar por alto algunos pequeños detalles importantes.

Así, su más que extendido enunciado "Si un cuerpo ejerce una fuerza (acción) sobre un segundo, este ejerce a su vez otra fuerza igual y de sentido contrario (reacción) sobre el primero" puede dar lugar a algunas confusiones o imprecisiones.

Por una parte, y aunque queda definido en el postulado anterior, hay que dejar claro al alumnado que se trata de **fuerzas aplicadas sobre cuerpos diferentes**, por lo que a la hora de realizar el balance de fuerzas estas dos no se pueden cancelar.

Además de la descripción anterior que, como digo, es universal, podría entenderse que la fuerza de reacción es una consecuencia de la primera (la de

acción) y que, por ello, se ejercería después de la primera cuando **ambas se aplican al mismo tiempo**.

Para dejar clara esta idea, sería óptimo poner en práctica un pequeño experimento en el que pueda observarse que dichas fuerzas actúan de manera simultánea.

Un ejemplo para poner de manifiesto esta ley sería el siguiente: se recorta una flecha de cartulina gruesa con una ranura central y se recubre ésta con cera para que pueda flotar en el agua. Al echar una gota de detergente con la ayuda de un palillo en la ranura cerca de la punta de la flecha, la flecha se mueve por el agua: el detergente se diluye saliendo hacia afuera del canal central ejerciendo una fuerza sobre el agua (flecha roja) de tal forma que el agua ejercerá una fuerza en sentido contrario (flecha amarilla) que es la causante del movimiento de la flecha en el sentido en que apunta ésta.

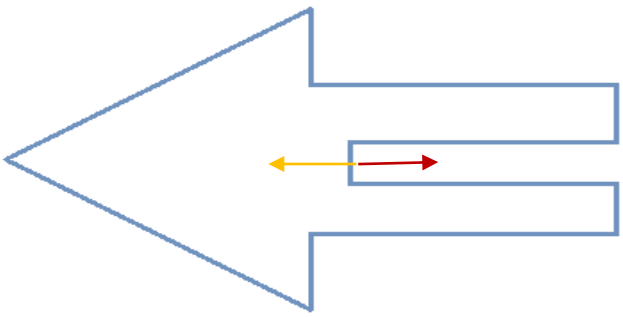


Figura 8: Esquema de las fuerzas de acción-reacción que actúan sobre la flecha.

Si se desea, se puede observar esta experiencia en el siguiente enlace:

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=g5HAIjPxbi4

- **Fuerza normal**

La fuerza normal sólo se define en uno de los tres libros analizados, el de la editorial Edebé, en el cual se presenta este concepto de la siguiente manera:

> "Llamamos fuerza normal, $\vec{N}$, a la fuerza que ejerce la superficie de apoyo de un cuerpo sobre éste" (Basarte et al., 2008:116)

Sin embargo, aunque este concepto puede parecer sencillo, al igual que siempre hay que prestar atención a todos los detalles en su presentación para

evitar confusiones. Así, en este caso, se observa en su introducción alguna equivocación y algunos detalles que se descuidan.

Así, por ejemplo, las figuras que se muestran pueden confundir al alumno en su estudio.

Si se tiene un cuerpo situado sobre una superficie horizontal (como el que se observa en la figura de la derecha) sobre el que no se está aplicando ninguna fuerza externa, éste se verá sometido a la acción de dos fuerzas que se equilibran la una con la otra: por un lado, la atracción gravitatoria de la Tierra (su peso), y, por otro, la fuerza normal, reacción de la superficie sobre la que se apoya dicho cuerpo.

Figura 9: Ejemplo empleado para explicar la fuerza normal en el libro de la editorial Edebé (p.116)

Estas dos fuerzas están actuando sobre el mismo cuerpo, por lo que ambas deberán representarse sobre él (aplicadas en su centro de gravedad). Si nos fijamos en la Figura 9, el peso (que además no se designa con la letra $\vec{p}$ con la que se denota el peso en el resto de ejemplos y ejercicios del libro si no con una $\vec{F}$) se dibuja aplicado sobre la superficie horizontal del andamio en la que está subido el albañil, por lo que, si se hace un balance de fuerzas podría pensarse que el hombre "echaría a volar hacia arriba" ya que sobre él sólo actúa la fuerza $\vec{N}$ en esta dirección.

Si seguimos en esta página, encontramos alguna que otra errata. Se observa que, en lugar de mostrar la ley o la realidad física de manera general, existe un **empeño en presentar la información totalmente "desmenuzada"**, señalando todas las opciones y **casos particulares** posibles, lo cual puede devenir en un contrapunto.

Así, en el aspecto que nos ocupa, en el libro de Edebé se recoge en un cuadro el valor de la fuerza normal en diferentes situaciones: en un plano horizontal o en uno inclinado, con la aplicación o no de fuerzas externas en cada

uno de los casos. Para cada una de dichas situaciones se presenta el esquema de las fuerzas que actúan sobre un bloque apoyado sobre la superficie en cuestión. Además, se recoge de manera escrita el valor de la fuerza normal en cada caso (ver Figura 10).

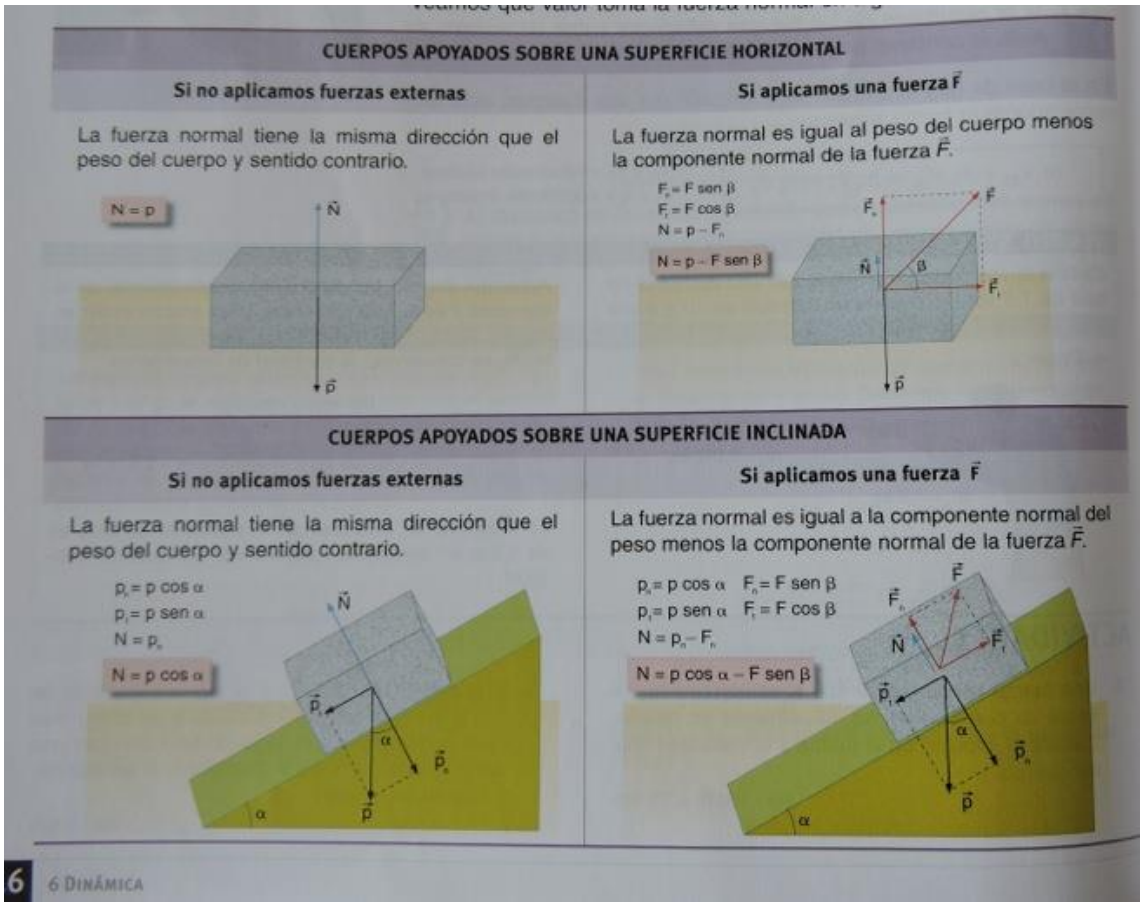


Figura 10: Valores de la fuerza normal en diferentes casos recogidos en el libro de la editorial Edebé (p.116).

De esta manera, se da pie a que el alumno se limite a memorizar la información para cada uno de los casos sin comprender realmente porqué esa es la respuesta o sin saber obtenerla en caso de que se le plantee un caso similar pero no igual.

Si lo que se pretende es que el alumno sea capaz de pensar y de razonar, en este punto sería una opción mucho más adecuada presentar la información general: “La normal es una fuerza de reacción que ejerce la superficie sobre el cuerpo que se encuentra apoyado sobre ella (siempre perpendicular a la superficie de apoyo)”, y dejar las particularidades para que se vayan viendo a medida que se van realizando los ejercicios, no partir de ello para hacerlos.

Además de que no considero correcto que se incluyan, como digo, los casos particulares como si se tratara de leyes o fundamentos físicos, lo peor es que en algunos casos la información que se presenta no es correcta. Así, por ejemplo, en el caso de un cuerpo apoyado sobre una superficie inclinada si no se aplican fuerzas externas de la Figura 10, se recoge que "La fuerza normal tiene la misma dirección que el peso del cuerpo y sentido contrario".

Obviamente se trata de una errata ya que eso ocurre únicamente cuando la superficie es horizontal. Si tiene una inclinación, el valor de la normal será igual que el de la componente del peso perpendicular a la superficie de apoyo.

En vista de estos pequeños errores, se pone de manifiesto la necesidad de prestar mucha **atención a la relación existente entre la teoría o el texto que se presenta en el libro con los dibujos y esquemas** que acompañan la misma. Hay que cuidar que las representaciones gráficas reflejen lo más fielmente la realidad ya que son, posiblemente, en lo primero que se fijen los alumnos y nos pueden dar a primer golpe de vista una idea sobre la realidad.

- **Fuerzas de rozamiento**

Otro de los conceptos de mayor dificultad del tema de la dinámica es el concepto de rozamiento. De forma general, habitualmente se presenta la definición de este término, se explican los diferentes tipos de rozamiento que existen y **se manejan estas fuerzas únicamente en los ejercicios de planos inclinados**. Sin embargo, se dejan de lado el resto de situaciones en las que se produce rozamiento.

En este sentido, se desaprovechan algunas oportunidades interesantes que podrían valer para explicar este fenómeno y sus consecuencias. Así, por ejemplo, en alguno de los libros, el de la editorial Edebé en este caso, se introducen algunas imágenes de situaciones que pueden resultar más atractivas para los alumnos (como es el caso de un coche de Fórmula 1 en una curva cerrada) pero en el texto no se explica que la fuerza causante de que el coche describa la trayectoria curva es la fuerza de rozamiento.

Entonces, se plantea una incoherencia en este aspecto: ¿Para qué se introducen imágenes o ejemplos como el anterior si no se va a explicar la física que se esconde tras el mismo? Como señalan Perales y Jiménez (2002:383),

“las ilustraciones facilitan la comprensión de los textos ayudando a producir un modelo mental de la información contenida en éstos sólo si existe una correcta interpretación de las imágenes” De nada sirve, salvo para “embellecer” el libro), llenarlo de imágenes que no estén justificadas, ya que dicha inclusión no garantiza que los lectores establezcan las relaciones existentes entre los conceptos representados y el texto.

¿No sería mejor explicar estos ejemplos (los cuales, como digo, están presentes en la vida de los alumnos e incluso les interesan más que un bloque en un plano inclinado) y no limitarse a repetir los mismos ejercicios con distintos valores de la masa del bloque o el ángulo de inclinación del plano?

La respuesta parece clara y aunque el cambio en el método parece que aún no se ha extendido, aquí, sería muy necesario, además de hacer balances de fuerzas en ejercicios con cuerpos apoyados en planos inclinados, poner ejemplos y explicar situaciones más interesantes en las que se produzca rozamiento.

Me refiero a ejemplos sencillos, que los alumnos puedan comprender fácilmente ya que, además, con ellos puede aclararse ya que de la definición tradicional pueden derivarse algunas equivocaciones.

> “Llamamos fuerza de rozamiento a la fuerza que aparece en la superficie de contacto de los cuerpos oponiéndose al movimiento”
>
> (Basarte et al., 2008:118)

En primer lugar, aunque la definición anterior no es que sea incorrecta, parece como si se tratara de una fuerza “negativa o perjudicial” para el movimiento: ¿serían capaces los alumnos de explicar a partir de ella por qué puede avanzar un coche o lo importante que es el rozamiento para que podamos simplemente caminar?

Así, sería oportuno comentar que para evitar resbalones en suelos demasiado lisos es necesario que la suela de los zapatos que llevemos puestos esté grabada para que exista rozamiento entre ella y el suelo que evite resbalar.

Por otro lado, sí, el rozamiento se opone al movimiento, ¿pero a cuál? Para que un coche que está en reposo comience a moverse, el motor suministra potencia al eje de tracción haciendo que las ruedas giren. Si no existiera rozamiento entre las ruedas y la carretera, las ruedas simplemente girarían sobre sí mismas. Con la presencia del rozamiento, la carretera ejerce sobre los neumáticos una **fuerza de rozamiento que proporciona la fuerza necesaria para acelerar el coche** (Tipler, 2003:119).

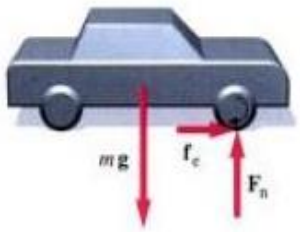


Figura 11: Fuerza rozamiento (Tipler, 2003:119)

Siguiendo en esta línea, cuando se trate la dinámica del movimiento circular, sería interesante también hacer referencia a que la fuerza centrípeta que sufre un coche o una moto al dar una curva es debida al rozamiento de los neumáticos con el suelo (estático ya que fija instantáneamente la rueda al suelo impidiendo que el vehículo se salga hacia afuera de la curva).

Aquí, se podría enlazar con el peraltado de alguno de los circuitos de Fórmula 1 o la inclinación de los motoristas al tomar las curvas que hacen que la fuerza normal tenga una componente que apunte hacia el centro de la curva. Se trata, aunque sea, simplemente de hacer mención a ello para que los alumnos conozcan las bases físicas que se esconden detrás de algunos fenómenos como estos, dejando su explicación para niveles más avanzados.

Por otro lado, además de hacer ejercicios de balances de fuerzas y de señalar otras situaciones interesantes en las que actúe el rozamiento (como he mencionado arriba), es muy importante señalar las principales características de este tipo de fuerzas, dado que los alumnos pueden poseer ideas previas equivocadas en relación a ello.

Parece intuitivo pensar que el rozamiento aumentará cuanto mayor sea el área de contacto entre los dos objetos cuando la verdad es que sólo depende de la naturaleza y el estado de las dos superficies (cuanto más lisas, mejor rozamiento) y del peso del objeto apoyado.

Siguiendo con el ejemplo de la F1, se podría comentar el hecho de que la anchura de las ruedas de los coches no es mayor para aumentar el rozamiento (como a priori podrían pensar) sino para disipar más energía térmica para evitar la degradación de las ruedas.

Con todo lo que he mencionado hasta aquí quiero poner de manifiesto la necesidad de **relacionar los contenidos que se traten en clase con ejemplos de aplicación de la vida cotidiana o de situaciones que despierten el interés** de los alumnos ya que esta forma de trabajo resulta mucho más provechosa y fructífera que la mera repetición de ejercicios parecidos.

5.2.5 Ejercicios propuestos

Tradicionalmente, en la enseñanza de la Física y la Química están claramente diferenciadas la teoría, las prácticas de laboratorio y la resolución de problemas aunque tal diferenciación (Gil et al., 1999:313) “no guarda paralelismo alguno con la actividad científica real” y “dicha separación no está justificada y puede constituir un serio obstáculo para una efectiva renovación de la enseñanza de las ciencias”.

En este apartado vamos a centrarnos en el último de los tres puntos. Krulik y Rudnick (1980), tal y como citan Gil et al. (1988:6), definen problema como “una situación, cuantitativa o no, que pide una solución para la cual los individuos no conocen los medios o caminos evidentes para obtenerla”.

De acuerdo con la definición anterior, y tal como recogen Gil et al. (1999:314), “uno de los principales obstáculos (en la enseñanza de la Física y la Química) estriba en el hecho de que, en realidad, no se enseña a resolver problemas, es decir a enfrentarse a situaciones desconocidas, ante las cuales el resolvente se siente inicialmente perdido, sino que los profesores explicamos soluciones que nos son perfectamente conocidas y que, por supuesto, no nos generan ningún tipo de dudas ni exigen tentativas.”

Los ejercicios que se hacen en clase son “ejercicios tipo”, todos similares, de forma que el alumno aprende a **resolverles de forma mecánica** y repite el procedimiento en situaciones prácticamente idénticas, pero se encuentra con grandes dificultades si se les presenta algún pequeño cambio.

Además, como se deduce de mi propia experiencia personal y como se ha observado en los diferentes libros de texto que se han analizado, en cada uno de los ejercicios se trata únicamente un fenómeno físico, se requiere solamente de unas ecuaciones (que el alumno ya sabe cuáles son) para su resolución e, incluso, solo se dan los datos necesarios para ello, de forma que su **resolución está totalmente dirigida**.

Otro aspecto que cabría señalar aquí es que se ha observado que algunos de los ejercicios que se plantean para el curso de 1º de Bachillerato son **ejercicios de un nivel superior**. De hecho, alguno de los ejercicios que se ha encontrado en los libros con los que se ha trabajado se encuentran en el libro "*Física para la ciencia y la tecnología*" (Tipler, 2001) que es uno de los manuales por excelencia para los estudiantes de 1º de Física.

Con esto, se plantea una cuestión importante y es que se pone de manifiesto un claro interés por la resolución de ejercicios típicos (incluso de niveles superiores, como digo, aunque el futuro de los alumnos no sean unos estudios universitarios de la rama científica puramente dicha) cuando, lo que es más importante, que es explicar en detalle el fenómeno del que se esté hablando, plantear posibles alternativas a los ejercicios "tipo", considerar las limitaciones de su explicación a este nivel (exponer a los alumnos las simplificaciones que haya sido necesario realizar para explicar esa materia para que conozcan la realidad), se deja de lado.

Estos aspectos que se han comentado aquí, se ponen claramente de manifiesto, sobre todo, en el punto relativo a la dinámica de los cuerpos apoyados sobre superficies inclinadas y sistemas de cuerpos enlazados (poleas).

En lo referente a esto, se cuenta en todos los libros con infinidad de ejercicios similares resueltos al detalle. De este modo, el alumno conoce, paso por paso, como sería la resolución del resto de problemas cuyo enunciado se propone en dichos libros.

Además, en este punto se produce también el hecho que anteriormente mencionaba de que, en algunas ocasiones, se realizan una serie de

simplificaciones que no son comunicadas al alumno y que, posteriormente, pueden suponer un punto de retroceso en su aprendizaje.

Aquí, me refiero a que, por ejemplo, se explica el funcionamiento de una máquina de Atwood definiendo ésta como un sistema formado por una polea y un hilo inextensible (ambos de masa despreciable) sobre cuyos extremos se suspenden dos cuerpos.

En ningún caso se explica, o mejor dicho, se menciona, porqué el hilo se considera inextensible o de masa despreciable. Para que el alumno comprenda lo que está haciendo y porqué así, aquí sería oportuno simplemente comentar que se considera un hilo sin masa dado que si no, sería como si entre los dos cuerpos suspendidos de los extremos de la cuerda se contara con otro cuerpo de masa igual a la del hilo, introduciendo así más fuerzas aplicadas en el sistema y una mayor complejidad en la resolución del ejercicio. Asimismo, tampoco se alude a la condición de que la polea también gira, y por eso ha de considerarse de masa despreciable.

Sin embargo, como digo, en clase, como recogen los libros, se dice que el hilo se considera sin masa y se resuelven los ejercicios de manera repetitiva de manera que el alumno aprende el método automatizado de resolución pero ¿realmente se aprende así la física que se esconde en esas situaciones?

5.2.6 Ciencia, Tecnología y Sociedad

Como he comentado al describir los contenidos de los diferentes libros, suele incluirse al final de cada tema un apartado sobre “Ciencia, Tecnología y Sociedad” en el cual se tratan algunas noticias y cuestiones interesantes relativas a la materia que se haya dado en el tema. En cuanto al tema de la dinámica, en los libros analizados, se incluyen dentro de este apartado reseñas sobre “El modelo geocéntrico” y “El modelo heliocéntrico” en el libro de la editorial edebé y se exponen noticias bajo el título de “Una atalaya entre el Sol y la Tierra: Un satélite ocupará el punto donde se equilibra la gravedad de ambos cuerpos” y “Más allá del Sistema Solar: El viaje interminable de las sondas Voyager 1 y 2 hacia las estrellas” en el libro de SM.

La inclusión de esta sección es una decisión totalmente adecuada, pero la realidad es que no siempre se hace caso de la misma si no que suele ser una hoja más con la que se cuenta al final del tema pero que no se trata en clase, ya sea por falta de tiempo o de interés.

Sin embargo, como he dicho, resultaría muy productivo el tratamiento y desarrollo de este apartado ya que, no se debe olvidar que, tal y como se recoge en el BOC "La materia de Física y química (en primero de Bachillerato) debe impregnar a los alumnos y alumnas en la cultura científica, iniciada en la etapa anterior, para lograr una mayor familiarización con la naturaleza de la actividad científica y tecnológica y la adquisición de las competencias que dicha actividad conlleva.

Al mismo tiempo, esta materia, de la modalidad de Ciencias y Tecnología, ha de seguir contribuyendo a aumentar el interés de los estudiantes hacia las ciencias físico químicas, poniendo énfasis en una visión de las mismas que permita comprender su dimensión social y, en particular, el papel jugado en las condiciones de vida y en las concepciones de los seres humanos.

Por otra parte, la materia ha de contribuir a la formación del alumnado para su participación como ciudadanos y ciudadanas, y, en su caso, como miembros de la comunidad científica, en la necesaria toma de decisiones en torno a los graves problemas con los que se enfrenta hoy la humanidad. Es por ello por lo que el desarrollo de la materia debe prestar atención igualmente a las relaciones entre ciencia, tecnología, sociedad y ambiente (CTSA), y contribuir, en particular, a que los alumnos y alumnas conozcan aquellos problemas, sus causas y medidas necesarias en los ámbitos tecnocientífico, educativo y político, para hacerles frente y avanzar hacia un futuro sostenible."

Se puede aprovechar entonces esta parte del tema precisamente para ello, para aumentar el interés del alumnado por la ciencia y para mostrarles la relación entre la ciencia y la tecnología presente en todos los ámbitos de la vida.

Además, para esto mismo sería una buena idea emplear algunas clases (o parte de ellas) en comentar (además de las propuestas en esta sección de los libros) diferentes noticias de actualidad que los alumnos hayan podido escuchar

o leer en los medios de comunicación y que les resulten interesantes, llamativas o que estén relacionadas con la materia que se ha dado en la asignatura.

Con esto, además de despertar curiosidad por parte de los alumnos por la actualidad y los avances o hechos científicos que puedan irse produciendo, sería provechoso la realización de pequeños trabajos de investigación y debates en los que se traten dichos temas, con los que se fomentarán otras cualidades como son las siguientes: respetar las regla de un debate (turnos de palabra), utilización de las TICs (tanto para búsqueda de información como para la defensa de su postura delante del resto de compañeros), trabajo cooperativo (hacer grupos de opinión).

6. Conclusiones

Una vez realizado el análisis que se ha mostrado sobre la presentación de los contenidos de Física y Química en el curso de 1º de Bachillerato, se van a recoger en este apartado las principales conclusiones a las que se ha llegado.

En primer lugar, en cuanto a la **estructuración y ordenación de la materia** pueden hacerse varias apreciaciones.

Se ha observado que, aunque en la mayoría de los libros se sigue un esquema de presentación de contenidos similar, en algunos casos, como se ha visto, podría mejorarse la secuenciación de los contenidos para favorecer en todo momento una cohesión lógica entre los diferentes contenidos que se traten en el tema. Se trata de ir presentando los contenidos de manera que se favorezca la percepción de las relaciones existentes entre ellos.

Por otro lado, también podrían someterse a modificaciones los títulos de los diferentes apartados del tema de tal forma que resuman y representen lo más fielmente posible el contenido que en dicho epígrafe vaya a tratarse, intentando en todo lo posible evitar la formación de relaciones equivocadas.

Por último, la inclusión de un resumen al final de cada tema con las principales ecuaciones y leyes puede dar lugar, como se ha comentado, a dejar de lado gran cantidad de información necesaria o de ejemplos ilustrativos o complementarios que podrían favorecer la comprensión de la materia que se esté estudiando (En este sentido, hago referencia a la inclusión de multitud de ejemplos o dibujos que se desaprovechan desde el punto de vista educativo ya que, en muchas ocasiones, ni se menciona la física que esconde detrás de ellos).

Algo similar ocurre con los recuadros en amarillo u otro color, de la materia “importante” que se hace en los libros de texto. No es que considere que este hecho sea una mala idea completamente, pero lo que se observa es que en dichos recuadros, como no puede remarcarse realmente todo lo necesario la selección que se hace no es siempre la óptima. Ha de cuidarse con especial esmero lo que ahí se recoge ya que, como digo, es eso lo que el alumno va a considerar como importante e irrefutable. Así, hay que tener cuidado con no introducir errores de lenguaje (como se han encontrado en los libros analizados)

o con no priorizar unos contenidos sobre otros dando lugar a futuras incoherencias (recordemos la presentación del módulo del vector $\vec{M}$ en recuadro mientras que se comentaba cuál era su dirección en el texto ordinario.

En relación a la **inclusión de conceptos de manera cuestionable, confusa o equívoca**, cabe destacar que se han encontrado más casos de los esperados. Aquí, corresponde mencionar que este análisis se ha centrado únicamente en uno de los temas de Física, el de la dinámica, pero que, de igual forma, se han observado casos análogos en el resto de temas de la asignatura.

"El uso adecuado del lenguaje y la terminología de una ciencia forma parte de la enseñanza de la misma, y por ello es muy importante atender estos aspectos" (Anta et al, 2011:186). sin embargo, en general, lo que se ha percibido es que no se pone suficiente atención en el hecho de utilizar un **lenguaje apropiado y correcto**, dando lugar así a posibles confusiones en los alumnos.

Este aspecto merece una atención especial, como se vienen repitiendo en el desarrollo de este trabajo ya que "se le reconoce al lenguaje una doble función: un sistema de transmisión de información y un sistema interpretativo de los fenómenos que ayuda a la formación de conceptos" (Anta et al., 2011:172)

Además, otro problema importante que se ha observado es que los alumnos no cuentan con las **herramientas matemáticas** necesarias para afrontar el estudio y comprensión de algunos de estos términos (como es el caso del producto vectorial necesario para la definición del momento de una fuerza).

Estos dos puntos que aquí se señalan (la necesidad de emplear un lenguaje científico adecuado y ajustado a la realidad y la coordinación entre las materias de Matemáticas y Física y Química) son dos puntos fundamentales para el aprendizaje de las ciencias.

De hecho, como ya se ha comentado a lo largo de este informe, el primero de los contenidos de la materia de Física y Química en el nivel de 1º de Bachillerato es la "Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada" (74/2008, de 31 de julio).Por otro lado, la coordinación entre las materias de Matemáticas y Física y Química parece una necesidad obvia (en la nueva ley educativa, LOMCE, se recoge la

recomendación de comenzar el curso con la impartición de la Química para poder avanzar de mientras en las Matemáticas que se requerirán para el estudio de la Física), pero la realidad es que no siempre se da tal coordinación.

Por último, en cuanto a los **ejercicios planteados** en los libros lo que se observa es una repetición de ejercicios "tipo". Se cuenta con numerosos enunciados de ejercicios todos ellos similares y similares a los ejercicios que se plantean ya resueltos, fomentándose claramente la **resolución mecánica** de éstos más que el razonamiento y la comprensión de los fenómenos físicos por parte del alumnado.

En este sentido, como ya he defendido en apartados anteriores, considero que sería oportuno el planteamiento de problemas de tipo más abierto, de forma que el alumno no sepa desde la primera lectura de enunciado en cuestión qué ecuaciones va a necesitar emplear, sino que sean ejercicios en los que pueda mezclarse más de un fenómeno y sea el propio alumno el que discierna qué principio físico se está cumpliendo en la actividad en cuestión.

Aunque pueda parecer que las ideas que aquí recojo no son nada novedosas, llama poderosamente la atención que incluso aquellos profesionales de la didáctica como, por ejemplo, Aureli Caamaño (cuya cita sobre la necesidad de un cambio en el proceso de enseñanza recogí en las primeras páginas de este trabajo) sean los mismos cuya autoría figura en algunos de estos libros de texto que se han analizado y cuyo tratamiento de la materia, como se ha visto, resulta cuestionable (Caamaño es uno de los autores del libro de SM analizado).

Por ello, en vista de todo lo que se ha comentado hasta aquí, se pone de manifiesto que tendría sentido una modificación en la forma de presentar los contenidos a los alumnos en la materia de Física y Química, y para ello se podrían considerar algunas de las observaciones que he ido mencionando y desarrollando a lo largo de este trabajo para, como se persigue, lograr un mayor aprendizaje por parte del alumnado.

7. Bibliografía

Anta, A., Belmonte, M., Caamaño, A., Casellas, O., Corominas, J., Couso, D., Guitart, F.,(…), y Tortosa, M. (2011). *Física y Química: Investigación, innovación y buenas prácticas*. Barcelona: Graó.

Ausubel, D.P. (1976). *Psicología educativa. Un punto de vista cognoscitivo*. México: Trillas.

Barradas, F., Valera, P. y Vidal, M.C. (2008). *Física y Química: 1 Bachillerato*. Madrid: Santillana.

Basarte, J.F., Santos, M.S., García, T., García-Serna, J.R y Rodríguez, J. (2008). *Física y Química: 1 Bachillerato*. Barcelona: Edebé.

Bolívar, A. (2003). Culturas profesionales de la enseñanza. Cuadernos de pedagogía, nº 219, 68-72.

Caamaño, A. y Ametller, J. (2011). *Didáctica de la física y la química*. Barcelona: Graó.

Crowell, B. (2015). *Mechanics*. California: Fullerton.

Del Barrio, J.I., Puente, J. Caamaño, A. y Agustench, M. (2008). *Física y Química: 1 Bachillerato*. Madrid: SM.

España, Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, por el que se establece el currículo básico de la Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato. *Boletín Oficial del Estado*, Sábado 3 de enero de 2015, nº 3, pp. 169-546.

España, Decreto 74/2008, de 31 de julio, por el que se establece el currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. *Boletín Oficial de Cantabria*, Martes 12 de agosto de 2008, nº 156, pp. 10943-11068

Gil, D., Dumas, A., Caillot, M., Martínez, J. y Ramírez, L. (1988). La resolución de problemas de lápiz y papel como actividad de investigación. *Investigación en la escuela*, nº 6, 3-20.

Gil, D., Furió, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez, J., Guisasola, J., (…), y Pessoa de Carvalho, A.Mª. (1999) ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las ciencias*, *17*(2), 311-320.

Gimeno, J. (2013). *El currículum: una reflexión sobre la práctica*. Madrid: Morata.

Gutiérrez, R. (1987). Psicología y aprendizaje de las ciencias. El modelo de Ausubel. *Enseñanza de las ciencias*, *5*(2), 118-128.

Martín-Díaz, Mª J., Gómez, M.A. y Gutiérrez, Mª S. (2000). *La física y la química en secundaria*. Madrid: Narcea.

Perales, F.J., Jiménez, J. de D., (2002). Las ilustraciones en la enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Análisis de libros de texto. *Enseñanza de las ciencias*, *20*(3), 369-386.

Sardà, A. y Sanmartí, N. (2000). Enseñar a argumentar científicamente: un reto de las clases de ciencias. *Enseñanza de las ciencias*, *18*(3), 405-422.

Solbes, J.,Montserrat R. y Furió C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*, nº 27, 91-117.

Sebastián, C., Fernández, E., Ramón, J., Sánchez, J. y Escudero, T. (1985). *Aspectos didácticos de física y química. 1: Bachillerato*. Zaragoza: Instituto de ciencias de la educación, Universidad.

Tipler, P.A. (2001). *Física para la ciencia y la tecnología (Volumen 1: Mecánica, oscilaciones y ondas, termodinámica).* Barcelona: Reverté.

https://www.youtube.com/watch?feature=player_embedded&v=g5HAIjPxbi4

Anexo I: contenidos de la materia de Física y Química en Bachillerato

De acuerdo con el Decreto 74/2008 de 31 de julio por el que se establece el Currículo del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria, los contenidos de la materia de Física y Química en Bachillerato serán los siguientes:

1. Contenidos comunes.

- Utilización de estrategias básicas de la actividad científica tales como el planteamiento de problemas y la toma de decisiones acerca del interés y la conveniencia o no de su estudio; formulación y contraste de hipótesis, elaboración de estrategias de resolución y de diseños experimentales y análisis de los resultados y de su fiabilidad.
- Búsqueda, selección y comunicación de información y de resultados utilizando la terminología adecuada.

2. Estudio del movimiento.

- Importancia del estudio de la cinemática en la vida cotidiana y en el surgimiento de la ciencia moderna.
- Sistemas de referencia inerciales. Magnitudes necesarias para la descripción del movimiento. Iniciación al carácter vectorial de las magnitudes que intervienen.
- Estudio de los movimientos rectilíneos: uniforme y uniformemente acelerado. Movimiento circular uniforme. La aceleración en el movimiento circular.
- Las aportaciones de Galileo al desarrollo de la cinemática y de la ciencia en general. Problemas a los que tuvo que enfrentarse. Superposición de movimientos: tiro horizontal y tiro oblicuo.
- Importancia de la educación vial. Estudio de situaciones cinemáticas de interés, como el espacio requerido para el frenado, la influencia de la velocidad en un choque, etc.

3. Dinámica.

- De la idea de fuerza de la física aristotélico-escolástica al concepto de fuerza como interacción.

- Revisión y profundización de las leyes de la dinámica de Newton. Cantidad de movimiento y principio de conservación. El equilibrio de los cuerpos. Momento de una fuerza.
- Importancia de la gravitación universal y de sus repercusiones en los diferentes ámbitos.
- Estudio de algunas situaciones dinámicas de interés teórico y práctico: el peso, las fuerzas de fricción, tensiones y fuerzas elásticas. Dinámica del movimiento circular uniforme.

4. La energía y su transferencia: trabajo y calor

- Revisión y profundización de los conceptos de energía, trabajo y calor y sus relaciones. Formas de energía. Eficacia en la realización de trabajo: potencia.
- Principio de conservación y transformación de la energía. Temperatura y calor: determinación y propagación del calor. Primer principio de la termodinámica. Degradación de la energía.
- Profundización en el estudio de los problemas asociados a la obtención y consumo de los recursos energéticos. Perspectivas actuales: Energía para un futuro sostenible.

5. Electricidad.

- Revisión de la fenomenología de la electrización y la naturaleza eléctrica de la materia ordinaria. La interacción eléctrica: Ley de Coulomb.
- Introducción al estudio del campo eléctrico: Intensidad. Concepto de potencial. Energía potencial y potencial eléctrico.
- La corriente eléctrica. Intensidad y resistencia eléctrica: ley de Ohm. Asociación de resistencias. Efectos energéticos de la corriente eléctrica. Generadores de corriente.
- La energía eléctrica en las sociedades actuales: profundización en el estudio de su generación, consumo y repercusiones de su utilización.

6. Teoría atómico molecular de la materia.

- Revisión y profundización de la teoría atómica de Dalton. Interpretación de las leyes básicas asociadas a su establecimiento.
- Hipótesis de Avogadro. Moléculas. Masas atómicas y moleculares. La cantidad de sustancia y su unidad, el mol.
- Ecuación de estado de los gases ideales.

- Determinación de fórmulas empíricas y moleculares.
- Preparación de disoluciones de concentración determinada: uso de la concentración en cantidad de sustancia.

7. El átomo y sus enlaces.

- Primeros modelos atómicos: Thomson y Rutherford. Partículas elementales. Número atómico y número másico. Distribución electrónica en niveles energéticos. Los espectros y el modelo atómico de Bohr. Sus logros y limitaciones. Introducción cualitativa al modelo cuántico: de las órbitas a los orbitales.
- Abundancia e importancia de los elementos en la naturaleza. Sistema periódico. Justificación y aportaciones al desarrollo de la química. Propiedades periódicas.
- Enlaces iónico, covalente y metálico y fuerzas intermoleculares. Estructura de los compuestos. Propiedades de las sustancias.
- Formulación y nomenclatura de los compuestos inorgánicos, siguiendo las normas de la IUPAC.

8. Estudio de las transformaciones químicas.

- Importancia del estudio de las transformaciones químicas y sus implicaciones.
- Interpretación microscópica de las reacciones químicas. Introducción del concepto de velocidad de reacción. Factores de los que depende la velocidad de reacción: hipótesis y puesta a prueba experimental.
- Estequiometría de las reacciones. Reactivo limitante y rendimiento de una reacción.
- Química e industria: materias primas y productos de consumo. Implicaciones de la química industrial.
- Valoración de algunas reacciones químicas que, por su importancia biológica, industrial o repercusión ambiental, tienen mayor interés en nuestra sociedad. El papel de la química en la construcción de un futuro sostenible.

9. Introducción a la química orgánica.

- Orígenes de la química orgánica: superación de la barrera del vitalismo. Importancia y repercusiones de las síntesis orgánicas.
- Posibilidades de combinación del átomo de carbono. Introducción a la formulación de los compuestos de carbono. Isomería. Clases de isomería.

- Los hidrocarburos, aplicaciones, propiedades y reacciones químicas. Fuentes naturales de hidrocarburos. El petróleo y sus aplicaciones. Repercusiones socioeconómicas, éticas y medioambientales asociadas al uso de combustibles fósiles.
- El desarrollo de los compuestos orgánicos de síntesis: de la revolución de los nuevos materiales a los contaminantes orgánicos permanentes. Ventajas e impacto sobre la sostenibilidad.