



MÁSTERES de la UAM

Facultad de Formación
de Profesorado
y Educación / 14-15

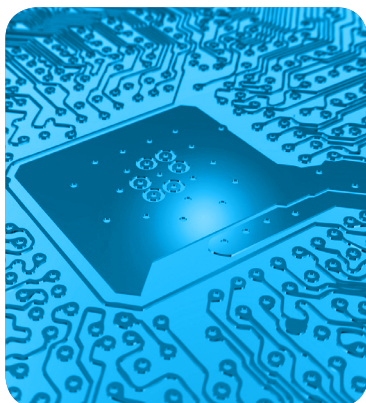
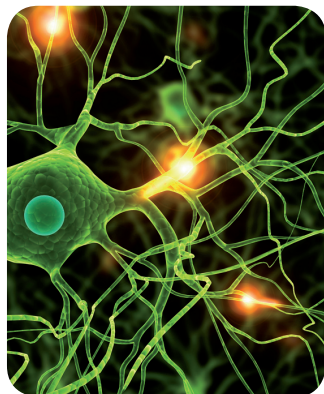
Formación de Profesorado
de Educación Secundaria
Obligatoria y Bachillerato
(Física y Química)



**La energía explicada
mediante prensa
generalista.**

**Una propuesta para
4º ESO**

*Alejandro Latorre
Marlasca*





MÁSTER EN FORMACIÓN DE PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA Y BACHILLERATO

**Título: La energía explicada mediante prensa generalista.
Una propuesta para 4º ESO.**

Autor: Alejandro Latorre Marlasca

Director: Pedro García-Mochales Caro

TRABAJO DE FIN DE MÁSTER

Curso 2014/2015

Resumen

El objetivo de este trabajo es proponer la utilización de recursos de prensa generalista para introducir y tratar conceptos relacionados con energía, trabajo, potencia e introducción al calor en un grupo de 4º de ESO, en combinación con la metodología habitual en el centro. Los resultados obtenidos son evaluados y analizados en relación con un grupo en el que se ha seguido únicamente una metodología tradicional. Para ello, se ha llevado a cabo una evaluación centrada en dos vertientes: la realización de un examen escrito al final de la unidad y una prueba abierta en la que el alumnado propone actividades de aprendizaje de Física y Química a partir de titulares de prensa. La propuesta busca fomentar espíritu crítico entre el alumnado y poner en valor diferentes recursos para el aprendizaje de la ciencia.

Palabras clave

Educación secundaria, Educación científica, Prensa generalista, Pensamiento crítico, Energía.

Abstract

The aim of this report is to purpose the use of resources such as general press in order to introduce and manage concepts related to energy, work, power and an introduction to heat in a 4º ESO group, joining this approach with the usual methodology followed in the school. The results are evaluated and analysed in comparison to a group in which it has only been applied the traditional methodology. In order to do that, the evaluation has been performed in two complementary ways: a written exam at the end of the unit and an open test in which the students do proposals about activities to be developed in Physics and Chemistry classes based on newspapers headings. The goal is to promote critical thinking and to show different resources to learn Science.

Key words

Secondary school, Scientific education, General press, Critical thinking, Energy.

ÍNDICE

1. Introducción.....	7
2. Antecedentes	9
2.1. Marco legal y currículo oficial	9
2.2. Análisis del contexto.....	10
2.2.1. El centro.....	10
2.2.2. El equipo docente	12
2.2.3. Los grupos experimental y de control.....	13
2.3. Enseñanza tradicional	15
2.3.1. La metodología del centro.....	15
2.3.2. Libros de texto y material didáctico clásico.....	18
2.4. Trabajos previos.....	21
3. Objetivos	22
4. Evaluación inicial.....	23
4.1. Motivación y disposición inicial hacia la asignatura	23
4.2. Costumbres del alumnado respecto de los medios informativos	24
4.3. Ideas previas, razonamiento científico y capacidad crítica	27
4.4. Consideraciones derivadas de la evaluación inicial.....	31
5. Metodología	33
5.1. Estrategias básicas	33
5.2. Dificultades de aprendizaje	35
5.3. Las dificultades de la evaluación: ¿puede evaluarse la creatividad?	36
6. Actividades.....	38
6.1. Marco organizativo y secuencia temporal.....	38
6.2. Descripción de las actividades	39
7. Evaluación final	42
7.1. Evaluación calificadora.....	42
7.2. Utilización de conceptos y recursos	44
7.3. Autoevaluación.....	49
7.3.1. Actividades realizadas y metodología	49
7.3.2. El papel del profesor	52
8. Conclusiones finales	53
9. Referencias.....	56
Anexo I: Test de evaluación inicial	59
Anexo II: Test de evaluación final.....	61
Anexo III: Actividades	62
Anexo IV: Hojas de ejercicios complementarias	67
Anexo V: Prueba escrita (grupo experimental)	70
Anexo VI: Histórico de calificaciones.....	71

1. Introducción

El presente documento recoge la memoria asociada al Trabajo de Fin de Máster correspondiente al Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria y Bachillerato, especialidad Física y Química¹, por la Universidad Autónoma de Madrid. En él se recogen los planteamientos iniciales, objetivos, antecedentes, desarrollo, propuestas y análisis de conclusiones referentes a la propuesta de innovación educativa basada en la utilización de noticias de prensa para el trabajo en el aula de los conceptos de energía, trabajo y potencia, así como para realizar una pequeña introducción al calor. El trabajo de campo fue realizado en el mes de abril de 2015, coincidiendo temporalmente con las prácticas asociadas al módulo específico del mismo Máster.

Uno de los objetivos a la hora de enfrentarse a la enseñanza de las ciencias en el nivel de educación secundaria es conseguir que el alumnado se interese en la ciencia y la valore como un aspecto fundamental en el desarrollo histórico y en la configuración de una sociedad. Para ello, hoy en día se considera esencial en el papel de un docente tratar de relacionar la ciencia trabajada en el aula con el mundo que existe fuera de ella (Sanmartí, 2000). En este sentido, es interesante buscar nexos de unión realistas y aplicables entre lo que queremos enseñar en clase y el día a día del alumnado. Las noticias –de cualquier carácter y en múltiples medios– son una posibilidad para esto. En el actual modelo de sociedad, la información está siempre presente y llega fragmentada a través de canales muy diversos. Además, los medios de comunicación se incluyen dentro de una categoría especialmente sensible a la incertidumbre y cambios acelerados, con la necesidad de mantenerse permanentemente al día (Garriz, 2010). En concreto, la televisión juega un papel fundamental en la cantidad y calidad de la información que llega al alumnado, debido entre otros factores al tiempo dedicado a la misma (Ezquerro Martínez & Polo Díez, 2010).

Pero no se trata sólo de la televisión. Las posibilidades de la prensa en el aula permiten diferentes metodologías de trabajo que pueden plantearse en función de las características del alumnado y de los objetivos que se persigan. La intención al plantear esta propuesta es la de conseguir mostrar herramientas eficaces, tanto a alumnos como a profesores, para poner en valor los contenidos de los medios de comunicación a la hora de enseñar y aprender ciencia. A lo largo del texto desarrollaremos algunos enfoques para que la incorporación de la prensa generalista al aula redunde en un verdadero beneficio. Además, realizaremos un estudio de las conclusiones de la puesta en práctica de esta propuesta en un contexto determinado, y culminaremos con un análisis crítico en el que abriremos un espacio de reflexión sobre la metodología utilizada, el papel del profesor en la misma y los posibles aspectos de mejora que se hayan descubierto a raíz de la ejecución de la propuesta.

El conocimiento científico se encuentra actualmente sujeto a las mismas formas de producción, organización y distribución que otros tipos de conocimiento, por lo que ahora mismo entendemos que, dentro de un enfoque constructivista, se adquiere mediante la *reconstrucción* a nivel personal de los productos y procesos culturales con el fin de apropiarse de ellos (Pozo & Gómez, 2001). Es en esta línea en la que trabajaremos a la hora de tratar de apoyarnos en la prensa a la que tiene acceso el alumnado para incorporar las competencias que se tratan de trabajar en el aula a su bagaje y formas de entender la sociedad y el mundo que nos rodea. No debemos olvidar que, viviendo en la sociedad de la información, el conocimiento llega en hoy en día al alumnado a través de medios muy diversos, entre los cuales la escuela es uno de ellos.

¹ Aunque en los textos legales sólo se escribe con mayúscula la primera letra de cada asignatura, con el fin de respetar las diferencias existentes entre la Física y la Química como disciplinas independientes (que se dejan ver incluso en la educación secundaria), en el presente documento se hará referencia tanto a las materias tratadas por separado como a la asignatura que las incluye como Física y Química.

En medio de esta vorágine de información que empapa la labor docente, una de las herramientas más poderosas que se puede utilizar en la educación es sin duda la **creatividad**. Fomentar esta capacidad –presente con distintas manifestaciones en todo ser humano– es un reto que desde la docencia debe asumirse con ilusión y perspectiva innovadora, ya que permite abrir nuevas vías para enseñar ciencias con metodologías más variadas y adaptables. A este respecto, es interesante la propuesta de Ruiz para trabajar Matemáticas en 1º de ESO a partir de una portada de un diario (Ruiz, 2010):

En primera página, una grúa de las que comúnmente se emplean en construcción, había caído, derribada por el fuerte viento. ¿Y para qué puede servir esto en una clase de matemáticas de 1º ESO? (...). Resulta que una grúa está hecha de triángulos. ¿Qué clase de triángulos? ¿Podemos clasificarlos con nombres y apellidos? (lados y ángulos) ¿Cuántos triángulos tiene el brazo de la grúa? ¿Y el pedestal? (...).

Evidentemente, poniendo la creatividad y la imaginación al servicio del docente, las posibilidades se multiplican y pueden llegar a sobrepasar los límites de una sola materia:

Entonces, ¿cuántos metros de hierro se habrán necesitado para construir la grúa? Si cada metro cuesta... ¿cuánto ha costado la grúa? ¿Por qué se hacen las grúas huecas y no con planchas para que sean más resistentes? De modo que una grúa... ¿es una palanca? ¿De qué género? ¿Por qué tiene un contrapeso y a qué distancia se pone? Supongamos que la grúa (en buen estado) carga un peso y da una vuelta completa. ¿Qué dibujaría en el suelo? Medimos el radio. ¿Cuánto mediría la circunferencia? ¿Y el área contenida dentro? Oye... si duplicamos el radio ¿qué pasa? ¿Se duplica también la circunferencia? ¿Y el área, se duplica? ¿Por qué no lo comprobamos?

Una vez aceptada la creatividad como un elemento que debe integrarse paulatinamente en los desarrollos de contenidos, el paso siguiente es el de asumir la prensa generalista como campo potencial de desarrollo de la misma. Lo interesante de un planteamiento en estos términos es que permite no sólo que sea el docente quien estimule al alumnado para trabajar en torno a noticias en diferentes medios, sino que podría permitir que en última instancia fuera el propio alumno el que evaluara las oportunidades de aprendizaje que le brinda la utilización de estos recursos, y que propusiera él mismo las posibilidades de trabajo en el aula. Esto, sin duda, es un objetivo suficientemente ambicioso como para no plantearlo de una sola vez, pero sí merece la pena que se mantenga en el horizonte para no perder el rumbo al realizar actividades en el aula.

Con el objeto de ahondar más profundamente en esto, deben plantearse una serie de cuestiones esenciales a la hora de justificar la planificación de una propuesta de innovación basada en el uso de noticias de prensa generalista para trabajar contenidos científicos:

- ¿Qué importancia tiene para el alumno la actualidad? ¿Juega el alumno un papel activo en la búsqueda de información de actualidad o simplemente “se deja bombardear” por los medios?
- ¿Qué tipo de noticias llegan a diario al alumnado? ¿En qué medios (prensa escrita, televisión, redes sociales...)?
- ¿Qué nivel de credibilidad le asigna el alumnado a la información que recibe de los medios de comunicación de masas?
- ¿Relaciona el alumnado los contenidos que recibe a través de los medios con sus intereses personales o los percibe como alejados de su realidad cotidiana?
- ¿En qué medida resultará atractivo el planteamiento de trabajo con noticias al alumnado? ¿Servirá de elemento motivador o por el contrario supondrá una simple carga

de trabajo adicional sin consecuencias positivas aparentes en el interés y la motivación con que se afronta la asignatura?

Pero aún surgen más interrogantes cuando nos preguntamos sobre la utilidad de los recursos periodísticos para trabajar en un contexto formal y, en particular, cuando buscamos una manera eficaz de evaluar la contribución de estas herramientas al aprendizaje de las ciencias:

- ¿Cómo contribuye exactamente la utilización de la prensa en Física y Química a fomentar el espíritu crítico entre el alumnado?
- ¿Qué estrategias conviene seguir a la hora de evaluar el proceso de aprendizaje con este método? ¿Tiene sentido plantear un examen al estilo tradicional para ello?
- ¿Resulta realmente eficaz?

A estas y otras cuestiones que puedan surgir por el camino trataremos de dar respuesta a lo largo del documento, teniendo en cuenta las distintas conclusiones que surgen a raíz de la propuesta de innovación aquí desarrollada.

En resumen, basándonos en las premisas desarrolladas, se propone y analiza la utilización de noticias generalistas de medios de comunicación para el desarrollo de unidades didácticas en 4º de ESO. Las actividades hacen referencia principalmente a la unidad didáctica *Energía, trabajo y potencia*. En ese caso, se han tratado de mantener asimismo las líneas de trabajo habituales del centro donde se ha puesto en práctica. Además, se ha realizado también en el mismo centro –y con el mismo grupo– una pequeña introducción a la unidad siguiente: *Energía térmica y calor*, a la que le corresponde una de las actividades. Los resultados se analizan tanto para el grupo en el que se ejecutó la propuesta (grupo experimental), como para otro grupo que ha seguido únicamente la metodología habitual del centro (grupo de control), con el fin de extraer las conclusiones oportunas sobre el desarrollo de la propuesta.

2. Antecedentes

2.1. Marco legal y currículo oficial

Toda la propuesta desarrollada y las actividades en ella incluidas se enmarcan dentro de los requisitos legales para cualquier centro de educación secundaria de la Comunidad de Madrid en el curso académico 2014/2015. En particular, se ha tomado como referencia básica a la hora de seleccionar los contenidos trabajados mediante las actividades propuestas la siguiente legislación:

- **LOE (2006)**. España. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 3 de mayo de 2006, núm. 106, pp. 17158-17207.
- **Decreto de enseñanzas mínimas (2007)**. España. Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5 de enero de 2007, núm. 5, pp. 677-773.
- **Decreto de currículo (2007)**. España. Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 29 de mayo de 2007, núm. 126, pp. 48-139.

Las actividades llevadas a la práctica caen bajo alcance de dos unidades didácticas que se encuadran dentro del Bloque 3 del 4º curso de ESO, *Profundización en el estudio de los cambios* (Decreto de enseñanzas mínimas, 2007; Decreto de currículo, 2007). En ellas se han trabajado, básicamente, los conceptos de energía, trabajo, potencia y rendimiento, valorando a su vez aspectos como el papel de la energía en nuestras vidas, fuentes de energía, leyes de conservación y formas de energía en tránsito. Se ha incluido también una introducción a los conceptos de calor como otra forma de energía en tránsito y de calor específico de las sustancias. Asimismo, se ha tratado de relacionar el contenido de la unidad con otros contenidos vistos anteriormente en la asignatura (caída libre, fuerzas, rozamiento, planos inclinados²...).

Las propuestas y actividades han debido, a su vez, adaptarse a la normativa del centro y a los principios y líneas fundamentales de actuación del mismo. En concreto, se ha tenido especial cuidado de respetar:

- El Proyecto Educativo de Centro.
- El Proyecto Curricular de la etapa y la Programación Didáctica del Departamento, teniendo en cuenta las decisiones de distribución temporal adoptadas para el ciclo/curso de Educación Secundaria Obligatoria.
- La distribución de los contenidos y acomodación de las actividades a los tiempos disponibles y a las condiciones existentes.

Todas las actividades llevadas a la práctica han contado con el visto bueno del equipo docente. A este respecto, ha sido necesario respetar el procedimiento de evaluación seguido para todos los grupos de 4º de ESO, y que se desarrolla con mayor profundidad en el apartado 2.3.1.

2.2. Análisis del contexto

2.2.1. El centro

La propuesta de innovación ha sido ensayada en el Colegio JOYFE de Madrid. El centro se encuentra en Madrid capital, en el distrito de Ciudad Lineal, comprendido entre el eje formado por las calles Alcalá y Hermanos García Noblejas, siendo la calle Vital Aza la arteria principal de acceso al mismo y la que registra más abundancia de tráfico. Existen otros accesos al colegio en la calle Vázquez de Mella. Los edificios que rodean al colegio no tienen demasiada altura, y hace algún tiempo la fisonomía del barrio cambió debido a nuevas construcciones residenciales más modernas.

Partiendo de la ubicación del barrio, el colegio no pertenece en absoluto ajeno a él. Las familias pertenecen a una clase social media-alta, y un grupo significativo de alumnos acuden al centro desde otros barrios limítrofes (Coslada, Vicálvaro, San Fernando, Moratalaz...). El nivel adquisitivo correspondería al de una familia de nivel medio en la cual trabajan los dos miembros y bastantes tienen su propio negocio familiar. Cerca del centro se encuentra la parada de metro Ascao (línea 7), que es utilizada por parte de las familias para llegar al colegio. Otras familias optan por el vehículo particular, ya que la entrada principal del centro da a una calle amplia de tres carriles y un único sentido de circulación, en la que no se obstaculiza en exceso el tráfico al parar en doble fila en las entradas y salidas. Por otra parte, el colegio tiene

² Si bien los planos inclinados se incluyen en el currículo oficial en Física y Química en 1º de Bachillerato, el centro trabaja estos contenidos en 4º de ESO por decisión del equipo docente.

un servicio de ruta en autobús. Este último sistema también es bastante utilizado por las familias que residen en zonas más alejadas del centro.

Rodeando al centro se encuentran multitud de comercios y viviendas, y durante el día se aprecia bastante vida en el barrio. En este sentido, el colegio se encuentra bastante **integrado en la vida de su entorno**, ya que profesorado, alumnado y familias hacen uso de los servicios que se prestan por la zona.

El Colegio JOYFE oferta Educación Infantil, Primaria, ESO, Bachillerato y Ciclos Formativos de Informática y, hasta hace poco, de Salud Ambiental. Esto hace que haya una clara diferenciación en la **organización** de las distintas etapas. En este apartado nos centraremos en describir la organización de ESO y Bachillerato. La estructura corresponde a la de un colegio tradicional, en la que si bien hay una división en departamentos, se dan casos de profesores que imparten asignaturas asociadas a departamentos diferentes. En total, el colegio cuenta con aproximadamente 2.200 estudiantes. En Infantil y Primaria hay una plantilla de unos 50 profesores, mientras que hay 35 docentes para Secundaria y Bachillerato.

Respecto de los **horarios de clase**, a partir de 4º de ESO la jornada es continua de 8:00 a 14:30. Desde el colegio se hace especial hincapié en la **puntualidad** de alumnado y profesorado. Además, el colegio cuenta con servicios de atención y cuidado de niños, comedor, gabinete médico, biblioteca, estudio asistido, clases de refuerzo, tutorías para padres y alumnos, gabinete psicopedagógico, logopeda y programa de desarrollo de habilidades básicas. Respecto del calendario del centro, en total se realizan **cinco evaluaciones** a lo largo del curso. El trabajo de campo ha coincidido con la cuarta evaluación y los exámenes globales de abril.

En cuanto a la distribución de los espacios en el centro, el colegio está formado por tres edificios compactos y bien diferenciados, con fines marcadamente distintos:

- **Edificio 1**, que alberga algunas aulas de Educación Primaria, todas las de 1º y 2º de ESO y de Ciclos Formativos y algún grupo de 3º de ESO. Además, cuenta con un laboratorio común para Física y Química (no se realizan prácticas de Biología y Geología).
- **Edificio 2**, en el que se imparten el resto de las clases de 3º de ESO y todas las de 4º, así como 1º y 2º de Bachillerato. También hay un recinto en la planta baja de este edificio destinado a Educación Infantil.
- **Edificio 3**, con despachos y Secretaría, además de aulas de Educación Infantil y Primaria.

La configuración de los edificios ha ido modificándose paulatinamente según aumentaron las necesidades del centro, ya que en un principio el colegio se llamaba San Luis Gonzaga y contaba únicamente con un núcleo central, en el cual se distribuían las distintas clases. Con el paso de los años y ante la fuerte demanda del barrio en cuanto a instalaciones deportivas y complementarias se refiere, el colegio ha ido poco a poco adaptándose a las circunstancias hasta contar con diversas instalaciones deportivas, comedor, salas polivalentes, aula magna, biblioteca, laboratorio, salón de actos, etc. En particular, destacan instalaciones deportivas tales como tatami, vestuarios, gimnasio, piscinas cubiertas climatizadas, pabellón cubierto y canchas exteriores de baloncesto, balonmano y fútbol-sala.

Las dos piscinas cubiertas son, sin duda, el elemento más llamativo del centro y uno de los principales atractivos para las actividades deportivas. Esta situación contrasta con las instalaciones para la realización de prácticas científicas, ya que únicamente se cuenta con un laboratorio para toda la Secundaria y Bachillerato, en el que sólo se realizan prácticas de

Física y de Química en 4º de ESO. El alumnado no realiza, por tanto, prácticas de Biología y Geología en ningún momento de su etapa educativa, ni de Física y Química en otros cursos diferentes de 4º. Según comentan los profesores de Física y Química, el laboratorio se trasladó a su ubicación actual desde otra sala situada en un edificio diferente y, durante ese traslado, parte del material de laboratorio se terminó destinando a otro centro que el mismo grupo tiene en las afueras de Madrid.

2.2.2. El equipo docente

Entre los 35 docentes que forman parte de la plantilla del centro para ESO y Bachillerato, tres de ellos pertenecen al **Departamento de Física y Química**. El jefe del Departamento es Javier³, que es el profesor con más experiencia acumulada, y el único que no pertenece simultáneamente a más departamentos. Esther, por su parte, dedica la mayor parte de su tiempo a asignaturas pertenecientes al Departamento de Física y Química, pero compatibiliza su labor con la docencia de Matemáticas y Refuerzo de Matemáticas en 2º y 3º de ESO. Por último, Manuel se encarga de un grupo de Física y Química en 3º de ESO, pero principalmente imparte asignaturas de Ciencias Naturales en el primer ciclo de ESO y Ciencias de la Tierra y medio ambiente en 2º de Bachillerato. Su pertenencia al Departamento de Física y Química se justifica principalmente por su trabajo en 3º de ESO y por su asignación a un grupo de refuerzo de Física y Química para alumnos de 2º de Bachillerato que tuvieran pendiente la asignatura de 1º (estas clases se imparten fuera del horario lectivo).

La **plantilla del centro** es, en general, estable, y no sufre grandes variaciones de un año a otro. Tampoco es frecuente que se modifique la asignación de los grupos y asignaturas entre los distintos profesores, por lo que normalmente los alumnos ya conocen qué equipo docente van a tener al comenzar un nuevo curso. Esto no quiere decir que no se realicen cambios de vez en cuando, sea por petición expresa de los profesores o por necesidades de configuración de grupos y horarios, pero la realidad es que año a año determinados puestos son cubiertos con frecuencia por los mismos profesores. En el caso particular de Física y Química, de hecho, los profesores han mantenido en general la misma asignación de materias durante varios años, con ligeras modificaciones este último curso.

Desde la Dirección del centro, se traslada con frecuencia a los profesores la necesidad de aumentar la colaboración interdepartamental con el fin de mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. Para lograr esto, el centro ha implementado un sistema de **proyectos interdisciplinarios** en los que los docentes deben buscar un tema o centro de interés a partir del cual los alumnos desarrollan parte del temario de varias materias por su cuenta. Los temas trabajados mediante proyectos no serán explicados por ninguno de los profesores implicados en el mismo, pero sí estarán incluidos en el examen correspondiente. En el 4º curso de ESO se prevén proyectos sólo en las tres primeras evaluaciones, que se distribuyen del siguiente modo de acuerdo con la programación del centro:

- Primera evaluación: *La Ilustración*
- Segunda evaluación: *Modelos moleculares orgánicos*
- Tercera evaluación: *Geometría aplicada a la Física*

De este modo, la propuesta de innovación aquí descrita no se relaciona de ninguna manera con proyectos interdisciplinarios de esta índole, debido a la metodología seguida en el desarrollo de los mismos y a su programación temporal por evaluaciones.

³ De igual forma que en la *Memoria de prácticas asociadas al módulo específico del MESOB* se utilizaban nombres ficticios para respetar la privacidad de los docentes, en el presente documento se recurre a los mismos pseudónimos.

2.2.3. Los grupos experimental y de control

La propuesta se ha centrado en dos grupos de 4º de ESO que han escogido como opciones las asignaturas *Física y Química* y *Ampliación de Física y Química*. De acuerdo con la organización del centro, la primera de ellas centra los contenidos conceptuales científicos básicos, mientras que en *Ampliación de Física y Química* el trabajo principal se desarrolla en el laboratorio (pueden verse más detalles en el apartado 2.3.1). Cada uno de los dos grupos tiene un único docente para las dos asignaturas. En particular, Esther imparte habitualmente las dos asignaturas en 4ºD (grupo experimental), mientras que Javier es el profesor titular en ambas asignaturas en 4ºA (grupo de control).

El **grupo experimental** (4ºD) consta de quince alumnos, ya que corresponde a un doble debido a que la otra mitad de la clase no ha elegido la opción de Ciencias. No hay en el grupo ningún alumno con necesidades educativas especiales, ni con ninguna otra circunstancia específica que deba tenerse en consideración a la hora de planificar, desarrollar o evaluar las actividades. Tampoco cuenta con alumnos repetidores, ya que el centro trata, en la medida de lo posible, de recurrir a las herramientas necesarias para evitar la permanencia un año más⁴.

Los alumnos muestran **interés por la ciencia** en mayor o menor medida, y un 72% sitúa *Física y Química* entre una de sus tres asignaturas favoritas. Información al respecto de las preferencias personales de los alumnos, así como de su predisposición al aprendizaje de conceptos relacionados con otras materias puede verse con más detalle en el apartado 4, en el que se analizan con detalle las respuestas que proporciona el alumnado a las preguntas de la evaluación inicial. Por el momento, y como puede deducirse del alto porcentaje de alumnos que declaran preferencia por la asignatura, baste con señalar que el punto de partida en lo referente a motivación es bastante alto. Aunque, en líneas generales, los integrantes del grupo muestran interés por la escuela en general y por *Física y Química* en particular, esto no quiere decir que no sea necesario trabajar la motivación en el área de las ciencias; si bien la actitud en general es positiva, la capacidad de esfuerzo y trabajo se reparte desigualmente entre los componentes del grupo. Ha sido necesario tomar esto en consideración a la hora de plantear las actividades que se han realizado en el aula. Sin tomar la motivación como el eje principal de las actividades, sí se ha tratado de presentar los contenidos de la manera más atractiva posible.

Respecto de las **relaciones** tanto de alumnos entre sí como de los alumnos con los profesores, no se ha observado ninguna anomalía en ellas. A decir verdad, los alumnos mantienen una relación muy cercana y familiar con los profesores, llegando a situaciones de confianza que resultan muy positivas a la hora de llevar a cabo acciones de intervención tutorial. No obstante, deben destacarse las limitaciones que derivan de las circunstancias que han rodeado a las observaciones realizadas. En primer lugar, la confianza que puede llegar a establecerse con los alumnos en un período de tiempo marcadamente inferior a un curso académico no se puede comparar de ningún modo con la existente previamente entre alumnos y profesores, máxime teniendo en cuenta que el trato en el caso de este centro es particularmente cercano y relajado. En segundo lugar, al haber coincidido temporalmente el trabajo de campo con las prácticas externas asociadas al módulo específico, la atención al grupo experimental ha tenido que compatibilizarse con la dedicación a actividades muy diversas en otros grupos del centro. Por último, debe tenerse en cuenta que el centro colabora de manera muy activa con diferentes universidades para recibir profesorado en prácticas. Esto hace que los alumnos se sientan habituados a contar con profesores en formación y, por tanto, son plenamente conscientes del carácter temporal de la relación que van a mantener con ellos.

⁴ Por ejemplo, una de ellas es un cursillo que se realiza en julio, y que permite que el alumno apruebe la asignatura en verano. La calificación obtenida en un examen al final de este curso, en caso de haber aprobado, se guarda para la convocatoria de septiembre.

El **grupo de control** (4ºA), por su parte, cuenta con treinta alumnos. Javier imparte *Física y Química* y *Ampliación de Física y Química* en los grupos 4ºA, 4ºB y 4ºC, por lo que cualquiera de los tres podría haber sido utilizado como control. En este caso no hay desdobles en las asignaturas y, análogamente al caso del grupo experimental, el grupo de control no incluye alumnos repetidores. Se trata de un grupo que, académicamente, muestra unos resultados ligeramente superiores a los de otros grupos (mayor nota media, mayor número de aprobados en primera convocatoria por evaluación y mayor número de sobresalientes).

En cuanto al **interés** por las materias de ciencias, un 70% sitúa *Física y Química* entre una de sus tres asignaturas favoritas, mientras que únicamente un 10% declara que la materia se encuentra entre las tres que menos les gusta. Además, en la línea del modelo de relación alumno-profesor que empapa el centro, el trato con el profesorado de los alumnos que integran este grupo es también bueno. No son necesarias grandes estrategias diseñadas específicamente para mantener la disciplina en el aula, ya que no se trata de un grupo conflictivo. En este sentido, podemos concluir que las coincidencias con el grupo experimental son máximas.

La **metodología** con la que Javier ha impartido la unidad didáctica *Energía, trabajo y potencia* y con la que ha introducido *Energía térmica y calor* ha sido similar a la utilizada en otras unidades de la programación, y por tanto ha seguido las indicaciones que se detallan en el apartado 2.3.1. De esta manera, se ha excluido cualquier intervención en el grupo de control que tuviera relación con la metodología basada en la utilización de la prensa en el aula. Javier, por su parte, no utiliza este recurso habitualmente, por lo que tampoco ha habido ningún tipo de solapamiento en este sentido.

Tanto el grupo experimental como el de control tienen tres horas de clase de *Física y Química* a la semana y dos más de *Ampliación de Física y Química*, de tal modo que las horas se organizan de manera flexible en función de las necesidades. Las clases responden al siguiente horario:

	Lunes	Martes	Miércoles	Jueves	Viernes
8:00		4ºD			4ºD
9:00				4ºD	4ºA
10:00				4ºA	
11:30	4ºD	4ºA			
12:30	4ºA	4ºA			
13:30		4ºD			

Tabla 1: Horario de los grupos experimental y control

Existe, además, otro aspecto fundamental que tendremos que tener en cuenta para preparar la propuesta. Se trata de evaluar el estado de los alumnos en términos de su **desarrollo cognitivo**, para tratar de entender así qué capacidades tiene el alumnado o, más concretamente –siguiendo términos de Piaget–, en que estadio se encuentran los integrantes de los dos grupos. Los adolescentes a los que se destina la propuesta tienen todos entre 15 y 16 años en el momento de ponerla en práctica, debido a que no hay repetidores en ninguno de los grupos y a las fechas del trabajo de campo. Atendiendo a la Teoría del Desarrollo Cognoscitivo de Piaget, *a priori* todos deberían encontrarse en el período de las **operaciones formales** en las que pueden englobarse, *grosso modo*, las características que se resumen a continuación (Delval, 1994):

- El adolescente tiene mayor **poder de abstracción** y **pensamiento lógico**, y ya no necesitará partir de datos reales presentes, puesto que las operaciones formales son operaciones lógicas que pueden efectuarse en ausencia de una situación concreta.
- En esta etapa, es posible ya seguir un **razonamiento hipotético-deductivo** y una comprobación experimental de hipótesis planteadas.
- El **lenguaje utilizado** es más elaborado, debido al carácter verbal del razonamiento deductivo.
- El pensamiento lógico-formal se manifiesta especialmente en tareas de **razonamiento científico**, y se manejan ahora **sistemas de relaciones** complejas frente a datos aislados, al contrario de lo que ocurría en estadios anteriores.

Si todos los alumnos cuentan con las capacidades asociadas a este período o no es algo que no podremos saber hasta que no realicemos actividades con ellos. Por el momento, baste con un análisis apriorístico para conocer al menos el punto de partida.

Podemos tratar de entender la situación inicial desde otro punto de vista adicional. Con una perspectiva vigotskiana del aprendizaje, necesitaremos conocer qué papel juega la prensa actualmente en los alumnos a la hora de construir conocimientos a partir de los elementos integrados en su zona de desarrollo próximo (Delval, 1994). Los alumnos están acostumbrados a una metodología que no recurre con frecuencia a la utilización de noticias (ver apartado 2.3.1), por lo que el docente deberá jugar un doble papel en el desarrollo de la propuesta: formar parte del andamiaje –como en cualquier proyecto didáctico, por otra parte– y, simultáneamente, integrar la prensa en el trabajo en el aula. Como desconocemos si las noticias de actualidad juegan un papel relevante en el aprendizaje de los alumnos, necesitaremos al menos entender la disposición del alumnado hacia ellas, para lo que tendremos que incluir determinados elementos específicos en la evaluación inicial.

Pero no debemos concluir esta sección sin mencionar otras perspectivas críticas sobre estos asuntos. A este respecto, algunos autores han señalado las limitaciones que han tenido las **aplicaciones del constructivismo a los currículos de ciencias** o, más concretamente, el hecho de que nunca se haya seguido una verdadera concepción constructivista en su elaboración. Señalan, en este sentido, que esto conllevaría un cambio bastante profundo en los contenidos, actividades de aprendizaje y sistemas de evaluación que a menudo cuenta con muchas críticas entre los docentes de ciencias (Pozo, 1997). Por tanto, debemos tener cautela a la hora de usar un punto de vista constructivista para analizar la situación de dos grupos acostumbrados a trabajar sobre este tipo de currículos.

2.3. Enseñanza tradicional

2.3.1. La metodología del centro

El Colegio JOYFE trata de fomentar, de acuerdo con su Proyecto Educativo de Centro, líneas pedagógicas que favorezcan el aprendizaje cooperativo y la educación bilingüe en inglés. En las materias asociadas al Departamento de Física y Química, esto se traduce en que los profesores buscan, principalmente, que sean los alumnos quienes adquieran un papel activo mediante el trabajo habitual en el aula, minimizando las explicaciones teóricas y resolución de ejercicios por parte del profesor en favor del trabajo en clase por parte del alumnado. No obstante, existen marcadas diferencias entre la interpretación del principio de aprendizaje

cooperativo de los distintos profesores y, por ende, en la metodología que aplican en la docencia. En el caso que nos ocupa, las diferencias podrían resumirse de la siguiente manera⁵:

- Esther –profesora habitual en el grupo experimental– suele exponer los conceptos principales de la unidad didáctica al inicio del tema de manera breve, directa y fuertemente orientada a la resolución de ejercicios. Posteriormente, resuelve algún ejemplo de ejercicio que incluya los conocimientos impartidos inicialmente, y a continuación propone una serie de problemas que los alumnos deben trabajar en el aula. Principalmente, Esther basa su metodología en el trabajo en clase, pero no renuncia por ello a mandar deberes para casa cuando lo considera oportuno. Los ejercicios suele corregirlos ella en la pizarra, de manera que los alumnos juegan un papel relativamente pasivo en esa parte de las sesiones. Durante el desarrollo de las actividades se ha corroborado la tendencia a cierta pasividad cuando era el profesor el que se encargaba de la resolución de cuestiones.
- Javier –docente del grupo de control– interpreta los principios del aprendizaje cooperativo en una línea ligeramente diferente a como lo hace Esther. Él, por su parte, inicia la exposición de un tema o concepto mediante el planteamiento de cuestiones en voz alta a los alumnos. Así, busca tanto identificar qué ideas recuerda el alumnado sobre conocimientos que ya hayan sido tratados en cursos anteriores, como obtener información sobre qué ideas previas o conceptos erróneos maneja, con el fin de trabajar sobre ellos a lo largo de la unidad. Después de la pequeña discusión que habitualmente se genera sobre el tema que se esté tratando, Javier utiliza la información que se ha recogido y la incorpora a una explicación básica sobre los conceptos fundamentales. A continuación, propone ejercicios que deben resolver los alumnos (en ocasiones en clase y, de manera más o menos habitual, en casa). La diferencia en este sentido con la metodología de Esther radica en que los conceptos se presentan de un modo más escalonado y con los ejercicios con un orden creciente en dificultad, de manera que se intercalan en las distintas sesiones las explicaciones teóricas con la resolución de ejercicios y problemas. A la hora de corregir los ejercicios en la pizarra, son fundamentalmente los alumnos los encargados de hacerlo, con el apoyo del profesor para asegurarse de que todas las dudas quedan resueltas adecuadamente. Habitualmente, sale a la pizarra el alumno que no ha sido capaz de resolver el ejercicio por su cuenta, o que declara no entender del todo algún aspecto relacionado con el mismo. Esta distribución temporal de las sesiones se repite hasta los días previos a la prueba escrita, en los que ya se han terminado de explicar todos los conceptos que entrarán en la misma. Es en esas últimas sesiones en las que el trabajo se centra especialmente en contenidos procedimentales tales como la resolución de ejercicios y el encadenamiento de razonamientos basado en las definiciones básicas. Las sesiones finales de cada unidad se dedican por tanto a resolver ejercicios y dudas relacionados con el examen del tema que tiene lugar al final de cada unidad.

A pesar de las diferencias entre las metodologías de ambos docentes, los dos tienen puntos en común que responden tanto a las líneas de actuación del centro como a las características propias del alumnado:

- Los dos profesores **recurren poco al libro de texto** de la asignatura, que únicamente mantienen como referencia para que los alumnos tengan una base a partir de la cual puedan ir consultando las dudas que surjan. Aunque tanto Javier como Esther utilizan ejercicios propuestos en el libro, ambos declaran que son insuficientes para trabajar los contenidos como ellos pretenden, por lo que no se limitan únicamente al libro.

⁵ Aunque los principios del centro otorgan un fuerte protagonismo a la presencia del inglés en las aulas, lo cierto es que en *Física y Química* el inglés no tiene el papel principal que puede tener en otras materias, por lo que no se hará referencia a este aspecto metodológico.

- En la línea del apartado anterior, los dos profesores **amplían los ejercicios** con propuestas propias o extraídas de otros libros de texto o de Internet.
- Dado que todos los alumnos que cursan *Física y Química* están también matriculados en *Ampliación de Física y Química*, el **trabajo en el laboratorio** sigue a todos los desarrollos de temas en 4º de ESO. Las prácticas de cada unidad didáctica se llevan a cabo siempre después del examen de la misma, por lo que no se utilizan para desarrollar los contenidos a partir de ellas. El aprendizaje por descubrimiento, por tanto, no es una práctica habitual en este nivel educativo.
- Coherentemente con lo establecido por el Departamento de Física y Química, ambos docentes utilizan el mismo procedimiento de evaluación, basado en otorgar el grueso de la calificación final al resultado de la **prueba escrita** al final de la unidad. Si bien se prevén mecanismos de recuperación, éstos se basan igualmente en la realización de exámenes. Todo ello influye de manera inevitable en el proceso de enseñanza-aprendizaje y en la metodología utilizada por el profesorado.

Respecto de los aspectos organizativos, a la asignatura *Física y Química* le corresponden tres horas semanales, mientras que *Ampliación de Física y Química* cuenta con dos sesiones cada semana. Aunque impartidas por el mismo docente, la **evaluación** de las dos materias es independiente, lo que tiene una fuerte repercusión en el desarrollo de las asignaturas. De este modo, mientras que la calificación final de *Física y Química* se basa fundamentalmente en el **examen final**, suavemente modulado con la actitud en clase y el trabajo diario en el aula, *Ampliación de Física y Química* se evalúa mediante **cuadernos de laboratorio** en los que los alumnos deben realizar informes de las prácticas que se realizan en el mismo. Esto condiciona fuertemente el desarrollo de ambas materias, ya que:

- El alumnado entiende habitualmente que los esfuerzos deben focalizarse en aprender a **resolver problemas** de la asignatura. En efecto, con el sistema de evaluación y calificación empleado habitualmente desde el centro, esta estrategia resulta la más efectiva de cara a obtener resultados satisfactorios. De este modo, suelen centrar su atención en la repetición de “problemas-tipo”, y llegan a dejar de lado otros aspectos como las relaciones entre ciencia y sociedad o la metodología de la investigación científica. Los exámenes rara vez incluyen estas cuestiones –al menos en niveles inferiores a Bachillerato– y, si bien los ejercicios incluidos en las pruebas escritas presentan dificultad variada, suele tratarse de cuestiones similares en la que alguna tiene un punto muy concreto de dificultad algo mayor.
- A la hora de trabajar en el **laboratorio**, existe una cierta contradicción entre cómo se desarrollan por un lado las prácticas en grupo y la evaluación individual de los cuadernos de laboratorio. Los alumnos son conscientes de que todo el peso de la calificación recae sobre el cuaderno de laboratorio, por lo que se prioriza el resultado sobre el cuaderno ante el proceso de razonamiento o la destreza experimental. Esto puede dar lugar a que estudiantes que se manejan con soltura y buenas maneras en actividades experimentales no vean su trabajo, esfuerzo y capacidades reflejadas adecuadamente en una calificación final. Los docentes son conscientes de las limitaciones del sistema de evaluación actual y plantean modificaciones de cara a años futuros.

Todo este sistema de evaluación se sitúa en la misma línea en la que el centro trabaja con respecto a todos los cursos, lo que puede resultar igualmente contradictorio con respecto a las estrategias pedagógicas perseguidas, debido a que la evaluación condicionará inevitablemente todo el proceso de enseñanza-aprendizaje (Sanmartí, 2007). Particularizando para 4º de ESO, en la programación del centro se recoge el siguiente sistema de evaluación:

- Se realizará, al menos, un examen por evaluación.
- NOTAS DE CLASE
 1. Es criterio indispensable la realización y entrega del cuaderno completo para poder aprobar la asignatura.
 2. Además se valorarán los ejercicios individuales y cooperativos, atención e interés en la materia. La nota de clase podrá modificar en un punto máximo la nota de los exámenes.
- NOTA MEDIA DE LA EVALUACIÓN
 1. Se da por superada una evaluación siempre que la nota de los exámenes sea igual o superior a 3 y la media de los mismos de 4,5 o más.
- RECUPERACIÓN
 1. No tendrán por qué ser de todos los contenidos de la evaluación y se podrán liberar de los temas superados en su momento.
 2. En los quince días siguientes al final de cada evaluación se realizarán exámenes de superación de la materia suspendida.
- Durante la quinta evaluación se realizarán exámenes de repesca de cada evaluación que permanezca suspensa. Se mantendrán liberados los temas superados en su momento.
- Al examen de suficiencia de junio se presentarán los alumnos a las evaluaciones que tengan suspensas. Dicho examen será por evaluaciones.
- En septiembre, el examen comprenderá toda la asignatura.
- La nota máxima para los exámenes de recuperación, repesca y convocatoria de septiembre, será como máximo un 6.
- Medidas especiales:
 En el caso de detectar alumnos con dificultades importantes en el desarrollo total o parcial del temario, se aplicarán medidas especiales de acuerdo con el Departamento de Orientación. Dichas medidas podrán ser:
 1. Sesiones fuera del aula.
 2. Aplicaciones de contenidos mínimos en exámenes especiales.
 3. Valoración de trabajos extraordinarios que, junto al cuaderno de clase, podrán servir de recuperación.

Como puede comprobarse, efectivamente el peso del examen final en la calificación (mínimo un 90%) hace que todo el proceso de aprendizaje se diseñe para su superación. Los alumnos están acostumbrados a esta manera de trabajar y llevan años adaptados a esta metodología. Esto deberá tenerse en cuenta al diseñar la evaluación de la propuesta y de las actividades a ella asociada.

2.3.2. Libros de texto y material didáctico clásico

Según se ha descrito en el apartado anterior, los libros de texto no son ni mucho menos el principal recurso didáctico en ningún grupo de 4º de ESO. Pese a ello, es una herramienta utilizada y, por tanto, debe tenerse en cuenta a la hora de plantear cualquier propuesta de innovación que quiera desarrollarse en mayor o menor medida en el centro.

El Departamento utiliza el libro del proyecto educativo Aula 360º de la editorial Edelvives (Arróspide Román & Manuel García, 2011), que divide sus contenidos en tres volúmenes separados por trimestres. Los contenidos sobre energía, trabajo, potencia y calor se incluyen en el volumen 2, correspondiente al segundo trimestre. En concreto, se desarrollan en los temas 05 y 06, titulados *Trabajo, energía y potencia* y *Energía térmica*, respectivamente.

La estructura del tema *Trabajo, energía y potencia* consta de los epígrafes: 1. Trabajo mecánico; 2. Energía; 3. Fuentes de energía; 4. Potencia; 5. Máquinas. La unidad se inicia con unas breves preguntas previas acompañadas de coloridas fotografías y enseguida aborda

la definición de trabajo. Hace especial hincapié en la diferencia entre trabajo y esfuerzo físico, y señala de manera explícita las condiciones para que se realice trabajo en una situación, a saber, que haya fuerza y desplazamiento no perpendiculares. Pese a que lo que se señala en el libro es conceptualmente correcto, no recurre a herramientas matemáticas como el producto escalar entre los vectores, y ni siquiera incluye mención alguna al coseno del ángulo que forman la fuerza y el desplazamiento, crucial en el cálculo del trabajo. Esta ausencia de información llama la atención especialmente al considerar que se dedica un apartado a la división del trabajo entre trabajo motor y trabajo resistente, segregación artificial que no tiene ningún interés más allá de la anécdota. La explicación se concluye con la propuesta de una serie de actividades relacionadas con el contenido que se ha desarrollado.

Una vez definido el trabajo, se define la energía como capacidad de realizar trabajo. Se distinguen la energía mecánica, la energía cinética y dos tipos de energía potencial (gravitatoria y elástica). Tras una serie de actividades relacionadas con el principio de conservación de la energía mecánica, se dedican unas páginas a hablar de la conservación y degradación de la energía, el aprovechamiento de la misma y de distintas fuentes de energía renovables y no renovables.

El tema continúa con las definiciones de potencia, rendimiento y unidades de trabajo y potencia alternativas al Sistema Internacional (kW·h, CV), tras lo que se muestran nuevas actividades. Para terminar, se desarrollan los fundamentos más básicos de una serie de máquinas y las ecuaciones asociadas a las mismas, a saber, palanca, polea, torno y plano inclinado. Al final del tema se propone una experiencia práctica y actividades de repaso, ampliación y autoevaluación.

Si observamos el libro de la asignatura detenidamente, puede entenderse fácilmente por qué el profesorado no fundamenta sus explicaciones en el mismo. Si bien el orden de explicación de los conceptos tiene un sentido y facilita la labor del docente —es más sencillo definir primero trabajo y potencia, que tienen ecuaciones unívocas asociadas, y después energía, que presenta implicaciones más complejas—, aborda determinados contenidos de manera demasiado superficial. En contraste con ello, profundiza en temas menos generales como las máquinas o la interpretación de facturas, en perjuicio de una explicación completa y desarrollada de conceptos clave. Análogamente, las actividades resultan generalmente descompensadas, y es comprensible que los docentes sólo recurran a ellas habitualmente en los apartados iniciales del tema, debiendo enseguida proponer su ampliación o sustitución por otras más complejas e interesantes. En definitiva, podemos concluir que la propuesta de la editorial Edelvives no se adapta adecuadamente a las necesidades de los grupos del centro, al menos en lo referente a los aspectos analizados en este documento.

Además del libro de texto de Edelvives, los docentes utilizan material adicional, como libros de texto de otras editoriales, de los que fundamentalmente extraen ejercicios para su resolución. También recurren a hojas de ejercicios que encuentran fácilmente accesibles a través de Internet mediante búsquedas rápidas en el aula. Dado que el grueso del trabajo con libros de texto de otras editoriales se basa en las actividades propuestas en los mismos, se presenta a continuación un breve análisis a este respecto. Se han estudiado en total cuatro libros de texto de otras tantas editoriales, poniendo el foco en las actividades propuestas en los temas correspondientes a *Energía, trabajo y potencia* y *Calor y energía térmica*. En concreto, se han analizado propuestas de Edebé (Edebé, 2011), McGraw-Hill (García, Pozas, Peña, & Cardona, 2004) y Santillana (Santillana, 2003), además del ya mencionado de Edelvives (Arróspide Román & Manuel García, 2011).

	Edelvives		Santillana	McGraw Hill		Edebé	
AÑO	2011		2003	2004		2008	
TEMA	Energía, trabajo y potencia	Calor	Energía, calor y trabajo	Trabajo, potencia y energía mecánica	Intercambios de energía	Energía	Energía térmica
NÚMERO TOTAL DE ACTIVIDADES	76	65	39	46	58	76	59
ACTIVIDADES INTEGRADAS EN LAS EXPLICACIONES	20	18	12	26	28	33	19
ACTIVIDADES RESUELTAS / EJEMPLOS	9	2	6	8	4	8	7
EXPERIENCIAS PRÁCTICAS	Sí	Sí	No	Sí	Sí	Sí	Sí
DIFICULTAD DE LAS ACTIVIDADES	Media-baja	Media-baja	Media	Media	Media	Media-alta	Media-alta
DIFICULTAD SEÑALADA EN LAS ACTIVIDADES	No	No	No	No	No	Sí	Sí
INCLUYEN SOLUCIONES	No	No	No	No	No	Sí	Sí

Tabla 2: Comparativa de las actividades de libros de texto

Para extraer unas conclusiones adecuadas de la información mostrada en la Tabla 2, debemos tener presente no sólo la cantidad de actividades que cada libro de texto contiene, sino la calidad y la adecuación de las mismas al proceso pedagógico. Al evaluar el nivel de dificultad de las actividades propuestas, se ha tomado como referencia la profundidad con la que tradicionalmente se han abordado los temas en el centro. De acuerdo con el Decreto de enseñanzas mínimas y con el Decreto de currículo (Decreto de enseñanzas mínimas, 2007; Decreto de currículo, 2007), existe bastante flexibilidad en cuanto a la exhaustividad con la que el profesorado puede desarrollar los contenidos en el aula. Es más, tanto en las unidades aquí tratadas como en otras de *Física y Química* se cuenta con una herramienta que proporciona un amplio margen en el que moverse. En efecto, las actividades y ejercicios que se propongan pueden situarse en un extenso rango de dificultades, y será labor del docente decidir cuáles de ellas serán más convenientes para cada caso y cómo combinarlas para, dentro del mismo conjunto de contenidos conceptuales, buscar un equilibrio entre las más sencillas y las que requieren un mayor esfuerzo intelectual de relación de conceptos y conocimientos anteriores.

En este sentido, aunque el proyecto de la editorial Edelvives presenta un mayor número de actividades que los demás (muy cerca de Edebé), la tipología de las mismas no facilita la combinación y graduación en dificultad que puede resultar más interesante. Además, parte de los ejercicios se centran en máquinas y otras cuestiones mecánicas desarrolladas en menor profundidad de acuerdo con la programación del centro, y por tanto no responden adecuadamente a sus necesidades. Bien es cierto que el nivel académico de los grupos experimental y control se encuentra por encima de la media de lo que puede esperarse encontrar en 4º de ESO, ya que tanto en estas como en otras unidades los docentes en ocasiones recurren a complementar las actividades que varias editoriales proponen añadiendo preguntas que, aunque pueden resolverse con conceptos tratados en este tema, responden más bien a las que podrían plantearse en el tema correspondiente en 1º de Bachillerato.

Respecto a otros recursos metodológicos distintos al libro de texto o a actividades y ejercicios tradicionales, el equipo docente no recurre a ellos con demasiada frecuencia. Esto no sucede por rechazo del profesorado a estas herramientas, sino más bien por falta de costumbre y, al menos parcialmente, de tiempo disponible para analizar con cierto nivel de profundidad las posibilidades que pueden brindar otros recursos innovadores. En cualquier caso, sí que se utilizan de vez en cuando algunas animaciones breves para ilustrar determinadas explicaciones, pero en ningún caso se renuncia al trabajo principal con ejercicios tradicionales durante el tema.

2.4. Trabajos previos

La utilización de la prensa en la enseñanza de las ciencias no es una propuesta nueva, a tenor de las experiencias llevadas a cabo por distintos autores, principalmente en los últimos años. A este respecto, se han realizado análisis y propuestas que pueden englobarse, *grosso modo*, en las siguientes categorías⁶:

- **Análisis de noticias científicas** en prensa para determinar su idoneidad o posible aplicación en el aula, con el fin de trabajar contenidos –principalmente actitudinales– relacionados en mayor o menor medida con el desarrollo de competencias básicas previsto en la legislación vigente (LOE, 2006). En esta línea se enmarcan, por ejemplo, los trabajos sobre enseñanza de la Naturaleza de la Ciencia (NDC) mediante noticias científicas de prensa de García-Carmona (García-Carmona, 2014). También encajarían en este perfil los trabajos de Jiménez-Liso *et al.* (Jiménez-Liso, Hernández-Villalobos, & Lapetina, 2010), si bien en este último caso se acepta, y de hecho se propone, la utilización de las noticias de prensa para trabajar directamente el contenido científico conceptual y procedimental.
- **Experiencias de innovación docente**, basadas en la aplicación de noticias en prensa científica al día a día en el aula. En estos casos, suele proponerse también la utilización de los medios de comunicación para trabajar conceptos incluidos en el currículo de *Física y Química* en distintos niveles educativos. En este sentido, la propuesta puede venir dirigida hacia actividades de diversa índole. Por ejemplo, puede proponerse la realización de ejercicios y problemas con origen en la prensa (Anta Torres, Manrique del Campo, & Ruiz González, 1995), o la creación de material en formato periodístico del tipo de revistas escolares, que puede realizarse también en Educación Infantil y Primaria (Abad & Matarín, 2000).
- **Análisis de los posibles usos de la prensa en el aula**, sus dificultades y sus puntos fuertes. Parece evidente que las posibilidades de utilización de la prensa en la didáctica de las ciencias no se limitan a las relaciones entre Ciencia, Tecnología y Sociedad. Diferentes autores han buscado *ir más allá de las habituales recomendaciones genéricas acerca del papel de la prensa en la educación científica, profundizando en sus posibles usos para el logro de una satisfactoria inmersión en la cultura tecnocientífica como parte esencial de la formación ciudadana* (Gadea, Vilches, & Gil, 2009). Basándose en el análisis de propuestas presentes en la literatura de investigación e innovación en Didáctica de las ciencias, así como de actividades en libros de texto de la asignatura *Ciencias para el mundo contemporáneo*, buscan en última instancia contribuir mediante la prensa tanto a la alfabetización científica de la ciudadanía como a

⁶ La clasificación aquí expuesta no pretende en modo alguno abarcar la totalidad de estudios relacionados con la enseñanza de las ciencias mediante noticias de prensa; el objetivo es mucho menos ambicioso: señalar posibles líneas de investigación respecto de las cuales relacionar o diferenciar la propuesta de innovación docente que se desarrolla en este trabajo.

despertar el espíritu crítico en el alumnado. Otras propuestas en este sentido ponen el foco en desarrollar concretamente una lectura crítica de prensa en el aula de ciencias para aprender a leer críticamente, ya que al alumnado no le resulta sencillo aplicar el pensamiento crítico al análisis de textos si no se ha trabajado adecuadamente en ello (Oliveras, Márquez, & Sanmartí, 2011).

En cualquier caso, los trabajos anteriores tienen en común el basar los análisis, propuestas y actividades en la utilización de noticias de prensa de índole científica (con la salvedad de la propuesta de Oliveras *et al.*, que proponen un análisis crítico de dos textos con contenido técnico pero no expresamente sobre ciencia). Más allá de las evidentes —o no tanto— posibilidades que las noticias científicas en la prensa generalista ofrecen, lo cierto es que noticias de carácter no científico-tecnológico pueden convertirse en fuertes aliados para trabajar contenidos científicos, aparentemente ausentes en ellas. Es en esta línea de trabajo en la que se enmarca la propuesta aquí descrita, de manera que se propone, mediante un ejercicio análogo al desarrollado para Matemáticas en 1º de ESO (Ruiz, 2010), desarrollar actividades variadas para trabajar diferentes contenidos.

3. Objetivos

Partiendo de todo lo anterior, se plantea inicialmente un proyecto de innovación educativa en el marco antes señalado que responda a los siguientes objetivos:

- Mostrar al alumnado los beneficios y posibilidades de la utilización de los conceptos aprendidos en clase a la interpretación de información fuera del aula, concretamente y de manera especial en las noticias de prensa.
- Poner en valor la utilidad de la aplicación de la creatividad en un proceso de enseñanza-aprendizaje constructivista, mediante el uso de herramientas que permitan al alumno integrar los conocimientos adquiridos en el aula a situaciones fuera de ella.
- Relacionar los principales contenidos científicos de la unidad de manera profunda con la realidad cotidiana del alumnado y, en particular, con la información que llega habitualmente a través de medios de comunicación de masas.
- Desarrollar un espíritu crítico que rehúya la presunción de veracidad de las aseveraciones hechas por medios de comunicación, enmarcando esta actitud en el desarrollo de competencias básicas asociadas a la etapa.
- Conseguir que el alumnado incorpore los conceptos clave de la unidad a su acervo cultural, de modo que recurra a sus conocimientos como herramientas útiles a la hora de informarse o de planificar actividades, teniendo cuidado de utilizar los conceptos aprendidos de manera correcta.
- Explorar la validez y los límites de las estimaciones y cálculos aproximados en Física, discutiendo razonadamente su interpretación y las conclusiones que puedan derivarse de ellos.
- Presentar los conceptos de energía, trabajo y potencia, así como las relaciones entre los mismos, de una manera atractiva, y desarrollar así el currículo previsto en la unidad didáctica correspondiente mediante noticias de prensa.

- Hacer compatible la propuesta de innovación con la metodología tradicional del centro, de manera que desde el alumnado no se perciba un salto abrupto entre dos estrategias, sino una continuidad estratégica entre ambas que muestre un trabajo alineado entre el profesorado titular y en prácticas.

Deberemos, por tanto, tener bien presentes estos objetivos al desarrollar la propuesta, de tal modo que los objetivos, las actividades y la evaluación se encuentren perfectamente alineados y actúen en el mismo sentido en todo el proceso.

4. Evaluación inicial

A la hora de plantear una propuesta que dé respuesta a los objetivos previstos y a las cuestiones iniciales, es necesario recoger cierta información respecto de los hábitos del alumnado en lo que a la información de la actualidad se refiere, así como obtener una primera valoración de los conocimientos previos que los alumnos tienen –o creen tener– respecto del concepto de energía. Para ello, se planteó una evaluación inicial en forma de breve cuestionario que realizaron tanto el grupo experimental como el grupo de control. El primero realizó el test con fecha 26 de marzo de 2015, mientras que el segundo lo hizo el 7 de abril, después de las vacaciones de Semana Santa. En el caso del grupo experimental, aunque está formado por un total de quince alumnos –y en efecto con esos quince alumnos se desarrollaron las actividades propuestas–, sólo catorce cumplimentaron la evaluación inicial, ya que uno de ellos estuvo ausente en la sesión en que se llevó a cabo. En ambos casos la evaluación inicial se llevó a cabo antes de iniciar la primera de las dos unidades didácticas bajo alcance. El cuestionario con todas las preguntas incluidas en el mismo se adjunta a este documento como Anexo I.

Este cuestionario inicial persigue una serie de objetivos bien diferenciados, básicamente enmarcados en tres áreas: **preferencias** del alumnado sobre sus asignaturas, **costumbres** respecto a las noticias y uso de medios de comunicación, y **conocimientos anteriores e ideas previas** respecto a la energía. En este último apartado se han incluido también dos preguntas para obtener una primera impresión sobre qué tipo de razonamiento sigue el alumnado cuando se le pregunta por cuestiones científicas, así como para evaluar en qué medida se adopta una actitud crítica ante una noticia en prensa. Al llevar a la práctica la propuesta, se planteó esta evaluación inicial, si bien algunos de los puntos que en ella se analizan tuvieron que ser desechados por imprevistos de diversa índole surgidos durante el desarrollo de las prácticas⁷. Pese a ello, se ha mantenido el análisis inicial por incluir aspectos fundamentales respecto de los hábitos y preferencias informativas del alumnado, así como por abarcar diferentes aspectos asociados a la energía en general y no sólo a la energía térmica. Entre los datos más útiles que pueden extraerse de las respuestas obtenidas destacan los que se muestran a continuación.

4.1. Motivación y disposición inicial hacia la asignatura

Como puede verse en el Anexo I, se pidió a los alumnos tanto del grupo experimental como del grupo de control que ordenaran sus asignaturas de las que más les gustaban a las que menos, considerando *Física y Química* y *Ampliación de Física y Química* como si fueran una única asignatura debido a la estrecha relación entre ellas. Se ha obtenido el porcentaje

⁷ En efecto, puede llamar la atención que la evaluación inicial se haga énfasis en conceptos relacionados con el calor y la transferencia de energía, más que en aspectos mecánicos como trabajo o potencia. Esto se debe a un cambio que se realizó desde el centro, y por el cual la secuencia temporal de las unidades didácticas se vio alterada respecto de la programación inicial. De este modo, el grueso del trabajo se ha centrado en energía, trabajo y potencia más que en calor y energía térmica.

de estudiantes que declara que *Física y Química* se sitúa entre sus tres asignaturas favoritas, así como el porcentaje que la sitúa entre las tres peores. Los resultados a este respecto se muestran en el Gráfico 1.

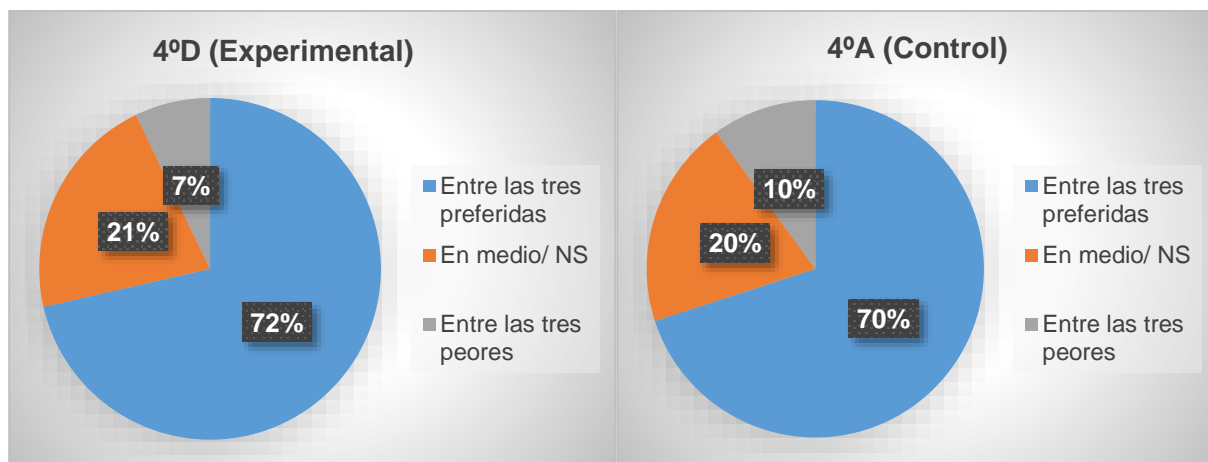


Gráfico 1: ¿Dónde sitúas *Física y Química* respecto de otras asignaturas?

4.2. Costumbres del alumnado respecto de los medios informativos

Otro de los aspectos fundamentales a la hora de plantear una innovación basada en la prensa es conocer el nivel con el que las noticias en diversos formatos impregnan la vida del alumnado. Para ello, se ha preguntado al alumno si considera que se encuentra al corriente de las noticias que salen en prensa, así como la frecuencia con la que utiliza diferentes medios para informarse sobre la actualidad. La respuesta a la primera afirmación se muestra en el Gráfico 2 para ambos grupos, mientras que la distribución de los medios de comunicación según la frecuencia con la que recurre a ellos el alumnado se incluye en el Gráfico 3.

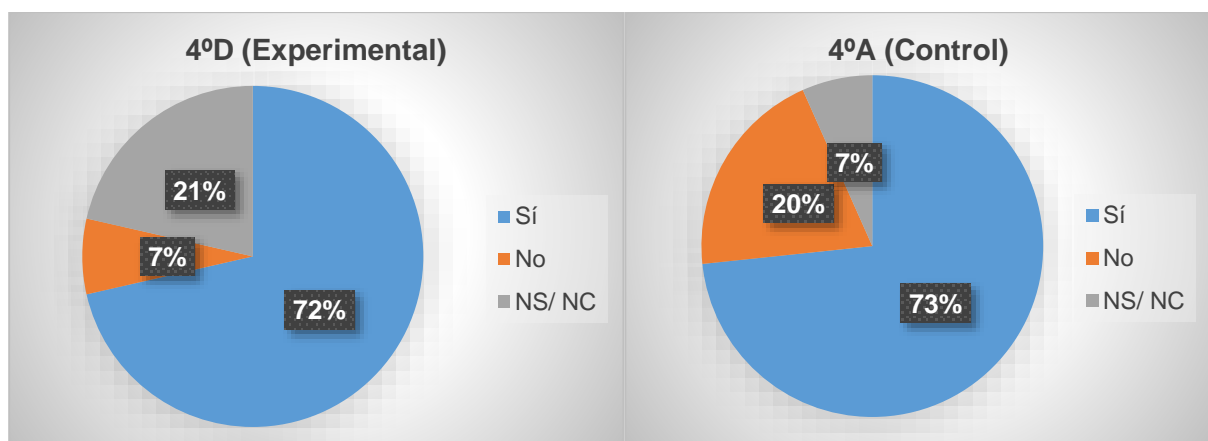


Gráfico 2: ¿Sueles estar al día de las noticias de actualidad?

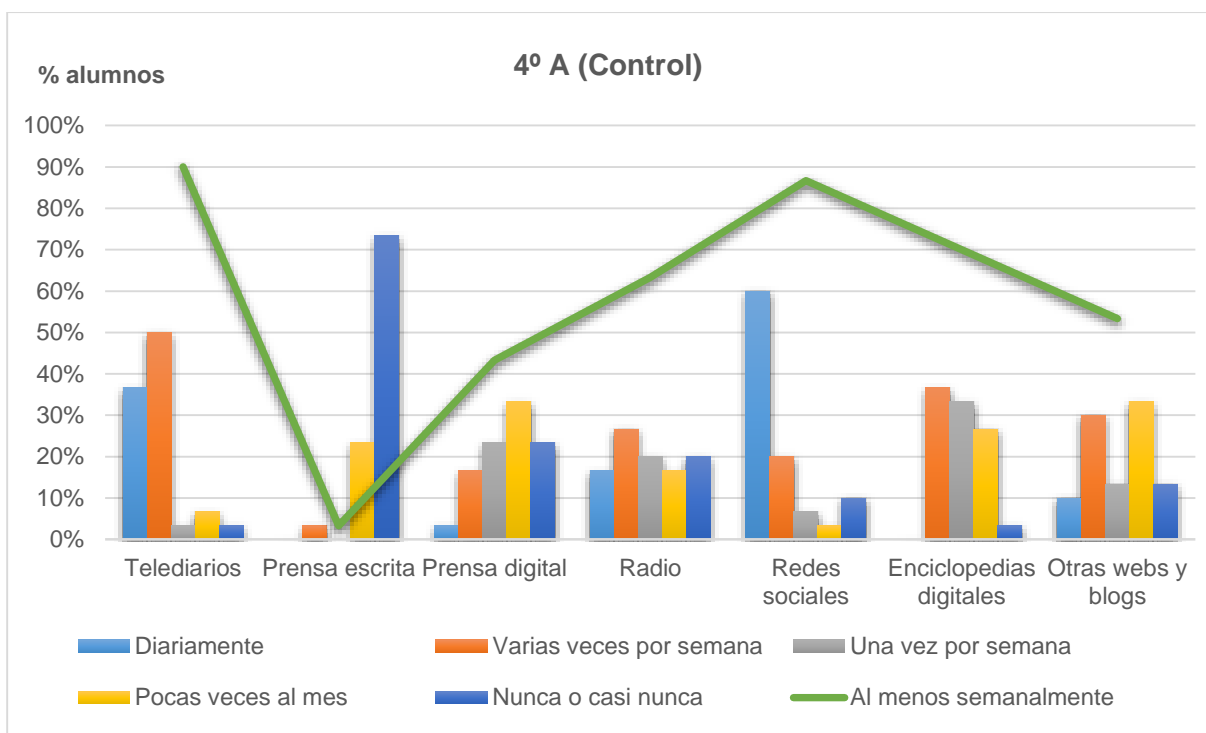
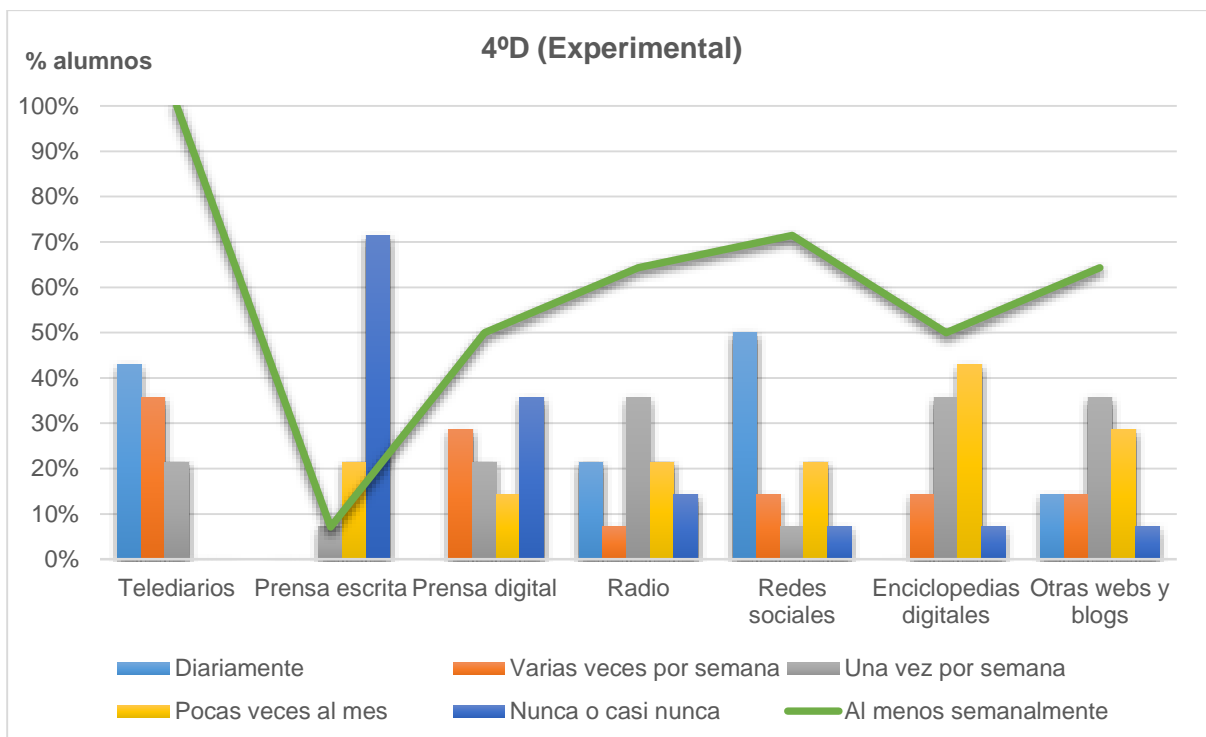


Gráfico 3: ¿Con qué frecuencia utilizas estos medios de comunicación para informarte sobre la actualidad?

Por último, y con el fin de identificar qué tipo de noticias y de qué secciones son más populares, se ha solicitado al alumnado que indique cuáles son los tres titulares más recientes que recuerda. Así, podremos tanto comprender qué entienden los alumnos por “estar informados al día” como determinar la viabilidad o no de integrar los titulares más recientes y presentes en la mentalidad de los estudiantes en el desarrollo del tema. Aunque en un inicio

se planteó pedir al alumnado un único titular reciente, una noticia de muy amplio alcance mediático y enorme impacto social tuvo lugar en las mismas fechas en las que se llevó a cabo el cuestionario inicial. El 24 de marzo de 2015 un avión que realizaba el trayecto Barcelona-Dusseldorf, operado por la aerolínea Germanwings –perteneciente a la alemana Lufthansa–, se estrellaba en el macizo de Estrop, en los Alpes franceses de Provenza, causando el fallecimiento de 150 personas (Rosnoble, 2015). Estos acontecimientos, así como la posterior investigación y seguimiento del accidente, fueron ampliamente cubiertos por los medios de comunicación nacionales e internacionales, de manera que el impacto social que tuvo este suceso alteró sobremanera la rutina informativa de la gran mayoría de los medios de masas. En consecuencia, de haber preguntado por un único titular en la fecha en que se realizó el cuestionario, la respuesta habría sido probablemente unánime, y de manera totalmente justificada. De hecho, y como se verá más adelante, el accidente está presente en prácticamente todas las respuestas a esa pregunta, en ambos grupos.

En el Gráfico 4 se presentan las **secciones** de los titulares a los que los alumnos han hecho referencia en la pregunta correspondiente. En cada uno de los dos grupos se han unido todos los titulares indicados en la respuesta, de manera que no se ha hecho distinción en el orden de presentación de los mismos⁸. Por tanto, los porcentajes del Gráfico 4 hacen referencia al número total de noticias que los alumnos recuerdan en cada grupo. En el grupo de control, otra noticia ampliamente cubierta por los medios de comunicación –aunque a escala mucho menor que la del avión de Germanwings– está presente en un gran número de respuestas, por lo que se ha considerado también independientemente: el caso de los montañeros atrapados en Marruecos que resultó en el fallecimiento de dos de ellos.

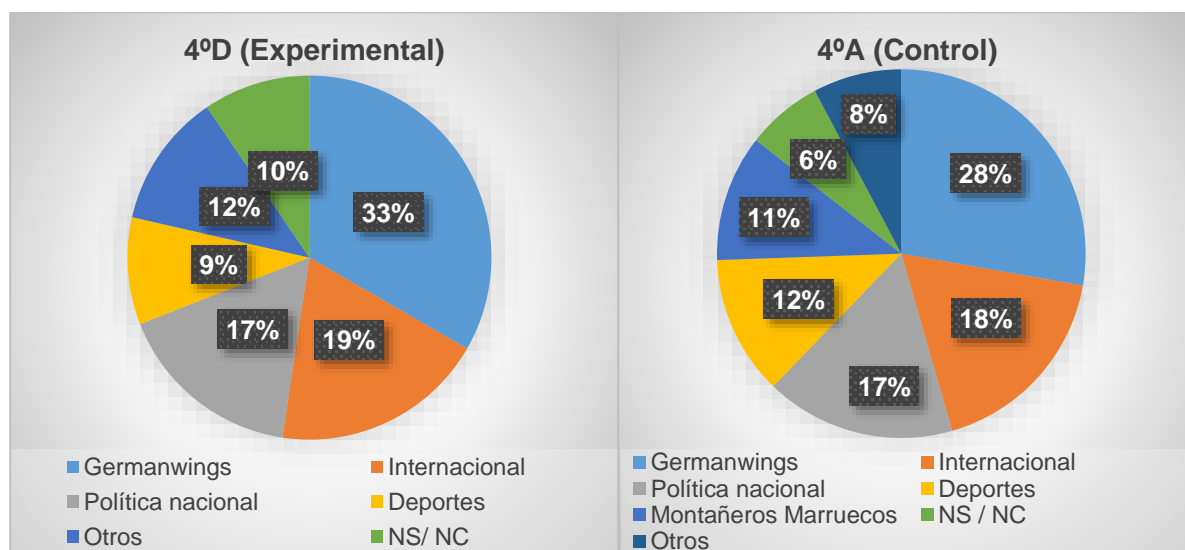


Gráfico 4: Titulares más recientes que recuerda el alumnado (% sobre nº total de noticias)

⁸ Por los motivos anteriormente indicados, se ha considerado la noticia del avión de Germanwings de manera independiente al resto de las secciones.

De las respuestas del alumnado sobre las noticias más recientes que recuerdan deducimos:

- No existen diferencias significativas entre los dos grupos en cuanto al tema o sección de las noticias que más se recuerdan, ya que los porcentajes por sector son similares en ambos grupos.
- Pese a la diferencia temporal entre las dos encuestas (las dos semanas correspondientes a las vacaciones de Semana Santa), la noticia sobre el siniestro del avión de Germanwings permanece en la mentalidad colectiva. El 33% de las respuestas en el grupo experimental indica que todos los alumnos lo mencionaron, mientras que el 28% en el grupo de control corresponde a 25 alumnos (sobre 30) que citaron ese titular entre los tres más recientes que recordaban.
- La mayoría de los titulares recordados se relacionan con sucesos, terrorismo u otro tipo de noticias con gran carga negativa. Este tipo de informaciones rara vez pueden percibirse como útiles en un contexto de la enseñanza de Física y Química o, al menos, no serán objeto del presente trabajo.
- Ninguna de las noticias señaladas tienen una temática científica ni relacionada en modo alguno con la ciencia y la investigación (ninguna de las incluidas bajo la etiqueta "Otros" es una noticia científica).

Con todo esto, podemos hacernos una idea de cuál es la situación en cuanto a las costumbres informativas del alumnado. A partir de esta información, en el apartado 4.4 se explicitan determinadas consideraciones que se toman en cuenta al preparar la propuesta.

4.3. Ideas previas, razonamiento científico y capacidad crítica

La última parte del cuestionario de evaluación inicial se destina a la detección de ideas previas entre el alumnado, entendiendo como idea previa una concepción alternativa y errónea incompatible con la ciencia. Por el momento, no nos centraremos en su naturaleza o en sus características más complejas, aspectos que cuentan con abundante literatura al respecto (Oliva, 1999), sino que nos bastará con un pequeño análisis preliminar con base en ideas previas comunes. Además, esta última parte de la evaluación inicial persigue también dar una idea aproximada acerca de algunas competencias científicas más allá de los conocimientos puramente técnicos o conceptuales. Hablamos, en este sentido, de análisis crítico, modos de razonamiento y actitud, fundamentalmente, si bien a este respecto el cuestionario dista mucho de ser exhaustivo.

En la línea de lo que se ha comentado anteriormente, la evaluación de ideas previas se ha centrado en los conceptos relacionados con calor y energía térmica, debido a que la previsión inicial de puesta en práctica de las actividades se basaba en dicha unidad didáctica, y no en energía, trabajo y potencia. Pese a ello, se presenta el análisis de los resultados obtenidos para cada una de las cuestiones, que puede igualmente resultar de interés de cara a la preparación de actividades relacionadas con el concepto de energía en términos más generales.

Uno de los puntos en los que se ha puesto el foco en el cuestionario es en entender si los alumnos han interiorizado que la temperatura es una magnitud intensiva y que, en los cambios de estado, permanece constante. A este respecto se han incluido dos preguntas tipo test: una referente a la ebullición del agua (pregunta 4) y otra sobre temperaturas inferiores a 0°C (pregunta 5). Asimismo, una tercera cuestión del mismo tipo (pregunta 6) busca identificar

qué grado de asociación se hace entre la temperatura de un objeto y la sensación térmica al tocarlo, de cara a conocer ideas previas que haya posiblemente que afrontar al introducir el calor específico como magnitud física. El número de respuestas correctas e incorrectas pueden verse clasificadas por grupo y por pregunta en la Tabla 3, que se muestra a continuación:

	Grupo experimental			Grupo de control		
	P4 (Ebullición)	P5 (Temperatura hielo)	P6 (Metal vs madera)	P4 (Ebullición)	P5 (Temperatura hielo)	P6 (Metal vs madera)
Respuesta correcta	7 (50%)	11 (79%)	4 (29%)	16 (53%)	24 (80%)	16 (53%)
Respuesta incorrecta	7 (50%)	2 (14%)	8 (57%)	14 (47%)	5 (17%)	14 (47%)
NS/ NC	0 (0%)	1 (7%)	2 (14%)	0 (0%)	1 (3%)	0 (0%)
TOTAL	14 (100%)	14 (100%)	14 (100%)	30 (100%)	30 (100%)	30 (100%)

Tabla 3: Ideas previas sobre la temperatura (preguntas tipo test)

De los datos de la Tabla 3 se desprende que una gran proporción del alumnado asume de manera correcta que la temperatura de dos bloques de hielo recién salidos del congelador es la misma, por lo que podría parecer que la idea de que la temperatura es una magnitud intensiva se encuentra correctamente asimilada. Sin embargo, en el caso de un cambio de estado esto no está tan claro, ya que aproximadamente la mitad del alumnado en cada grupo responde de manera errónea a esa pregunta. Donde se aprecia una diferencia significativa entre los grupos experimental y de control es con respecto a la relación entre la temperatura y la sensación térmica al tocar un material a temperatura ambiente (metal o madera). Mientras que más de la mitad de los alumnos del grupo de control responden acertadamente a la pregunta, en el grupo experimental las respuestas correctas son sólo un 29% del total (4 de 14). Por lo demás, no existe una gran diferencia entre ambos grupos que pueda entenderse *a priori* que deba tenerse en cuenta para preparar las actividades sobre calor y energía térmica.

Respecto de la definición de caloría, una mayoría de alumnos (72% en el grupo experimental y 77% en el de control) la identifica como asociada a la energía de alguna manera. Sin embargo, no todas las interpretaciones de la caloría como asociada a la energía están libres de equívocos o errores. Podemos encontrar una asociación directa entre la energía medida en calorías y la nutrición en un 36% de las respuestas del grupo experimental y en un 17% en el grupo de control. Es minoritario el número de alumnos que manejan conceptos absolutamente erróneos en cuanto a la caloría y la nutrición (un alumno en cada grupo, que corresponde a un 7% en el grupo experimental y a un 3% en el de control, debido a la diferencia en número de estudiantes entre ambos grupos). La asociación caloría-calor (no necesariamente calor-energía, aunque sea así en la mayoría de los casos) sólo se presenta explícitamente en un 13% de los alumnos del grupo de control, sin que ningún alumno del grupo experimental haya manifestado esta relación. Los resultados se muestran de manera agregada en el Gráfico 5.

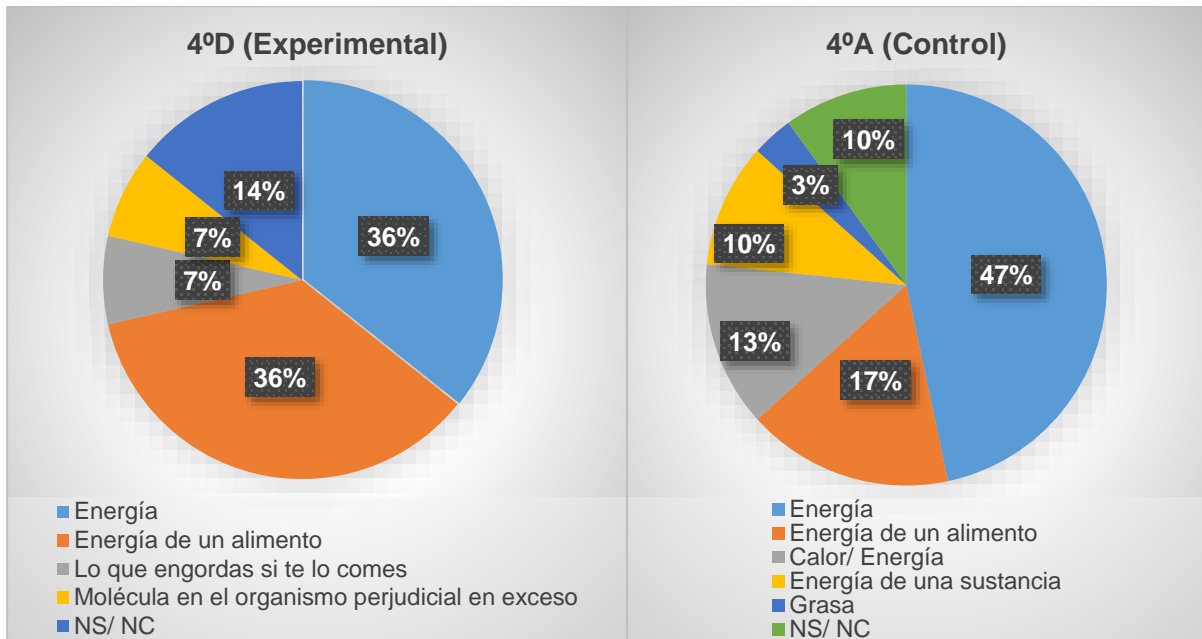


Gráfico 5: ¿Qué mide una caloría?

Con todo esto, podemos hablar de una mayoría de alumnos, en líneas generales, que identifica correctamente la caloría como unidad de medida de energía, pero deberemos ser cautos y tener presentes las confusiones previas entre caloría como unidad general y su extendida reducción al campo de la nutrición.

Otra definición sobre la que se preguntó al alumnado fue la de energía. En este caso, la confusión es mayor que en el apartado anterior –lo que puede entenderse al tratarse éste de un concepto científico complejo con una acepción abstracta bastante asentada en el lenguaje popular–. También son mayores las repuestas evasivas. En efecto, un 43% de los alumnos del grupo experimental y un 56% del grupo de control no responden o lo hacen con respuestas tipo “no lo sé”. En el Gráfico 6 se muestran las respuestas de los alumnos en ambos grupos o, en su caso, el concepto principal al que la contestación se refiere.

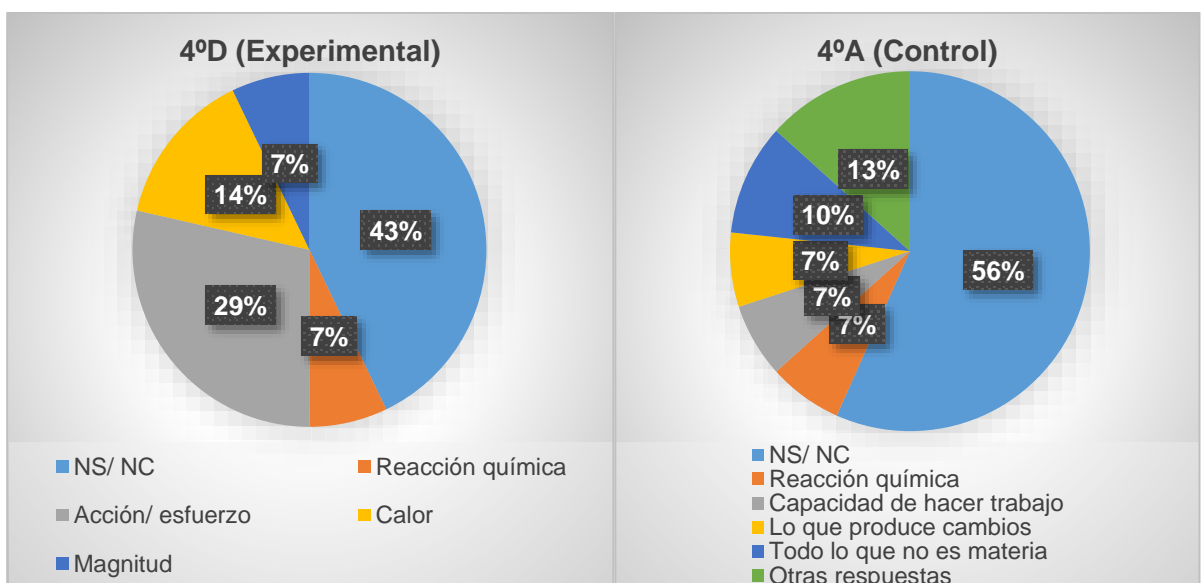


Gráfico 6: ¿Qué es la energía?

Es complicado dar una explicación a las diferencias entre las respuestas que pueden verse en el Gráfico 6. El hecho de que haya contestaciones más heterogéneas en el grupo de control puede deberse al mayor número de alumnos en el grupo. También vemos que un pequeño porcentaje (el 7%, correspondiente a dos alumnos) proporciona la definición científicamente correcta. Otros tantos tienen la idea de energía como causa de cambios, lo que quiere decir que en el grupo de control ya hay alguna noción acertada antes de iniciar la unidad. También es exclusiva del grupo de control la definición “todo lo que no es materia”, que quizás provenga de algún tipo de asociación materia-energía obtenida de textos o fuentes divulgativas. Lo que sí está presente en los dos grupos es la relación entre la energía y las reacciones químicas. Esto puede tener que ver con explicaciones que hayan estudiado en Biología, pero es difícil de asegurar.

Para terminar, merece la pena detenerse en las respuestas del alumnado a dos preguntas adicionales que, sin ánimo de ser exhaustivas, sí pueden dar una idea inicial sobre los esquemas de razonamiento que puede seguir un alumno para relacionar conceptos y sobre la actitud –sea ésta crítica o no– con la que se aborda la lectura de un texto informativo incluido en un periódico digital. En la primera de ellas (pregunta 8) se muestra un texto convencional en el que se hace referencia a la caloría y su relación con la nutrición. A partir de este texto, se pregunta al alumno si considera que las afirmaciones “*contiene altos niveles de calorías*” y “*baja en calorías*” son correctas desde el punto de vista científico o no lo son. El alumno debe, evidentemente, responder de manera justificada. Con esto se busca evaluar el nivel de madurez del razonamiento empleado, más que una conclusión que dista mucho de poder ser unívoca. En la segunda parte de la pregunta 9, se pregunta al alumno por qué cree que, si la energía se conserva –y esto llega como un mantra al nivel de 4º de ESO–, se habla actualmente de “*crisis energética*”. En este caso, por tanto, hablamos de una pregunta más abierta, al no venir apoyada en ningún texto ni material auxiliar. Con el fin de hacer una síntesis homogénea a partir de la amplia variedad de respuestas que los alumnos pueden dar a las cuestiones planteadas, se ha optado por hacer una clasificación de los razonamientos atendiendo a la complejidad de los argumentos presentados. Se ha elegido esta posibilidad debido a que las preguntas planteadas admiten respuestas mucho más allá del “correcto o incorrecto”, y se ha considerado importante, de cara a entender la disposición del alumnado al razonamiento complejo y abstracto, conocer el punto de partida. Así, las respuestas se han clasificado en las siguientes categorías, que se ilustran con ejemplos:

- **Actitud acrítica.** Ejemplo: “*Sí, porque está sacado de un periódico*”. Se incluyen en este apartado, asimismo, las respuestas injustificadas. Ejemplo: “*Sí, es correcto*”. Esta clasificación sólo se utiliza en la pregunta basada en texto.
- **Razonamiento confuso**, que implica ausencia de elementos en la respuesta o la inclusión de conceptos poco claros. Ejemplo: “*No, porque se refiere a la grasa*”.
- **Razonamiento simple**, esto es, que incluye un único elemento y no profundiza en implicaciones más complejas. Ejemplo: “*Porque no hay suficiente energía*”.
- **Razonamiento complejo**, que implica varios elementos interrelacionados para elaborar una respuesta que forma un todo con sentido, esté o no completamente justificado. Ejemplo: “*Dado que sólo unas pocas fuentes de energía son rentables económicamente, aquellos países que las posean podrán ser independientes (económicamente hablando), mientras que los que posean fuentes no rentables, estarán destinados a comerciar por ella.*”

Las respuestas, de acuerdo con los criterios antes señalados, se muestran en el Gráfico 7 para la pregunta basada en texto (sobre el concepto de caloría) y en el Gráfico 8 para la pregunta abierta (crisis energética).

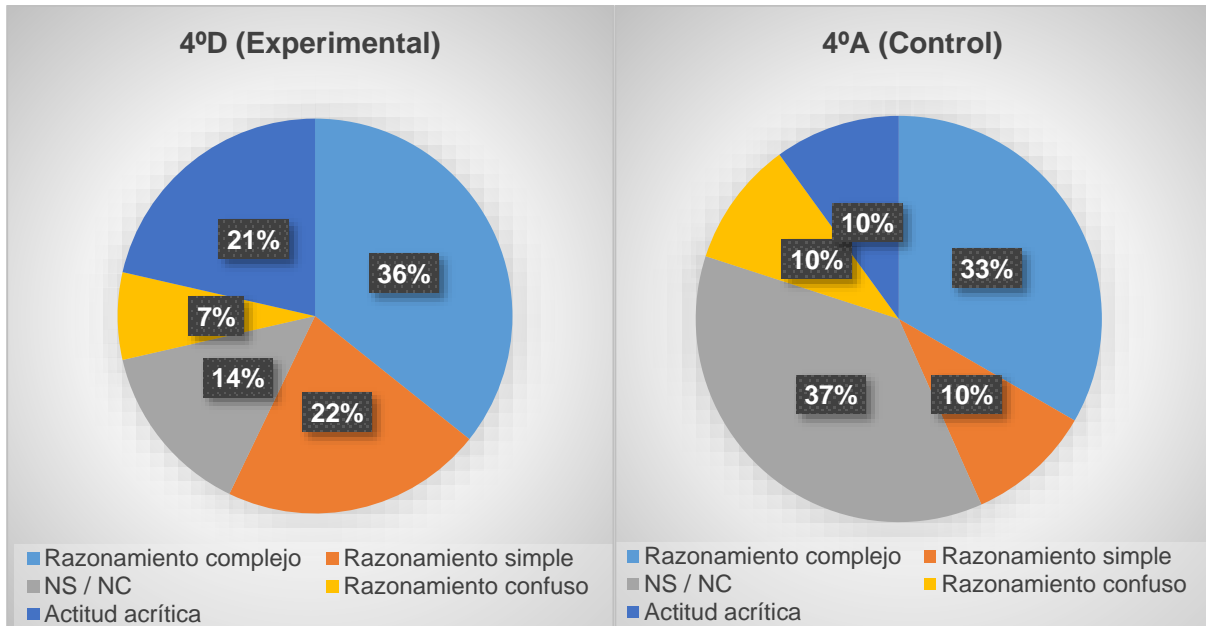


Gráfico 7: ¿Crees que las afirmaciones son correctas desde el punto de vista científico? ¿Por qué?

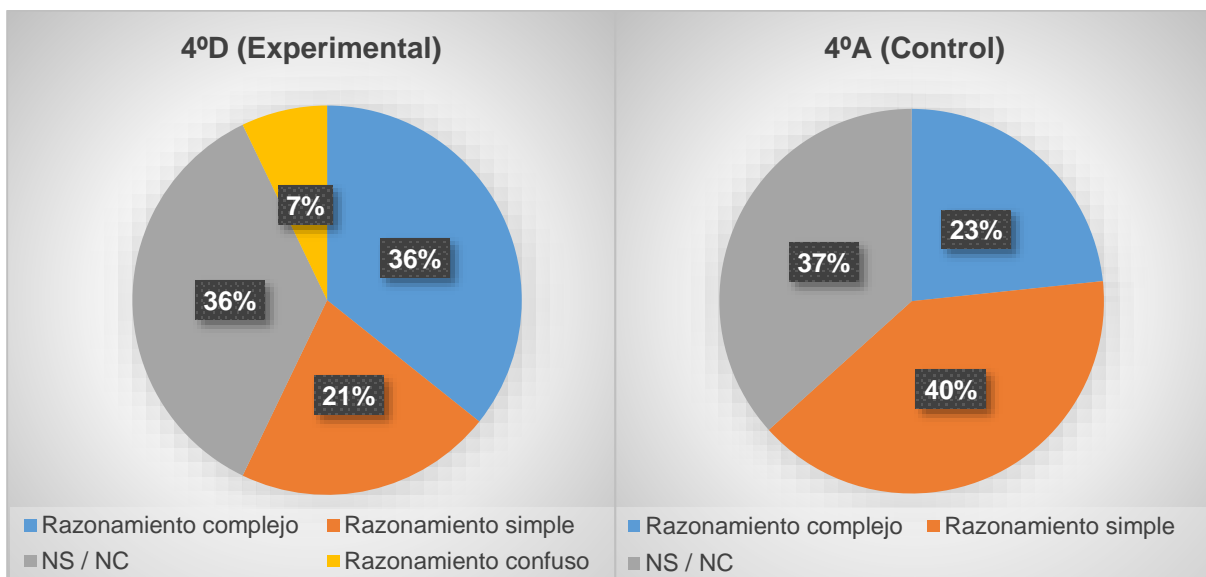


Gráfico 8: Si la energía se conserva, ¿por qué crees que se habla de "crisis energética"?

4.4. Consideraciones derivadas de la evaluación inicial

A la vista de los resultados obtenidos a partir de la evaluación inicial, se pueden extraer unas conclusiones preliminares que resultan particularmente valiosas a la hora de planificar y preparar las actividades que se van a realizar en el aula:

- Como ya se ha adelantado en apartados anteriores, tanto el grupo experimental como el control manifiestan **interés por la materia**, ya que un alto porcentaje la sitúa entre sus tres asignaturas favoritas en ambos grupos. La situación opuesta, en la que se

sitúa *Física y Química* entre las tres asignaturas menos populares, sólo se da en un 7% de los alumnos en el grupo experimental y en un 10% en el grupo de control. De este modo, y aunque es importante motivar al alumnado a la hora de desarrollar cualquier actividad, de las respuestas del grupo se deduce que no es necesario que la búsqueda de motivación centre el foco de nuestras propuestas.

- En ambos grupos, una mayoría significativa de los alumnos consideran que se encuentran al día en lo referente a las noticias de actualidad (72% en el grupo experimental y 73% en el grupo de control). Con esto parece que, al menos inicialmente, actividades y explicaciones basadas en situaciones de actualidad podrían estar en una posición inicial favorable en cuanto a la actitud del grupo.
- Una vez hemos aceptado la actualidad como punto de partida, nos preguntamos **qué medios** son los más utilizados por el alumnado **para informarse**⁹. Los resultados apenas pueden ser más esclarecedores. En el Gráfico 3 se han agrupado las opciones sobre la frecuencia de uso que se les daban a los alumnos en el cuestionario en dos, con el fin de que los resultados se muestren de la manera más clara posible. Así, se observa que los dos medios más usados como fuente de información son, en este orden, **telediarios** y **redes sociales**, que en ambos grupos son consultados al menos semanalmente por una amplia mayoría de los alumnos. En el caso opuesto se sitúa la **prensa escrita** tradicional, ya que son muy pocos los que declaran recurrir a ella con periodicidad semanal o superior. Las actividades que realicemos, por tanto, resultarán más cercanas al alumnado si se basan en telediarios que en otros medios de comunicación. En particular, la brecha en número de alumnos entre telediarios y redes sociales es superior en el grupo experimental respecto del grupo de control, aunque esto no afecte de manera suficientemente significativa al estudio.
- Del análisis por sección de las noticias más recientes que el alumnado declaraba recordar, se desprende que efectivamente una gran mayoría de ellos citan noticias lo suficientemente recientes como para poder asegurar que llevan un seguimiento más o menos al día de la **actualidad informativa**. No obstante, los titulares que señalaban no resultan adecuadamente adaptables a las necesidades de la enseñanza de Física y Química por lo que, aunque la propuesta parta de intentar utilizar noticias cercanas al alumnado, no resulta posible que sea así en este caso. No parece recomendable utilizar sucesos o atentados terroristas con vistas a explicaciones científicas, por lo que descartamos esa posibilidad, al menos en este trabajo.
- Respecto de las **ideas previas** sobre los conceptos que vamos a desarrollar en el tema, no se han identificado consideraciones especiales que deban hacerse para desmontar específicamente alguna de ellas. Sí se mantiene algún tipo de equívoco con respecto a la temperatura en los cambios de estado, que sería de esperar que a estas alturas de la enseñanza secundaria ya estuvieran superadas. En cualquier caso, la energía térmica y los cambios de estado son ampliamente abordados en el tema correspondiente, y por tanto estos resultados habrán de tenerse en cuenta una vez llegados a ese punto.
- Las **preguntas abiertas** –en cualquiera de sus formas– suscitan un mayor rechazo por parte del alumnado, en el sentido de que son las que acumulan mayor número de respuestas en blanco o del tipo “No Sabe / No Contesta”. Esta se trata de una respuesta similar a las que señala Posada que darían los alumnos ante cuestiones directas y demasiado amplias del tipo “dime todo lo que sepas sobre la estructura interna de la materia” (Posada, 2000).

⁹ Nótese el énfasis entre la utilización de los medios con fines lúdicos o informativos, frontera que podría resultar especialmente difusa en el caso de las redes sociales y demás recursos tecnológicos.

- Si bien hemos dicho que no se han identificado ideas previas que vayan a condicionar significativamente el desarrollo del tema, como puntos especialmente sensibles sí que podemos destacar la **asociación extendida entre caloría y alimentación**, así como una cierta confusión generalizada a la hora de definir qué es la energía. Estos dos conceptos serán tratados en profundidad en el desarrollo de las unidades correspondientes.
- Desde el punto de vista de la **argumentación científica** y la **actitud crítica** del alumnado cuando se enfrenta a situaciones abiertas, encontramos un porcentaje similar en ambos grupos en lo que se refiere al uso de razonamientos complejos para responder a las cuestiones planteadas (únicamente es algo menor en el caso de la pregunta abierta en el grupo de control). Se trata éste de un punto clave en el desarrollo de la propuesta, por lo que el trabajo de los modos de razonamiento complejos, implicando conceptos definidos previamente y relaciones abstractas entre los mismos, deberá formar parte esencial de las actividades que propongamos. En un grupo de quince alumnos, una posibilidad para trabajar esto se basaría en el debate ordenado en común en la clase, en la que el papel del profesor sea tanto moderar las conversaciones como aportar nuevos argumentos que permitan asentar conocimientos ya trabajados o adquirir otros nuevos, según sea el caso. De este modo, la ausencia en la calificación de la unidad de un apartado dedicado a cuestiones alternativas a la resolución de ejercicios puede verse de algún modo atenuada por este tipo de trabajo en clase, siempre que se consiga despertar un interés real del alumnado en el tema y fomentar la participación de todos y cada uno de los miembros del grupo.

En resumen, y con las consideraciones anteriores en mente, estamos en disposición de plantear actividades que tengan en cuenta los resultados de la evaluación inicial en su planificación, desarrollo y evaluación, si procede. En cualquier caso, los objetivos de las actividades no se limitan al alineamiento de éstas con las conclusiones de la evaluación inicial; únicamente suponen un punto relevante a tener en cuenta para trabajar con la metodología propuesta en este documento.

5. Metodología

5.1. Estrategias básicas

Teniendo bien presente el **contexto** en el que se enmarca la propuesta aquí desarrollada, cualquier proyecto que abarque la totalidad de los contenidos que se incluyen en una unidad didáctica de una programación debe respetar, al menos parcialmente, determinadas líneas de actuación que habitualmente se siguen desde el centro. En el apartado 2.3.1 se ha expuesto la metodología tradicional de los docentes de la asignatura, y se ha señalado como aspecto fundamental la evaluación de la materia. La necesidad de respetar tanto el sistema de evaluación dentro de la metodología como la programación temporal de las mismas implica la obligatoria alternancia entre el uso de noticias y ejercicios más tradicionales, a los que por otra parte el alumnado se encuentra mucho más acostumbrado.

Aunque *a priori* pueda verse esta exigencia como una limitación al desarrollo de la propuesta, la combinación de metodologías tradicional e innovadora puede resultar altamente poderosa, toda vez que pueden ambas utilizarse con el fin de incidir en el proceso de aprendizaje complementándose entre sí. De este modo, no en todas las sesiones se han utilizado noticias de prensa sino que, una vez introducidos los conceptos mediante las noticias según se describe en el apartado 6.2, se ha trabajado también con ejercicios clásicos, si bien en ocasiones reformulados para responder de manera más adecuada a la explicación basada en prensa. Las hojas de ejercicios que se han propuesto para el tema se adjuntan como Anexo

III. Algunas de estas hojas incluyen parte de las cuestiones que se presentan asimismo en las tablas-resumen de las actividades adjuntas aquí como Anexo IV. Los ejercicios aquí expuestos, no obstante, no son todos los que se han trabajado en el aula, pero sí suponen un porcentaje significativo sobre el total de ejercicios realizados. Además, sirven para dar una idea aproximada del tipo de actividades que se emplean habitualmente en el centro. Algunas de las actividades se basan en hojas de ejercicios disponibles en Internet y puestas a disposición del público por colegios (Colegio Marista Cristo Rey, 2015) o institutos (Cabello, 2015).

Esta elección de una **metodología combinada** para introducir la prensa en el aula viene avalada por las propias respuestas de los alumnos en la evaluación inicial y, concretamente, en el apartado de preferencias personales respecto a la asignatura de *Física y Química*. Teniendo en cuenta el 72% de los alumnos antes citado que incluye la materia entre sus tres preferidas, una propuesta que verdaderamente busque basarse en la motivación como elemento fundamental en sus principios no puede romper radicalmente con toda la manera de proceder anterior, habida cuenta de que sin duda es en parte responsable de las preferencias del alumnado.

Otro aspecto fundamental que no debe pasarse por alto a la hora de optar por modos de trabajo individuales o en equipos con diverso número de alumnos es el tamaño del grupo-clase. Trabajar con quince alumnos resulta, como puede suponerse, mucho más cómodo que hacerlo con grupos tan numerosos como suele darse en otros casos, independientemente del tipo de centro. El número de alumnos permite una atención relativamente particularizada en el momento de trabajar individualmente en el aula, lo que ayuda a que las relaciones entre alumno y profesor sean más cercanas al disponer de más tiempo para cada estudiante. Asimismo, determinados recursos tales como los debates en el aula se desarrollan de manera mucho más prolífica en grupos no demasiado grandes. Alumnos que en un grupo mayor pueden renunciar a una participación activa en las discusiones tienen la oportunidad, en estos casos, de exponer sus puntos de vista de una manera más relajada y cómoda. Además, el profesor tiene en estas situaciones mucho más fácil identificar a aquellos alumnos que, pese a albergar dudas sobre el temario o sobre algún ejercicio, no se atreven a preguntarlas por cualquier motivo. Aunque, en la línea de lo expuesto anteriormente, ésta no es una situación demasiado frecuente en el centro en que se ha puesto en marcha la propuesta, sí merece la pena tener en cuenta estas posibilidades al analizar las implicaciones del número de alumnos en un grupo en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

Con todo lo anterior en mente, abordamos la tarea de diseñar un método coherente y realista con el que adaptar las noticias de prensa al aula. La potencia de alternar diferentes maneras de trabajo radica en la capacidad de sorprender que se genera de este modo, y además en aprovechar los logros obtenidos a partir de determinadas prácticas acertadas de metodologías tradicionales –que no son pocas–. En este sentido, se ha perseguido en la propuesta la conjunción de varias estrategias:

- Combinación de **trabajo individual y entre todo el grupo**, con el fin de complementar el trabajo en el aula al que los alumnos están acostumbrados y desempeñan con fluidez. De este modo, sostenemos una suerte de continuidad a la que añadimos una pieza de participación en común. No se ha planteado la división del grupo para trabajar en equipo –aunque podría haberse hecho– debido a que se ha optado por priorizar otras formas de trabajo en el aula, que son fácilmente realizables en un grupo de quince alumnos. Además, se ha considerado que el trabajo en equipo se fomenta suficientemente, y de manera mucho más natural en el laboratorio, enmarcado en la asignatura *Ampliación de Física y Química*.
- A la presentación de cada noticia se le asignan una serie de **cuestiones**, entre las cuales algunas de ellas son relativamente convencionales (ejercicios, definiciones o relaciones típicas entre conceptos nuevos y otros ya conocidos). Con esto se persigue

suavizar el salto entre las actividades tradicionales que suelen desarrollar en el aula y las que puedan resultar más innovadoras. En efecto, la adición de un conjunto de trabajos “de papel y lápiz” a la exposición de las noticias origina que el alumnado perciba un cierto grado de “seriedad” en las actividades que realizamos. Poniéndonos en la mentalidad de un alumno que lleva años trabajando de cara a una prueba escrita, si queremos que perciba el mensaje de que lo que vamos a hacer en clase se sitúa al mismo nivel, debemos diseñar las actividades de forma que sean congruentes con la forma con la que se calificará finalmente al alumnado.

- Se ha prestado especial interés a los **debates y argumentaciones en grupo**, de acuerdo con las conclusiones y consideraciones de la evaluación inicial. Con esto se ha buscado trabajar sobre modos de razonamiento y argumentación, que se consideraran indispensables a la hora de afrontar con actitud y capacidad crítica la lectura e interpretación de noticias en prensa.

Una vez se han hecho explícitos los principios metodológicos básicos de la propuesta, los aspectos más concretos de la realización de las actividades pueden verse más ampliamente desarrollados en la sección 6.2.

5.2. Dificultades de aprendizaje

El concepto de energía es un punto esencial en la ciencia, y cobra especial relevancia en el marco de la educación secundaria por el conjunto tan amplio de fenómenos que explica y de implicaciones tecnológicas y sociales que tiene. Este concepto, además, se encuentra bien asentado en el vocabulario corriente y, por tanto, resulta muy familiar al alumnado. Esto, sin duda, representa un arma de doble filo para el docente, ya que puede conectar de manera sencilla y directa con conocimientos que el alumno ya posee, pero debe enfrentarse al tiempo a acepciones del término que difícilmente podrían estar más alejados de la concepción científica que tenemos de la energía. El hecho de que se trate, además, de un concepto fuertemente abstracto coadyuva a acrecentar las dificultades asociadas al mismo (Pozo & Gómez, 2001).

Dicho esto, se pueden identificar una serie de dificultades específicas que han sido propuestas por varios autores. Al trabajo y propuesta de Hierrezuelo y Molina (Hierrezuelo & Molina, 1990) se unen otros que contienen ideas resumidas de manera sucinta por Pozo y Gómez (Pozo & Gómez, 2001). Podemos exponer aquí las más relevantes para la propuesta que abordamos, relacionándolos en su caso con lo que hemos identificado mediante la evaluación inicial:

- En general, **se utiliza poco el concepto de energía** en las explicaciones y, en su caso, se considera como algo **propio de los seres vivos** y alejado de objetos inertes. En el caso que hemos estudiado en la evaluación inicial, la asociación era caloría-reacción química-alimentación, aunque es difícil identificar esta tesis al no haber profundizado en cuestiones a este respecto.
- No se diferencia claramente entre los conceptos de **fuerza y energía**. Las respuestas obtenidas en la evaluación inicial permiten añadir la potencia como un elemento más de confusión en este sentido. La inclusión de estos términos en el currículo habitual de ciencias no consigue eliminar del todo esta identificación incorrecta entre términos diferentes, ni tan siquiera tras haber trabajado con ellos profundamente en el aula.
- La asunción de que existe una **dependencia entre la temperatura y la naturaleza de una sustancia**, esto es, que existirían en realidad cuerpos por su naturaleza serían fríos, como los metales, mientras que otros serían calientes, como la madera, por

ejemplo. Esto ha sido explícitamente comprobado en la prueba inicial para los grupos experimental y control, como puede verse en el apartado 4.3.

- Se confunden y entremezclan los conceptos de **calor, energía interna y temperatura**, de manera que no resulta sencillo que el alumnado distinga entre las magnitudes que representan el estado de un sistema (energía interna y temperatura) de otras referidas a los cambios que experimenta ese sistema (como es el caso del calor). Además, esta confusión genera también un conflicto entre magnitudes extensivas e intensivas, lo que dificulta aún más la asimilación de contenidos clave (el alumno presupone, en algunos casos, mayor temperatura al objeto de mayor tamaño).

Otro aspecto fundamental en el tema será el Principio de Conservación de la Energía, que permitirá la resolución de distintas situaciones planteadas de una manera sencilla y cómoda. Su utilización a este respecto, sin embargo, no es ni mucho menos espontánea para un estudiante de secundaria. Existen bastantes dificultades a la hora de utilizar los principios de conservación en general y el de la energía en particular. De hecho, en ejercicios o situaciones tipo en los que se dan datos como posición, velocidad, etc., los alumnos tienden, en un primer momento, a interpretar el enunciado y tratar de resolverlo aplicando conocimientos de Cinemática, que usualmente son ya dominados al emprender el estudio de la energía. Debemos por tanto insistir en que los conocimientos sobre cuestiones energéticas suponen una herramienta muy útil de cara, también, a la resolución de problemas y ejercicios conocidos de una manera sencilla, directa y elegante.

En definitiva, abordamos un tema difícil con conceptos complejos que típicamente llevan a confusiones comunes entre los estudiantes. Conocer al menos algunas de ellas resulta de gran ayuda de cara al desarrollo del tema y a centralizar los esfuerzos en las cuestiones que resultan más difíciles al alumnado.

5.3. Las dificultades de la evaluación: ¿puede evaluarse la creatividad?

Si los conceptos implicados en el tema son, en mayor o menor medida, complicados, no lo es menos la tarea de evaluar a alumnado, actividades y profesorado de una manera inteligente, efectiva y compatible con los principios básicos que se siguen desde el centro, y que seguirán operando al término del desarrollo de la propuesta. Por un lado, tendremos que dar cabida en nuestra propuesta a una prueba escrita final sobre los conceptos fundamentales de la unidad; por otro, diseñar una propuesta de evaluación que permita poner sobre la mesa aquellos aspectos que se relacionen de manera más estrecha con nuestros objetivos. Tenemos claro que nuestra evaluación tendrá que tener dos vertientes:

- El **examen de la unidad**, por un lado, que debe ser acorde con los contenidos y, al tiempo, equilibrado respecto de lo que se le va a exigir al grupo de control. De acuerdo con la organización del centro, el grupo de control realizará un examen diferente al del grupo experimental propuesto por su profesor titular, por lo que ambos deberán perseguir objetivos similares. Con esta premisa, se ha diseñado la prueba que se adjunta como Anexo V. Corresponde a un examen para 50 minutos, e incluye preguntas sobre conceptos ampliamente trabajados durante el tema, tanto mediante noticias como con otro tipo de ejercicios y actividades. Cabe destacar que en esta prueba no se incluye ninguno de los conceptos tratados en la actividad 5 (la que tiene que ver con intercambios de calor y energía térmica), ya que pertenece a la siguiente unidad según la programación del centro.
- Algún **otro recurso** que nos permita evaluar el uso que los alumnos hacen de las herramientas que se les han proporcionado en un contexto ajeno al del examen, y si

es posible relacionado con la realidad más cercana al alumnado. En nuestro marco de actuación, por tanto, tendrá sentido que esta parte de la evaluación final se contextualice utilizando noticias de prensa de alguna u otra manera. Así, además, contribuiremos a que el trinomio objetivos-actividades-evaluación se encuentre alineado de la mejor manera posible.

La primera dificultad a la que nos enfrentamos a la hora de plantear un sistema de evaluación que dé respuesta a las necesidades que surgen de manera natural de nuestra propuesta no viene, pese a lo que podría parecer, de las características de la misma, sino de factores externos. El cambio de orden de las unidades didácticas tuvo lugar en una fecha comprendida entre la planificación de la evaluación inicial y el comienzo de la unidad. Esto ocasionó un desfase difícil de compensar entre el cuestionario inicial y las actividades realizadas, por lo que la estrategia de evaluación complementaria al examen no puede tomar como punto de partida la evaluación inicial o, al menos, no puede reducirse a una referencia de evolución del alumnado respecto a esa situación inicial. Tendremos que conseguir aprovechar los resultados que podamos para que la evaluación sea suficientemente rica, aunque ello implique renunciar a algunos propósitos que pudiéramos albergar en el planteamiento del cuestionario inicial.

No debemos olvidar que uno de los puntos de partida de la propuesta ha sido el tratamiento de la **creatividad** como elemento crucial en el aprendizaje. Desde el punto de vista del conocimiento científico, la creatividad es un activo muy valorado por parte de los investigadores y profesionales, ya que permite abordar los problemas desde perspectivas originales y esto, en bastantes ocasiones, culmina en importantes avances en campos de estudio de lo más diverso. Resulta la creatividad, sorprendentemente, una cualidad ampliamente en boga que en el currículo de *Física y Química* puede no brillar con toda la fuerza que sería necesario si el proyecto pedagógico no la estimula lo suficiente. No nos cuesta, en general, identificar soluciones “creativas” a problemas-tipo cuando las vemos, pero podemos –y debemos– ir más allá.

El problema surge a menudo cuando queremos tratar y evaluar la creatividad en un sentido más amplio. Ya no podremos reducir nuestro análisis a la resolución de problemas, y será necesario recurrir a estrategias que nos permitan valorar tanto el fondo del conocimiento como su forma, esto es, que sean suficientemente flexibles para tener en consideración las aproximaciones que lleva a cabo un alumno ante una situación desconocida determinada. Para una evaluación individual directa, habría sido necesario un proyecto más ambicioso, que permitiera trabajar en conciencia y de manera transversal mediante una metodología que fomentara la creatividad como el centro a partir del cual se desarrollara el resto del proceso. Como nuestro alcance es limitado, y al perseguir varios objetivos adicionales, podemos tratar de sortear las limitaciones de una evaluación individual de la creatividad tratándola indirectamente en la evaluación de otros aspectos, como puede ser el de la aplicación de conceptos a situaciones abiertas. Utilizaremos, en resumen, una serie de criterios que nos permitirán evaluar la creatividad en las respuestas de manera transversal, sin que exista actividad alguna diseñada *ad hoc* que pretenda evaluar explícitamente la creatividad.

Las opciones al respecto de la evaluación de la utilización de conceptos en un contexto más cercano al alumno que el examen final son de lo más variadas. Tendremos que ser especialmente cuidadosos para elegir un método que permita identificar que el alumnado ha conseguido efectivamente incorporar los conceptos a su acervo, y que se encuentre a su vez relacionado con la metodología seguida. Dado que vamos a trabajar los contenidos con prensa, una de las opciones podría venir del trabajo con textos periodísticos, a partir de los cuales podríamos realizar un análisis científico. Con el fin de evitar las dificultades de comprensión lectora que pudieran empañar el análisis (Mazzitelli, Maturano, & Macías, 2013), optamos por un sistema de evaluación que no se centre en la comprensión de una información escrita, sino en la pura aplicación de conceptos adquiridos.

De este modo, se han seleccionado **tres titulares** informativos de cierta actualidad en el momento de la puesta en práctica de la propuesta y se han incluido en la evaluación final. Las noticias a que se refieren tienen, además, relación con aspectos científicos al menos de manera indirecta. Se ha solicitado al alumnado que, basándose en esos titulares, propusiera actividades relacionadas con *Física y Química* que pudiesen desarrollarse a partir de ellos (los titulares y la formulación de la evaluación final se incluyen como Anexo II). Posteriormente, se han analizado las propuestas atendiendo a dos clasificaciones: tipología de la actividad propuesta y utilización de conceptos científicos en la misma. Los resultados de este análisis se muestran en la sección 7.2.

6. Actividades

6.1. Marco organizativo y secuencia temporal

Dentro de la programación del centro para la asignatura, las dos unidades que tratan los temas relacionados con la energía se sitúan en el tercer trimestre. De acuerdo con el sistema de cinco evaluaciones a lo largo del curso que se ha descrito en el apartado 2.2.1, la unidad *Energía, trabajo y potencia* entra dentro de la cuarta evaluación, mientras que *Energía térmica y calor* se incluye en la quinta. Esquemáticamente, la programación de 4º curso podría resumirse de la siguiente manera:

- Primera evaluación
 - Unidad 0. Nomenclatura inorgánica
 - Unidad 8. Estructura de la materia
- Segunda evaluación
 - Unidad 10. Reacciones químicas
 - Unidad 9. Química del carbono
- Tercera evaluación
 - Unidad 1. Estudio del movimiento
 - Unidad 2. Las fuerzas y sus efectos
 - Unidad 3. Las fuerzas y sus leyes
- Cuarta evaluación
 - Unidad 4. Fuerzas en fluidos
 - Unidad 5. Energía, trabajo y potencia
- Quinta evaluación
 - Unidad 6. Energía térmica
 - Unidad 7. Energía de las ondas

No es extraño, sin embargo, que el orden de los temas pueda sufrir alteraciones a lo largo del desarrollo del curso escolar. Esto puede deberse a muy diversas cuestiones, que van desde la realización de proyectos interdisciplinares hasta por criterios simplemente pedagógicos, basados en observaciones de la evolución del alumnado a lo largo del curso.

Temporalmente, las actividades propuestas han sido llevadas a la práctica entre el 07/04 y el 30/04. El grupo experimental ha contado por tanto con **nueve sesiones**, debido a la distribución flexible de las horas dedicadas a *Física y Química* y a *Ampliación de Física y Química*. Al haberse debido alternar las actividades asociadas a noticias con actividades tradicionales, únicamente se ha puesto en práctica aproximadamente una cada dos sesiones. Esto deja un total de **cinco actividades** que han podido ser puestas en práctica, sin contar con las evaluaciones inicial y final de la propuesta.

Típicamente, cada actividad está pensada para que se realice en **una única sesión**, llegando algunas de ellas incluso a no ocupar la sesión completa. En esos casos, se ha comenzado con la actividad y las cuestiones y ejercicios asociados, y posteriormente se ha dado paso a la resolución de problemas con una metodología tradicional. A pesar de plantearse para una sola sesión, para obtener el mayor aprovechamiento posible de las actividades propuestas, aquellas que requieren trabajo fuera del aula por parte del alumno conllevan dedicar un tiempo adicional en la sesión siguiente a corregir y comentar los resultados de las cuestiones propuestas.

Las actividades son, por tanto, breves. Esto ayuda a respetar la dinámica del centro, pues pueden integrarse en el día a día sin suponer una contradicción con la metodología habitual –que por otra parte será la que se continúe utilizando al término del período de prácticas correspondiente al trabajo de campo–. En este sentido, la previsión y planificación de las actividades en un formato respetuoso con el día a día del centro ha permitido que la percepción desde el profesorado sea bastante positiva.

6.2. Descripción de las actividades

Todas las actividades asociadas a esta propuesta tienen un esquema de puesta en práctica similar. Esto no quiere decir que todas persigan idénticos objetivos y busquen trabajar las mismas competencias o contenidos, sino que requieren recursos similares para su ejecución y son adaptables a una pequeña rutina de trabajo que abarque la duración de las unidades didácticas en que se enmarquen. Así, la propuesta contiene una serie de actividades que se detallan en el Anexo III, y que pueden clasificarse en las siguientes categorías según sus objetivos:

- *Dos actividades de **introducción***, que se basan en la información de la noticia como punto de partida para la definición de un concepto, el desarrollo de un principio físico o el planteamiento de una ley experimental. Se trataría de las actividades *Procesiones en Semana Santa* y *Caminar sobre las brasas*.
- *Dos actividades de **consolidación***, cuyo objetivo principal es bien profundizar sobre los contenidos vistos anteriormente en clase y las relaciones entre ellos, bien proponer un espacio de reflexión crítica sobre un concepto definido en actividades previas que ayude a interiorizarlo y entender las consecuencias de sus principales características. En esta clasificación se encuadran *Desplazamientos en coche y en avión* y *Aceleración del Ferrari de Alonso*.
- *Una actividad de **síntesis***, en la que se trata de incluir varios conceptos para englobarlos dentro de un todo integrado que facilite al alumnado el afianzamiento de los contenidos de la unidad. Se trata de la actividad *Inauguración de la montaña rusa Fury 325*.

Dentro de esta clasificación, cada tipo de actividad se subdividirá en apartados diferenciados que variarán en función de sus objetivos. Así, mientras que las actividades de introducción incluirán una mayor carga de explicación por parte del profesor –aunque nunca superior a unos quince minutos según la metodología elegida–, las de consolidación pueden suponer una mayor carga de trabajo del alumnado, incluyendo búsqueda de información adicional o realización de cálculos teóricos. A pesar de estas diferencias puntuales, sí podemos señalar un patrón aproximadamente similar para casi todas las actividades, en el sentido de que pueden distinguirse varias fases bien diferenciadas que, como mucho alterando el orden, se dan de manera común en el desarrollo de todas ellas:

- **Selección de una noticia** –de actualidad o de intereses generales–, que puede venir presentada en formato de extracto de telediario, recorte de prensa u otros. De acuerdo con los resultados de la evaluación inicial, en la puesta en práctica se ha recurrido principalmente a breves secciones de telediario. A la hora de seleccionar la noticia que se va a utilizar, es conveniente tener presentes, además de la adecuación del tema tratado en ella a los fines didácticos, otros factores tales como:
 - El **formato** de la misma, en la línea de lo ya mencionado anteriormente. Una misma noticia puede haber llegado al público en cuña de radio, prensa escrita o noticiario televisivo, entre otras opciones, y la selección de una u otra presentación puede responder a criterios asociados al grupo o a los objetivos particulares de cada actividad.
 - En caso de elegir un vídeo de telediario, la **duración** del corte, ya que vídeos demasiado largos pueden suponer la pérdida de atención del alumnado o la omisión de detalles relevantes para la actividad. Además, los vídeos cortos (de dos a cinco minutos) permiten que se reproduzca varias veces en la misma sesión en caso de ser necesario, lo que representa una importante ventaja para ampliar las cuestiones que se trabajan con ellos. Es conveniente buscar un equilibrio de modo que en el corte se exponga suficiente información como para permitir un trabajo adecuado sobre los objetivos perseguidos, pero sin que tenga una duración excesiva. Esto aplica igualmente a los recortes de prensa: no es recomendable ni utilizar textos demasiado extensos que puedan hacer perder el interés, ni tampoco extractos tan breves que no incluyan contenidos suficientes para trabajar.
 - La **actualidad** de la información o, en su caso, la **atemporalidad** o redundancia cíclica de la misma. Si, por ejemplo, proponemos una noticia basada en un evento que se celebra cada año, el corte utilizado puede corresponder a ediciones anteriores. Igualmente, puede en ocasiones convenir el uso de reportajes o secciones no especialmente asociados a la actualidad, sino a curiosidades o intereses comunes.
 - En menor medida, **adecuación a los intereses** del alumnado. Este factor no es tan determinante como los demás debido a que el propio formato de la actividad puede resultar suficientemente atractivo como para que no sean necesarios elementos de motivación adicionales. En cualquier caso, y siempre que no vaya a derivar en distracciones que dificulten el desarrollo de la actividad, no hay nada negativo en que la noticia resulte interesante para el grupo.
- **Presentación** de la noticia en el aula (visionado del vídeo, lectura del artículo en voz alta, etc.). Conviene detenerse el tiempo que sea necesario en este apartado para asegurarse de que todos los alumnos comprenden el planteamiento y de que nadie se ha perdido por el camino. En ocasiones, repetir una presentación implica un ahorro de tiempo efectivo en la explicación posterior.
- Extracción de las **ideas principales** de la noticia. Con esto se origina un pequeño debate en el que se anima a los alumnos a exponer sus puntos de vista sobre la noticia, centrándose siempre en los aspectos científicos. En este punto, es crucial que el papel del profesor se sitúe en un punto intermedio que permita a los alumnos expresar sus ideas con libertad y sin sentirse presionados, pero que al mismo tiempo trate de moderar la discusión para que el tema central sea siempre el contenido de la asignatura. Una excesiva relajación en este papel de moderación puede tener como consecuencia que el debate se desvíe hacia temas más banales o menos interesantes para la ciencia

y que la sensación final por parte tanto de los alumnos como del profesor sea de pérdida de tiempo o de no aprovechamiento de la actividad. En función del tipo de actividad, este debate asociado será más o menos largo. Por ejemplo, en el caso de las actividades de introducción tendrá que ser forzosamente más breve que en la de síntesis.

- Las actividades de introducción incluirán a continuación una **explicación** por parte del profesor de los contenidos que sean nuevos para el alumnado. Éstas serán breves, concisas y basadas en el contenido de la noticia, pero suficientemente claras para suponer un punto de partida válido para el estudiante a la hora de enfrentarse a resolver ejercicios y cuestiones. Debemos ser coherentes, y si hemos tratado de evitar distracciones y pérdidas de atención en la presentación de la noticia mediante la selección de vídeos con duración controlada, no podemos después dedicar treinta minutos a una explicación teórica.
- **Aplicación** de los conceptos a la resolución de ejercicios o de cuestiones teóricas sobre ellos. Las propuestas que se planteen en este apartado vendrán en mayor o menor medida relacionadas con el contenido de la noticia, si bien esto resulta posible en mayor o menor grado en función del tema concreto que se esté tratando. No debemos olvidar que tenemos la obligación de desarrollar un currículo y perseguir unos objetivos de aprendizaje muy concretos, por lo que en ocasiones quizás tengamos que sacrificar la relación de las propuestas con el tema en favor de adecuarnos al currículo. De todas formas, cuanto más adecuada haya sido la elección de la noticia, mayor amplitud de contenidos podremos abarcar con ella.
- **Análisis** de los resultados de la actividad. En este punto, corregiremos entre todos las cuestiones que se hayan planteado a raíz de la noticia. Alguna de las actividades puede implicar la búsqueda de información y datos por parte del alumnado en su casa, por lo que no siempre las cuestiones propuestas tendrán solución única. Esto es un punto bastante interesante de trabajo y debate en el aula, ya que se aleja de la percepción derivada de los problemas-tipo de que en ciencia existe una única solución para cada interrogante que nos planteemos. Como sabemos, esto dista mucho de responder a la concepción actual de la naturaleza de la ciencia (García-Carmona, 2014), y sin embargo gran parte del trabajo que seguimos realizando en el aula fomenta esta perspectiva anacrónica e irreal del conocimiento científico.

Según se ha señalado anteriormente, durante la planificación y desarrollo de la propuesta ha debido hacerse frente a aspectos tales como las limitaciones temporales del período de prácticas, un cambio en el temario propuesto inicialmente y la necesidad de adaptar las actividades realizadas a la metodología, calendario y evaluación del centro. Eso ha dificultado sobremanera la elección de las noticias y la elaboración de sus cuestiones asociadas, ya que en ocasiones no se ha dispuesto del tiempo que hubiera sido deseable para contrastar diferentes posibilidades de trabajo en torno a un mismo tema. En cualquier caso, se ha procurado por todos los medios que la calidad del trabajo realizado no se viera disminuida en modo alguno por cualquier tipo de contratiempo o circunstancia externa. Quizás, un aspecto que finalmente sí ha podido verse influido por estas cuestiones es el **trabajo práctico**, ya que no ha sido posible introducir algún elemento experimental en las actividades, como hubiera sido deseable. En cualquier caso, y sin ánimo de que sirva como justificación de ningún tipo ante tal ausencia de actividades prácticas, baste con señalar que los alumnos realizan trabajo en el laboratorio acerca de todas las unidades didácticas en la asignatura *Ampliación de Física y Química*, por lo que en ningún caso el hecho de que no desarrollemos prácticas en la propuesta significa que el alumnado vaya a verse privado del trabajo experimental sobre estos conceptos fundamentales para la ciencia.

El detalle de las actividades que conforman la propuesta puede verse en forma de tablas individuales en el Anexo III, en las que se detallan para cada actividad el tipo al que pertenece, sus objetivos particulares, recursos necesarios, desarrollo, conceptos clave implicados en ella y evaluación. Se incluyen también una serie de cuestiones para trabajar con ellas a partir de cada noticia, sea en el aula o sea trabajo para casa por parte del alumno.

Respecto de la evaluación, en las fichas del Anexo III sólo se hace referencia breve a ella, ya que tanto los alumnos como las actividades, metodología y papel del profesor son objeto de tratamiento más extenso en el apartado 7. En el caso de la evaluación de los alumnos en relación a las actividades incluidas en la propuesta, se ha tratado más de una evaluación verdaderamente continua que de una evaluación con función calificadora (Sanmartí, 2007). En efecto, al no contar las actividades con una ponderación muy significativa en la calificación final (ver apartado 2.3.1), no resulta pertinente establecer unos criterios de calificación pormenorizados para ellas en conjunto, ni mucho menos para cada una individualmente. Además, el uso de la función calificadora de la evaluación para estas actividades, en este caso, podría ocasionar que alejáramos al alumnado de nuestro objetivo principal al plantear la propuesta, ya que podría estar transmitiéndose un mensaje implícito que no resulta adecuado para nuestros fines. No resultaría extraño que un alumno pensara que si le vamos a poner nota por sus respuestas a las preguntas, esto quiere decir que existen respuestas correctas –típicamente, de hecho, una única respuesta correcta– y otras incorrectas, análogamente a como sucede en la mayoría de los exámenes tradicionales, al menos en los basados en la resolución de ejercicios, todo un clásico en las disciplinas científicas en educación secundaria. En cualquier caso, a continuación se desarrolla más a fondo el tema de la evaluación, tanto respecto de cómo se ha llevado a cabo en una doble vertiente durante la propuesta, como respecto de qué análisis pueden realizarse sobre su papel en nuestro trabajo.

7. Evaluación final

7.1. Evaluación calificadora

Según venimos señalando en repetidas ocasiones a lo largo de este trabajo, los criterios de cálculo de la calificación que se han utilizado siguen la política del centro, según los cuales el examen de la unidad lleva el mayor peso en la misma. En consecuencia, se ha considerado oportuno realizar un pequeño estudio de la situación de los grupos experimental y de control respecto a la trayectoria que han seguido a lo largo del curso en las diferentes evaluaciones que ha habido hasta la puesta en práctica de la propuesta. En las tablas adjuntadas como Anexo VI se muestran las calificaciones que durante el curso han obtenido los alumnos de los dos grupos en *Física y Química* a lo largo de las diferentes evaluaciones (campos sombreados en gris). La única evaluación que se ha desglosado en los dos exámenes que la componen es la cuarta, ya que es la que abarca una las unidades didácticas que estamos estudiando en este trabajo. Se incluye también la media de toda la clase para cada evaluación y, en el caso de la cuarta, también de los exámenes que la componen.

En el grupo experimental, el tema *Energía, trabajo y potencia* ha sido evaluado mediante la prueba que se adjunta como Anexo V. En el caso del grupo de control, sin embargo, la metodología y evaluación de la unidad *Energía, trabajo y potencia* fue diferente a la del grupo experimental. Concretamente, realizaron un examen distinto, propuesto por el profesor titular del grupo, que no se incluye aquí.

Antes de aventurarse a realizar un análisis “en bruto” de los resultados obtenidos en las pruebas escritas de la unidad, debemos tomar en consideración algunos aspectos cruciales para que la lectura que hagamos sea lo más precisa posible:

- Habitualmente, las **pruebas escritas** de las distintas unidades didácticas no tienen por qué ser las mismas en ambos grupos, aunque en alguna ocasión hayan podido coincidir. Al tener cada grupo un docente distinto, los profesores se reservan cierta libertad a la hora de poder plantear los exámenes de la manera más justa posible y adaptada específicamente a lo que se ha trabajado en el aula. De este modo, los docentes tienen la capacidad de plantear los exámenes de algunas unidades didácticas en función de los resultados anteriores, entre otros factores.
- Al hilo del punto anterior, señalar que tanto los **enunciados** como la **puntuación** de la prueba escrita planteada en el grupo experimental tenía un perfil algo diferente a las que el alumnado estaba acostumbrado a realizar. En efecto, la inclusión, por pequeña que sea, de algún elemento teórico o que implique un modo de razonamiento complementario a la simple resolución de problemas puede causar sorpresa entre el alumnado o resultados negativos al no haber costumbre de trabajar de esa manera. Así, la pregunta 1 de la evaluación final (del tipo “Verdadero o falso”, ver Anexo V) ha sido respondida de manera correcta por muy pocos de los estudiantes que hicieron ese examen, lo que pudo condicionar los resultados.
- En ambos grupos, la tasa de **fracaso** es bastante reducida, máxime teniendo en cuenta que los resultados aquí presentados sólo hacen referencia a los resultados en la evaluación en cuestión, sin incluir las recuperaciones que se hayan podido producir después por cualquier método dentro de los previstos por el centro.

Con esto, estamos en disposición de entender e interpretar un poco mejor los resultados de las tablas del Anexo VI. Si nos fijamos concretamente en los resultados de la prueba escrita de la unidad que nos ocupa, lo primero que puede llamar la atención son los **excelentes resultados del grupo de control**, no sólo respecto del grupo experimental, sino incluso en comparación con la trayectoria que el propio grupo de control llevaba teniendo desde el inicio de curso. Prueba de esto pueden considerarse el escaso número de suspensos en esta prueba (4/30, es decir, un 13%)¹⁰, o el número de alumnos que han alcanzado la máxima calificación posible en ese examen (7/30 obtuvieron un 10, es decir, un 23%). En el grupo experimental, sin embargo, los resultados no fueron tan positivos. Suspendieron cuatro alumnos de quince (esto es, el 27%), aunque sólo dos suspendieron finalmente la cuarta evaluación haciendo media con el examen anterior. Por otra parte, ningún alumno obtuvo una calificación superior a 8,5. Si comparamos estos resultados con la trayectoria que venían teniendo a lo largo del curso académico, podemos colegir que los resultados de la prueba se encuentran, salvo excepciones puntuales, en la misma línea que los anteriores en el grupo.

Basándonos en todo lo anterior, resulta posible afirmar que la metodología empleada no parece haber causado un gran impacto en los resultados obtenidos en una prueba que, por otra parte, y pese a tener matices distintivos de aquellas a las que el alumnado está acostumbrado, responde al perfil tradicional que se sigue en la evaluación desde el Departamento de Física y Química del centro. De todas formas, al haber alternado las actividades innovadoras con otras de carácter tradicional orientadas a la preparación de este tipo de pruebas, no puede extrañarnos que nuestro trabajo no haya afectado de manera significativa a los resultados con dicha forma de evaluación. La evaluación de nuestra propuesta y de sus resultados sobre el aprendizaje se lleva a cabo, por tanto, con otras herramientas, tal y como se describe a continuación.

¹⁰ Recordamos que, de acuerdo con la normativa del centro (ver sección 2.3.1), el aprobado se sitúa en el 4,5 y no en el 5.

7.2. Utilización de conceptos y recursos

La función calificadora de la evaluación no supone, de ninguna manera, la única fuente de información a la que podemos recurrir para entender los efectos de una determinada metodología en un proceso de enseñanza-aprendizaje. En este sentido, y de manera alineada con los objetivos que pretendíamos al inicio, es en el que debemos diseñar un procedimiento de evaluación que nos permita, de una u otra forma, arrojar algo de luz sobre qué aspectos en concreto se han visto beneficiados por la utilización de un planteamiento innovador, así como sobre cuáles han podido verse perjudicados por él.

Una vez aclaradas las complicaciones de evaluar de acuerdo tanto a nuestros objetivos como al contexto en que se han llevado a cabo las actividades (ver apartado 5.3), se propone a los alumnos que sean ellos quienes planteen posibilidades didácticas en torno a tres titulares de prensa. Se ha realizado un doble análisis sobre las respuestas del alumnado:

- Por un lado, se han clasificado sus propuestas en función del **tipo de actividad** que han sugerido. Dentro de ellas, se ha seguido el siguiente criterio de clasificación, tanto en el grupo experimental como en el grupo de control (todos los ejemplos citados corresponden a respuestas reales):
 - **Realización de cálculos teóricos complejos.** En esta categoría se han incluido actividades que implican la relación de unos conceptos con otros, o bien la aplicación directa de conceptos presentes de manera explícita y por primera vez en profundidad en el currículo de 4º de ESO, de manera que la actividad suponga una verdadera aplicación de conocimientos adquiridos, pero desde el punto de vista teórico. Ejemplo: *“Calcular el porcentaje de barco que flota y el empuje. ¿Qué trabajo tendrían que realizar las autoridades para extraer el buque?”*
 - **Realización de cálculos teóricos simples,** es decir, operaciones directas que sólo implican un concepto relevante, que no tiene que ser siquiera del currículo de 4º de ESO. Ejemplo: *“Calcular la densidad del petróleo”.*
 - **Pregunta abierta / investigación.** Se trata de actividades que, más que obtener un resultado numérico final, precisan de una búsqueda de información para resolverse. Normalmente se centran en aspectos puramente teóricos o en implicaciones tecnológicas, sociales y medioambientales de las noticias propuestas. Ejemplo: *“Investigar cómo frenaría el tren y cómo funcionaría su mecanismo de elevación”.*
 - **Práctica con escaso valor científico,** debido a que se centra más en la espectacularidad de la propuesta que en apoyarse en ella para aprender y trabajar conceptos conocidos. Ejemplo: *“Echar fuel en un recipiente con agua”.*
 - **Práctica de imposible ejecución,** bien porque las propuestas no son físicamente viables –debido a determinados factores que los alumnos no tienen por qué conocer necesariamente en esta etapa educativa–, bien por su idealización de algunas propuestas en lo referente al dispositivo experimental necesario para llevarlas a cabo. Ejemplo: *“Crear un pequeño tren de levitación magnética”.*
 - **Errores o confusión de conceptos.** Se incluyen aquí las actividades que, por incluir en su planteamiento errores profundos de concepto o de lenguaje científico, no tienen sentido físico. Algunas de las respuestas ni siquiera culminan

en una propuesta de actividad. Ejemplo: *“Cuando la nave se desintegre habrá energía cinética y por el calor habrá rozamiento”*.

- **Otras actividades propuestas**, tales como debates, prácticas con cálculos complejos asociados, etc. En cualquier caso, se trata de actividades que no incluyen conceptos erróneos, ya que en ese caso habrían sido incluidas bajo la categoría anterior. Ejemplo: *“Debatir sobre maneras de cómo parar los vertidos de fuel y experimentos relacionados con las densidades de los líquidos”*.
- Posteriormente, se han clasificado las respuestas según otro criterio diferente: la inclusión o no en la propuesta de **conceptos clave** en el currículo de 4º de ESO. Así, se busca entender en qué medida el titular propuesto se está interpretando desde un punto de vista científico, en el sentido de que el alumno este aplicando las herramientas que se le han ido proporcionando durante el curso a un análisis de un titular real. Además, para su inclusión en una categoría distinta de “Conceptos confusos o erróneos”, se ha evaluado si se utilizan de manera correcta. La clasificación atendiendo a criterios por conceptos mencionados se ha hecho, por tanto, en relación a las siguientes categorías:
 - **Conceptos complejos**, esto es, aquellos que pertenecen explícitamente al currículo de 4º de ESO, y que además son correctamente utilizados. Ejemplos: *“Calcular la energía potencial en el punto más alto”*.
 - **Conceptos simples**, es decir, que sin ser incorrectos responden a contenidos claramente anteriores a lo abordado en 4º de ESO. Ejemplo: *“Calcular la diferencia entre la velocidad de un avión y la de ese tren”*.
 - **Conceptos confusos o erróneos**, donde se han incluido los razonamientos que utilizan conceptos científicos de forma incorrecta. Ejemplo: *“Calcular el máximo peso que debe llevar el barco para flotar y no hundirse”*.
 - **No hay referencias conceptuales**. Bajo esta categoría se sitúan las propuestas que no incluyen ningún concepto científico relevante en su formulación o su desarrollo. Ejemplo: *“Probar, en menor medida, con algo casero”*.

En ambas clasificaciones se ha incluido, asimismo, la categoría “No sabe / no contesta”, aunque destaca, como se comentará más adelante, que en la evaluación final los alumnos que no han respondido o lo han hecho con un escueto “no sé” son muchos menos de los que lo hacían en la evaluación inicial.

Los resultados de estas dos clasificaciones de las respuestas se muestran en la Tabla 4 y en la Tabla 5, respectivamente. En el grupo experimental, en este caso, sí cumplieron la evaluación final los quince alumnos que lo conforman, es decir, uno más de los que respondieron a la evaluación inicial, ya que estuvieron todos presentes en la última sesión. A este respecto, en el grupo de control respondió el mismo número de alumnos a la evaluación inicial y a la final.

	Titular 1				Titular 2				Titular 3			
	Experimental		Control		Experimental		Control		Experimental		Control	
Realización de cálculos teóricos complejos	6	40%	3	10%	4	27%	4	13%	11	73%	7	23%
Realización de cálculos teóricos sencillos	5	33%	3	10%	4	27%	1	3%	1	7%	3	10%
Pregunta abierta / investigación	0	0%	1	3%	0	0%	2	7%	2	13%	4	13%
Práctica con escaso valor científico	1	7%	10	33%	1	7%	7	23%	0	0%	4	13%
Práctica de imposible ejecución	0	0%	0	0%	1	7%	10	33%	0	0%	5	17%
Errores o confusión de conceptos	1	7%	6	20%	5	33%	4	13%	1	7%	3	10%
Otras actividades propuestas	1	7%	5	17%	0	0%	0	0%	0	0%	0	0%
No sabe / No contesta	1	7%	2	7%	0	0%	2	7%	0	0%	4	13%
TOTAL	15	100%	30	100%	15	100%	30	100%	15	100%	30	100%

Tabla 4: Clasificación de las respuestas por tipo de actividad

	Titular 1				Titular 2				Titular 3			
	Experimental		Control		Experimental		Control		Experimental		Control	
Conceptos complejos	4	27%	0	0%	3	20%	3	10%	7	47%	8	27%
Conceptos simples	6	40%	11	37%	7	47%	9	30%	5	33%	3	10%
Conceptos confusos o erróneos	2	13%	5	17%	5	33%	5	17%	3	20%	4	13%
No hay referencias conceptuales	2	13%	12	40%	0	0%	11	37%	0	0%	11	37%
No sabe / No contesta	1	7%	2	7%	0	0%	2	7%	0	0%	4	13%
TOTAL	15	100%	30	100%	15	100%	30	100%	15	100%	30	100%

Tabla 5: Clasificación de las respuestas por conceptos utilizados

De los resultados anteriores se desprenden una serie de conclusiones que pueden resultar de interés para nuestros propósitos:

- Los alumnos del grupo experimental propusieron, en suma, mayor número de **actividades teóricas** que implicaban **cálculos complejos** que el grupo de control. En este sentido, parece que la metodología ha podido afectar de una u otra manera a las respuestas dadas, ya que se aprecia que las propuestas del grupo experimental tienden

a situarse en la misma línea que las actividades basadas en titulares que hemos desarrollado en clase. Si esto es deseable o no es algo que discutiremos más a fondo en apartados posteriores.

- Asimismo, en líneas generales también es mayor el porcentaje de alumnos que propone **cálculos sencillos** en el grupo experimental, en comparación con el grupo de control. Esto puede tener una explicación parecida a la del apartado anterior, sólo que en este caso hablaríamos bien de alumnos que no han llegado a interiorizar como herramientas útiles los conceptos más complejos de la asignatura (aunque los apliquen correctamente en la resolución de ejercicios-tipo), bien de alumnos que han encontrado mayores dificultades al proponer actividades más originales o que abarquen un mayor número de contenidos. En cualquier caso, parece que la metodología seguida en el grupo experimental sí ha podido tener un cierto efecto sobre la perspectiva del alumnado a la hora de plantear las actividades.
- Las **propuestas abiertas** o que impliquen **investigaciones** relativamente profundas son claramente minoritarias en ambos grupos. Sea por falta de costumbre, sea por una suerte de inercia inducida por las distintas metodologías utilizadas en Física y Química –o por otros motivos–, lo cierto es que los alumnos se han decantado mayoritariamente por preguntas que implican magnitudes medibles o cuantificables de algún modo, hayan hecho referencia a las mismas de manera correcta o no en sus propuestas. También es escaso el número de propuestas más variadas (las que se engloban en el apartado “Otras actividades propuestas”), que incluyen cuestiones tales como las implicaciones tecnológicas, sociales o medioambientales de la ciencia en forma de debates o discusiones en grupo, o bien experiencias prácticas planteadas de una manera relativamente rigurosa y ordenada (aunque son minoría). Esto será otro objeto de reflexión adicional en el apartado correspondiente.
- Destaca también el alto porcentaje de alumnos del grupo de control que proponen **actividades prácticas**, bien de difícil o imposible realización, bien con escaso valor añadido al estudio de la ciencia. En efecto, los alumnos del grupo experimental apenas proponen actividades prácticas, sino que centran sus actividades principalmente en cálculos teóricos. Sucede lo mismo que hemos comentado anteriormente: quizá la metodología seguida haya podido condicionar en algún sentido las respuestas del alumnado. No obstante, en este caso es posible que esta influencia en el alumnado no haya resultado particularmente positiva, ya que la visión teórica de la Física y la Química puede calar más hondo en la mentalidad colectiva en perjuicio de la concepción empírica de la ciencia como actividad fundamentalmente experimental. Sea como fuere, lo que sí parece es que las actividades propuestas por el grupo experimental implican relaciones más complejas entre contenidos de la asignatura que las planteadas por el grupo de control.
- El número de alumnos que responden con **conceptos confusos** –de tal modo que los errores hacen ininteligible la propuesta– es similar en ambos grupos. Aunque titular por titular sí que se aprecian diferencias, una lectura en conjunto de los tres muestra que las discrepancias no son tales, ya que cada grupo ha incluido un mayor número de conceptos erróneos en las explicaciones de un único titular. Esta ausencia de diferencias significativas a este respecto obliga a una autoevaluación crítica de la propuesta, ya que en este punto no habríamos mejorado de manera palpable el entendimiento del alumnado de los conceptos del tema o, en el mejor de los casos, no habríamos llegado a que recurrieran a ellos de manera correcta a la hora de plantear actividades ligeramente sacadas del contexto de enseñanza-aprendizaje habitual de la asignatura *Física y Química*.

- Respecto del **uso de conceptos** en las propuestas, también vemos un inequívoco mayor número de utilizaciones correctas en el grupo experimental respecto del grupo de control. De nuevo, y de manera paralela a lo que ocurría en el caso de la tipología de las actividades planteadas respecto a la complejidad de los cálculos implicados en ellas, esta diferencia se deja ver tanto respecto de los conceptos complejos como de los más sencillos. La relación causa-efecto de la metodología utilizada con estos resultados es en este caso más difusa, ya que determinadas propuestas serán más susceptibles de incluir en su desarrollo conceptos técnicos que otros. Este argumento se apoya en que la utilización de conceptos de manera confusa o errónea es del mismo orden, o incluso ligeramente superior, en el caso del grupo experimental que en el grupo de control, lo que vendría a señalar que no es la mejor interiorización de los contenidos lo que marcaría la diferencia, sino otros factores.
- En este sentido, también parece coherente que en el grupo de control haya una mayor cantidad de propuestas, en proporción, que **no incluyen conceptos científicos** de ningún tipo. ¿Juega la metodología seguida, entonces, un papel relevante en la inclusión de conceptos científicos, de manera correcta o errónea, en las propuestas del alumnado? Seguimos en el mismo caso que antes; aunque no disponemos de información suficiente como para proporcionar una respuesta unívoca a esta pregunta, sí que estamos en situación de señalar que estas diferencias no guardan relación con los resultados académicos desde el punto de vista de la calificación de la prueba escrita. En efecto, a tenor de los resultados analizados en el apartado 7.1, no podemos achacar la mayor ausencia de conceptos científicos en las respuestas del grupo de control al fracaso académico. Siendo prudentes, únicamente podemos plantear la hipótesis de que la utilización o no de conceptos técnicos puede venir estrechamente relacionada con la tipología de la actividad propuesta –si un alumno propone (sic) hacer un cohete que explote a cierta altura del suelo para más tarde estudiar las consecuencias del “accidente”, no podemos esperar que en su redacción incluya conceptos científicos relevantes—. En cualquier caso, necesitaríamos más información para poder extraer conclusiones más precisas a este respecto.
- Por último, y como ya adelantábamos al inicio de esta misma sección, el porcentaje de alumnos que **no han sabido o no han querido contestar** a las preguntas planteadas es mucho menor que en el caso de la evaluación inicial. Hay una serie de factores que pueden tener que ver con este aumento de la participación en las respuestas: el cuestionario es más sencillo, las preguntas no incluyen en su formulación relación aparente con el contenido de *Física y Química* y esto puede ocasionar que el alumno se sienta menos escrutado. Independientemente del motivo, lo cierto es que el mayor número de respuestas ayuda a enriquecer el análisis y resulta a todas luces positivo.

Evidentemente, el análisis aquí presentado no agota las posibilidades de estudio de las respuestas que el alumnado de los dos grupos ha planteado a las preguntas abiertas. Las conclusiones que se han señalado en este documento constituyen una lectura de entre tantas posibles, centrada principalmente en los aspectos que nos han interesado por estar de algún modo alineados con los objetivos iniciales del trabajo. Otro tipo de interpretaciones, si bien serían de seguro enriquecedoras y valiosas, no se plantearán aquí.

7.3. Autoevaluación

Todo proyecto que se emprenda en general –y toda propuesta de innovación en particular–, deben venir acompañados necesariamente de una reflexión crítica sobre su planteamiento y ejecución, con el fin de conseguir una perspectiva que permita destacar sus puntos fuertes y aspectos de mejora. Sólo así será posible aprovechar al máximo las posibilidades que ofrece una propuesta en concreto, así como intentar entender qué aspectos han incidido especialmente y en qué forma en el proceso de enseñanza-aprendizaje, tanto de forma positiva como negativa. De este modo, podremos proponer las mejoras oportunas para la propuesta, que pueden ir desde el refuerzo de determinadas actividades hasta el abandono de otras, pasando por la introducción de modificaciones más o menos ligeras en cualquiera de los planteamientos.

Con el fin de estructurar esta reflexión de la manera más clara y útil posible, se ha dividido en dos secciones: una dedicada al análisis de las actividades realizadas y la metodología seguida, y la otra centrada en la labor del profesor en la ejecución de la propuesta. Los razonamientos que aquí se presentan vienen, como no podría ser de otra manera, impregnados de un espíritu crítico que dista mucho de poder ser considerado objetivo, ya que la evaluación en el sentido más centrado en la consecución de los objetivos de aprendizaje relacionados con contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales se ha desarrollado en apartados anteriores, y será asimismo implícitamente considerada en la sección final dedicada a las conclusiones (apartado 8). De este modo, en esta sección se expondrán determinadas opiniones personales surgidas a raíz de la experiencia en el aula, así como basadas en información recogida a los alumnos a lo largo del desarrollo de la propuesta.

Sin embargo, a pesar de esta cierta carga subjetiva que, como no puede ser de otra manera, está siempre presente en toda reflexión sobre la propia labor, esto no puede ser óbice para que apoyemos nuestros razonamientos en fundamentos sólidos. Debemos tener presente que el objetivo de todo esto es la mejora de nuestro papel como docentes y de la metodología que empleamos, y por tanto un espacio de reflexión crítica no puede convertirse en una suerte de creencias, opiniones infundadas o argumentos sin evidencias que los respalden. En resumen, el cuerpo de esta sección condensa una serie de reflexiones y opiniones que, lejos de presentarse como dogmáticas, se apoyen en evidencias objetivas. En consecuencia, es inevitable que al término de algunas de ellas se planteen interrogantes que deban quedar abiertos en mayor o menor medida, al no disponer de la información suficiente para su esclarecimiento.

7.3.1. Actividades realizadas y metodología

La primera pregunta obligada al analizar las actividades y la metodología será si se han alcanzado o no los objetivos propuestos al inicio. Tendremos a continuación oportunidad de evaluar si el grupo de control ha logrado también algunos y si, en consecuencia, nuestra metodología no ha aportado en ese punto el valor añadido que perseguía al principio. Recuperemos ahora los objetivos iniciales para poder analizar su grado de cumplimiento. Podemos agrupar determinadas conclusiones relacionadas estrechamente con los objetivos expuestos en el apartado 3:

- No cabe duda de que hemos intentado que el alumnado viera los beneficios de utilizar la prensa como campo de **aplicación de los conceptos vistos en clase**. Aunque la propuesta se ha centrado en unos contenidos muy concretos dentro del currículo, el campo ha pretendido expandirse, en la medida de lo posible. No en vano en la evaluación final se han incluido referencias a otros contenidos ajenos a la unidad, y los alumnos han respondido bastante bien a ello. Aun así, al analizar los conceptos que

han involucrado en las propuestas de la evaluación final, la mayoría de los que han incorporado conceptos complejos han recurrido a contenidos relacionados con las unidades sobre energía. Esto puede interpretarse, al menos, desde dos puntos de vista: bien el alumnado ha asociado las preguntas de la evaluación inicial al último tema visto en clase, bien nuestra metodología ha logrado contribuir a la incorporación de conceptos a las explicaciones tal y como pretendíamos al inicio. Desde una perspectiva prudente, nos vemos en la obligación de asumir que no tenemos información suficiente para decantarnos por ninguna de las dos posibilidades, por lo que se trata ésta de una de esas cuestiones que ya anticipábamos al inicio que podían quedar abiertas.

- Con la **creatividad**, sin embargo, es más complicado encontrar una interpretación que nos permita concluir que la metodología utilizada ha aportado efectivamente algo a este respecto. Al analizar las respuestas del alumnado, hemos podido comprobar que las principales diferencias entre las de los dos grupos radicaban principalmente en la mayor propuesta de actividades teóricas por parte del grupo experimental. Si bien puede considerarse positivo que el alumnado del grupo experimental haya planteado actividades realistas, no podemos considerar beneficioso que se hayan propuesto tan pocas actividades prácticas o que impliquen situaciones más originales que los clásicos cálculos “de papel y lápiz”. Se han planteado, por ejemplo, pocas actividades de investigación o propuestas tipo debate o discusión en grupo. En este sentido, parece bastante claro que el corte de las actividades ha podido condicionar las respuestas del grupo experimental en un sentido negativo, al haberse realizado con el grupo actividades de carácter principalmente teórico. Concluimos por tanto que, si queremos estimular la creatividad, la metodología debería modificarse en el sentido de incluir actividades más variadas que incluyeran algún tipo de carga experimental. Además, será necesario aumentar tanto el número como la calidad de preguntas abiertas que se incorporen a las actividades, y dedicar más tiempo y esfuerzo a las mismas.
- Otro objetivo planteado al inicio era el desarrollo del **espíritu crítico** en el alumnado a la hora de interpretar las noticias en prensa. A este respecto el tratamiento, quizás subordinado a la consecución de los objetivos de la unidad didáctica más que al desarrollo de competencias, ha podido desviarse de este objetivo en particular durante su puesta en práctica. Quizás los árboles nos han impedido ver el bosque, ya que aunque individualmente sí hemos trabajado aspectos críticos, comentando mediante debates y argumentaciones aquellos aspectos cruciales en cada una de las noticias empleadas, no hemos sabido darle al conjunto un sentido de unidad que priorizara el análisis crítico por encima de otros objetivos. La consecuencia ha sido que el espíritu crítico se diluyera entre resoluciones individuales de problemas concretos. Una alternativa sería proponer, de nuevo con más tiempo y esfuerzo al respecto, una involucración más activa del alumnado en el análisis crítico de las noticias. Por ejemplo, una posibilidad sería que fuesen ellos mismos quienes propusieran las noticias y las analizaran con ojo crítico, mostrando posteriormente al resto de compañeros en qué puntos creen ellos que el contenido o su presentación resulta correcto o no desde el punto de vista científico. De este modo se trabajarían, a su vez, competencias básicas tales como **aprender a aprender** o la **competencia social y ciudadana**, que quizás en la presente propuesta no hayan contado con el protagonismo que deberían haber tenido.
- En lo que sí parece que la metodología ha resultado eficaz, al menos en su combinación con la metodología tradicional, es en el logro de los **objetivos curriculares** asociados a la unidad didáctica que se ha desarrollado. En efecto, los resultados en la prueba escrita han sido, en general, positivos, por lo que las actividades planteadas parece que sí han jugado un papel relevante en este sentido. Para poder aseverar que la propuesta aquí desarrollada ha sido importante en el aprendizaje de contenidos científicos, además de los resultados del examen final, se ha tenido en cuenta la opinión del propio alumnado sobre las actividades realizadas. Las conclusiones a este

respecto muestran que, cuanto menos, la presentación atractiva de la unidad didáctica ha favorecido la disposición de los alumnos a estudiarla. Un análisis más preciso pasaría por haber ejecutado una actividad de evaluación final alternativa a la prueba escrita que el centro requiere. Así, podríamos haber propuesto actividades con características adicionales, sin necesidad de la continuidad que hemos mantenido con la metodología tradicional. Lo que se ha tratado de evitar al plantear las actividades tal y como se ha hecho es que las mismas supusieran un escollo más que una ayuda de cara al examen escrito, y por tanto ha sido el mismo modelo de evaluación el que las ha limitado.

- Adicionalmente, se pretendía una iniciación a la realización de **cálculos aproximados, estimaciones y suposiciones**, tan útiles en ciencia, así como a la exploración de sus límites y validez en determinadas situaciones. Para evaluar su consecución, podemos echar un vistazo de nuevo a las propuestas del alumnado en la evaluación final, teniendo presente que el grupo experimental ha desarrollado actividades en las que ha tenido que incorporar información no proporcionada de manera explícita en el enunciado de las cuestiones, buscándola por su cuenta o realizando estimaciones razonadas. Las propuestas del grupo experimental son, como ya se ha comentado, de un carácter más teórico, e involucran más conceptos científicos y relaciones más complejas entre ellos. Además, para lograr determinadas relaciones entre los conceptos implicados en sus explicaciones, los alumnos no dudan en hacer suposiciones en el planteamiento o en señalar la necesidad de información adicional. Por ejemplo, encontramos expresiones como “*Si el interior de la nave está a 15°C y ésta pesa 3000 kg...*” o “*Qué masa tendría el tren suponiendo un coeficiente de rozamiento de 0,1*”. Este tipo de planteamientos son menos frecuentes en el grupo de control, por lo que sí parece que el trabajo desarrollado ha servido para ampliar los horizontes del tratamiento de ejercicios más allá de los datos que se dan en el enunciado.

En cualquier caso, todas estas reflexiones que relacionan el desarrollo de las actividades con la consecución de los objetivos deben tomarse con cautela. En realidad, parte del planteamiento ha supuesto combinar la metodología basada en noticias con la tradicional, por lo que algunas de las conclusiones son difíciles de trazar hasta la búsqueda de su origen en una relación causa-efecto más o menos directa. Además, hemos contado con un número relativamente reducido de actividades; sería interesante estudiar los efectos de esta metodología planteada de manera específica durante un período de tiempo más largo.

Puede resultar conveniente también, para explicar la respuesta del alumnado a la solicitud de actividades y la aparente poca creatividad en el planteamiento de sus propuestas, recurrir a los mismos términos que se han utilizado en el apartado 2.2.3 respecto al **desarrollo cognitivo** de los alumnos. En dicha sección, planteábamos el desconocimiento que teníamos sobre las posibles diferencias entre el estadio en que se encontraran los miembros del grupo —en realidad, el subestadio dentro del período de las operaciones formales—. Las conclusiones pueden tener que ver con distintos niveles de adquisición de determinadas habilidades, ya que hemos visto diferencias significativas entre modos de razonamiento simples y otros más complejos. Analizar bajo este prisma la creatividad de las respuestas quizás es aventurarse demasiado, pero podrían plantearse interrogantes a este respecto. ¿Puede tratarse de una cuestión de desarrollo cognoscitivo que exceda nuestras posibilidades de trabajo en el aula? Contestar a esta pregunta requeriría un estudio bastante más profundo del que aquí se presenta, por lo que baste en este trabajo con señalar la relevancia de las etapas del desarrollo en las actividades con adolescentes y la interpretación de las conclusiones asociadas a las mismas.

Para terminar, debemos señalar que la metodología presentada ha resultado especialmente conveniente para tratar en concreto las secciones del currículo que se han abordado

con ella. Habría resultado mucho más complicado o forzado tratar mediante prensa generalista otros bloques del temario de 4º de ESO, como la formulación y nomenclatura orgánicas, por ejemplo, mientras que las cuestiones energéticas están presentes en un mayor número de situaciones cotidianamente reflejadas en prensa.

7.3.2. El papel del profesor

Hemos visto que a la hora de evaluar las actividades propuestas y la metodología realizada, un factor clave ha sido la decisión tomada al inicio de hacer la propuesta compatible con la metodología tradicional del centro, con los beneficios e inconvenientes que esto puede suponer. En el caso de la evaluación del papel del docente, sin embargo, esta distinción puede dejarse a un lado, ya que el trabajo del profesor, utilice o no noticias, ha sido el mismo en lo referente a aspectos tales como su trato con los alumnos, la coherencia y claridad en las explicaciones, gestión de las distintas situaciones que puedan darse en el aula, etc. Además, la metodología basada en noticias incluye algunas actividades que implican la explicación de contenidos por parte del profesor, y en este sentido resulta clave la capacidad del docente para comunicar y hacerse entender en las explicaciones. Discutiremos, en consecuencia, el papel del docente en los aspectos tanto de transmisor de conocimientos al estilo tradicional como de promotor de actividades alternativas de un carácter más innovador.

Con el fin de basar el análisis de la función del profesor en información procedente del mayor número de fuente posible, a la autorreflexión sistemática al final de cada sesión se ha unido el *feed-back* solicitado a la profesora habitual del grupo experimental –presente en todas las sesiones– durante la puesta en práctica de las actividades. A partir de sus comentarios se han modificado algunos aspectos tanto en las explicaciones como en la resolución de ejercicios (orden de exposición, terminología o métodos empleados, etc.). También se ha solicitado al alumnado su opinión, para lo cual se les invitó a que, de manera anónima, incluyeran en el cuestionario de evaluación final cualquier tipo de comentario o reflexión que quisieran hacer sobre la asignatura en general o la función del docente en particular¹¹.

La información proporcionada por la profesora titular y por los alumnos invita al optimismo. Las valoraciones más positivas han venido del alumnado, que en términos generales ha considerado la metodología como entretenida y las explicaciones como claras y amenas. Señalan también que el profesor “les ha hecho pensar” y ponen en valor los esfuerzos realizados en este sentido. Algún alumno indica, de hecho, que no tiene “ninguna queja”, al haberse desarrollado las sesiones “mejor de lo que esperaba”. Este tipo de aseveraciones anima a pensar que, al menos en algunos casos, se han superado las expectativas del alumnado en lo que se refiere al profesor –no demasiado altas por lo que parece–.

Por mi parte¹², pienso que uno de los errores cometidos en el planteamiento de la unidad ha sido la ausencia de actividades prácticas o que otorgasen un protagonismo mayor al alumnado, verdadero centro de su aprendizaje. He jugado un papel que ha combinado, por momentos, funciones de transmisor de conocimientos y moderador de debates, pero también de incitador a la participación y al análisis crítico sobre la información disponible. Respecto de los espacios de resolución de ejercicios y problemas, me he esforzado por que fueran los alumnos los verdaderos protagonistas, y he tratado de evitar ese papel en cierto modo pasivo que he podido percibir por su parte en algunos momentos. Para ello, no he dudado en sacarlos a la pizarra cuando planteaban dudas, y en generar debates tanto sobre la forma de resolución de

¹¹ Esta invitación al aporte de opinión personal se realizó sólo en el grupo experimental, ya que sólo en él se ha intervenido de una manera activa mediante la asunción de responsabilidades docentes.

¹² Permítaseme que de aquí al final del epígrafe utilice la primera persona en singular, ya que se trata de una reflexión personal sobre la propia labor docente.

los ejercicios como sobre los resultados que se obtenían. Los mismos principios se han aplicado a las actividades con noticias, pero en este caso tengo la percepción de que la propia metodología resultaba en ocasiones demasiado centrada en el profesor, dificultando así, como se ha desarrollado anteriormente, un trabajo en profundidad de actitudes críticas y creativas en el alumnado.

Atendiendo ahora a los resultados del examen escrito, estoy satisfecho con mi labor. He optado conscientemente por incorporar algún elemento “que hiciera pensar”, pero a la vez he huido de incluir en la prueba preguntas no alineadas con la metodología seguida en clase y con el tipo de ejercicios realizados. De hecho, uno de los ejercicios que se han incluido en el examen fue resuelto en clase previamente (ejercicio 5), y el resto de ellos se encuentran en sintonía con lo trabajado en el aula. De haber tenido la posibilidad de desarrollar más unidades didácticas, estoy prácticamente seguro de que habría conseguido que el alumnado se acostumbrara a esas preguntas “de pensar”, ya que habría hecho un esfuerzo especial para trabajar esas cuestiones en las actividades de clase. En cualquier caso, éste será uno de los pilares en que fundamente mi papel como docente de ahora en adelante.

Las propuestas de mejora que pueden realizarse respecto de la función del docente pueden venir, en resumidas cuentas, orientadas a desplazar a éste del centro para colocar al alumno como protagonista. Quizás al haber intentado tratar la creatividad con las herramientas con que lo hemos hecho hemos podido cercenar en algún momento la del propio alumnado, ya que de algún modo habríamos condicionado su manera de pensar empujando a los estudiantes a adoptar un punto de vista excesivamente teórico sobre los asuntos tratados. De alguna manera, habríamos tratado de apagar un fuego con gasolina, y por tanto nos habríamos alejado de nuestro objetivo inicial. Parece ser que tenemos, por tanto, aspectos de mejora importantes en este sentido.

8. Conclusiones finales

A lo largo del documento han ido desgranándose poco a poco las conclusiones individuales de cada apartado. Así, llegados a este punto, nos limitaremos a resumir sucintamente los aspectos más relevantes que hemos obtenido durante el proceso de diseño, planificación, puesta en práctica y evaluación de la propuesta de innovación. Los resultados, en cualquier caso, deben interpretarse con cautela, debido a que se trata de una experiencia que se ha desarrollado en poco tiempo y en combinación con una metodología tradicional por exigencias del contexto. Esta combinación se ha mostrado muy eficaz a la hora de integrar la propuesta en la vida del centro y ha venido bien para ayudar a los estudiantes a superar el examen de la unidad pero, por otra parte, ha ocasionado que la evaluación de los efectos de la metodología sobre el aprendizaje fuera más complicada.

Principalmente, resulta arriesgado generalizar con conclusiones relacionadas con la contribución de la propuesta al desarrollo de competencias, ya que esto requiere un período de tiempo marcadamente superior al que hemos invertido en poner en práctica la propuesta. Respecto de los resultados que hemos cuantificado, además, también debemos poner algún matiz, ya que hemos contado con un grupo de alumnos relativamente reducido para realizar la investigación. Esto, si bien ha supuesto una ventaja de cara a poder plantear algunas actividades, hace que cualquier pequeña desviación en las respuestas a un cuestionario altere significativamente los datos y porcentajes obtenidos (una sola respuesta representa casi un 7% en un grupo de quince alumnos). En consecuencia, no generalizaremos sobre los porcentajes aquí presentados, teniendo bien presente que su función ha sido describir y estudiar los grupos involucrados en la propuesta y no describir características generales de la etapa, ya que esto correspondería a un alcance más amplio del estudio.

Partíamos de alumnos razonablemente **motivados** por la asignatura (Gráfico 1) que, a su vez, acostumbran a **mantenerse informados** sobre los principales temas de actualidad, utilizando para ello predominantemente las noticias del **telediario** (Gráfico 2 y Gráfico 3). La situación inicial a la que nos enfrentamos no nos hacía pensar que hubiera que tomar en consideración **ideas previas** más allá de las señaladas en la literatura al respecto (Tabla 3). Eso sí, encontrábamos algunas **confusiones generalizadas** y poca predisposición hacia las **preguntas abiertas** o definiciones y reflexiones precisas (Gráfico 4, Gráfico 5, Gráfico 6, Gráfico 7 y Gráfico 8).

Utilizando como base noticias de prensa generalista, hemos desarrollado una metodología que alternaba **trabajo individual y en común** en el grupo-clase y que, apoyándose en ocasiones en **cuestiones**, buscaba también fomentar la participación mediante la inclusión de **espacios de debate** y discusión en común en los que se abordaran los conceptos clave del currículo. Esta metodología se ha combinado con la **realización de ejercicios** al estilo tradicional, de tal modo que los alumnos adquirieran al tiempo herramientas suficientes como para hacer frente a un examen que respetara el modelo de evaluación que desde el centro se sigue desde hace años.

La evaluación de los resultados de esta propuesta ha tenido, por tanto, que considerar tanto los contenidos conceptuales objeto del examen como los procedimentales y actitudinales que se han buscado trabajar transversalmente durante la propuesta. Así, se ha planteado una **evaluación final** que incluía una **prueba escrita** para evaluar de acuerdo con los procedimientos del centro¹³ (Anexo V), junto con una **actividad abierta** en la que el alumno tenía que proponer ideas para trabajar en Física y Química a partir de tres titulares de prensa, seleccionados adecuadamente para que se prestaran a ello (Anexo II).

Respecto a los resultados obtenidos, las diferencias observadas entre el grupo experimental y el control en cuanto a las **calificaciones** en sus respectivos exámenes han sido explicadas atendiendo a las distintas trayectorias que los grupos han seguido a lo largo del curso, así como teniendo presentes las diferencias entre las características de la evaluación de sus respectivos docentes habituales. Por otra parte, respecto de los procedimientos tales como la aplicación de conceptos adquiridos, los resultados sí han mostrado diferencias entre los grupos. En definitiva, las principales conclusiones que ha arrojado esta evaluación final por titulares pueden resumirse de la siguiente manera:

- Los alumnos del grupo experimental tienden a proponer actividades que implican **cálculos teóricos**, sean éstos directos o implicando relaciones más complejas entre conceptos. Por su parte, los alumnos del grupo de control tienden a plantear más **actividades prácticas**, si bien muchas de ellas no son realistas o no suponen un aporte significativo al proceso de enseñanza-aprendizaje, quedándose en una mera anécdota.
- Asimismo, los alumnos del grupo experimental **incorporan más conceptos clave** a sus propuestas, al tiempo que éstos revisten un grado de complejidad mayor que los que incorpora el grupo de control. La mayoría de las propuestas de este último grupo, sin embargo, no implica ningún concepto tratado en el currículo en su formulación.
- Este aumento en el uso de conceptos científicos por parte del grupo experimental se deja ver también en que una mayor proporción de alumnos del mismo **ha utilizado conceptos de manera errónea o confusa**. Aunque fuera de manera errónea –lo cual no deja de ser un aspecto de mejora–, los alumnos del grupo experimental tienden a la utilización de conceptos técnicos en la formulación de actividades.

¹³ Como se ha comentado en su momento, la actividad 5 trata de intercambios de calor y energía térmica, y por tanto el examen no responde en modo alguno a su evaluación.

- En ambos grupos, un mayor número de alumnos ha respondido a las **preguntas abiertas** respecto de la situación en la evaluación inicial, de modo que las respuestas tipo “No sabe / no contesta” son mucho menores en la evaluación final que al inicio.
- **Pocos alumnos han planteado investigaciones** o actividades que se salieran de un guion cerrado para su ejecución. Parece que la búsqueda de información adicional y la incorporación de una metodología investigadora a la asignatura no se encuentra muy presente en el alumnado en general. Tampoco se han planteado demasiadas propuestas de **debate o discusión** razonada sobre ningún tema. Algún alumno sí ha propuesto actividades en este sentido, relacionando los titulares con aspectos sociales, tecnológicos o ambientales de la ciencia, pero se trata de una excepción en el conjunto de los dos grupos.

Para concluir, se ha realizado un ejercicio de **evaluación sobre los principales resultados** obtenidos en relación tanto a la propia **propuesta** y sus actividades asociadas, como en lo referente al **papel del docente** en su diseño, desarrollo y evaluación. A este respecto, se destacan las siguientes **reflexiones**:

- Los resultados de aprendizaje evaluable por **examen** han sido satisfactorios, lo que se interpreta como una consecuencia directa de la opción de combinar metodología basada en prensa con la resolución tradicional de ejercicios.
- Sin embargo, aspectos tan cruciales como el desarrollo de la **creatividad** y del **espíritu crítico** orientados al análisis de la información periodística quizás se han situado en un plano algo inferior a otros. Esta situación podría revertirse, posiblemente, mediante un mayor esfuerzo en colocar al **alumno como centro** inequívoco del proceso de enseñanza-aprendizaje, otorgándole **más protagonismo** en el desarrollo de las actividades.
- La metodología ha permitido **incorporar los cálculos aproximados y las estimaciones** de una manera natural a las propuestas de las actividades, lo que es un elemento también importante en el razonamiento científico.
- Partiendo de la información obtenida de la profesora titular, así como de las opiniones solicitadas a los propios alumnos, se ha realizado una **autorreflexión** centrada en la ejecución de tareas docentes en actividades diversas, y se han formulado algunas propuestas que puedan servir de ayuda de cara a la **mejora continua** en la labor del profesor.

En definitiva, se han obtenido una serie de resultados a partir de los cuales se puede interpretar fácilmente qué aspectos de la propuesta son convenientes para su ejecución en el aula bajo diferentes circunstancias. Se ha tratado, en consecuencia, de plantear una propuesta cuya evaluación final no pretende ser sino un punto y seguido que continúe con la incorporación a la misma de aquellos elementos que puedan enriquecerla y mejorarla, o con la eliminación de los que puedan resultar menos adecuados a sus propósitos. Esperemos que sea de utilidad.

9. Referencias

- Abad, J., & Matarín, M. F. (2000). La prensa como instrumento didáctico para la investigación y el aprendizaje significativo. *Investigación en la escuela*, 71-77.
- Anta Torres, G. d., Manrique del Campo, M. J., & Ruiz González, M. L. (1995). Noticias para plantear problemas. *Alambique*(5), 59-65.
- Arróspide Román, M. C., & Manuel García, M. d. (2011). *Física y Química 04* (Vol. 2). Edelvives.
- Cabello, J. (2015). *Física y Química IES El Chaparil*. Obtenido de http://www.jcabello.es/documentos/docfisyqui4/energiaytrabajo_solucion.pdf
- Colegio Marista Cristo Rey. (2015). *Wiki*. Obtenido de https://maristascoruna.wikispaces.com/file/view/trabajo_y_energia.pdf
- Decreto de currículo (2007). España. Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, 29 de mayo de 2007, núm. 126, pp. 48-139.
- Decreto de enseñanzas mínimas (2007). España. Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial del Estado, 5 de enero de 2007, núm. 5, pp. 677-773
- Delval, J. (1994). *El desarrollo humano*. Madrid: Siglo XXI.
- Edebé. (2011). *Física y Química 4 ESO*. Barcelona: Edebé.
- Ezquerro Martínez, Á., & Polo Díez, A. M. (2010). Una exploración sobre la televisión y la ciencia que ve el alumnado. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 9(3), 696-715.
- Gadea, I., Vilches, A., & Gil, D. (2009). Posibles usos de la prensa en la educación científica y tecnológica. *Didáctica de las ciencias experimentales y sociales*(23), 153-169.
- García, J. A., Pozas, A., Peña, Á., & Cardona, Á. R. (2004). *Física y Química 4 ESO*. McGraw-Hill.
- García-Carmona, A. (2014). Naturaleza de la ciencia en noticias científicas de la prensa: análisis del contenido y potencialidades didácticas. *Enseñanza de las ciencias*(32.3), 493-509. DOI:<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ensciencias.1307>
- Garritz, A. (2010). La enseñanza de la ciencia en una sociedad con incertidumbre y cambios acelerados. *Enseñanza de las ciencias*, 28(3), 315-326. DOI:<http://dx.doi.org/10.5565/rev/ec/v28n3.4>
- Hierrezuelo, J., & Molina, E. (1990). Una propuesta para la introducción del concepto de energía en el Bachillerato. *Enseñanza de las ciencias*, 8(1), 23-30.

- Jiménez-Liso, M. R., Hernández-Villalobos, L., & Lapetina, J. (2010). Dificultades y propuestas para utilizar las noticias científicas de la prensa en el aula de ciencias. *Eureka*(7(1)), 107-126.
- LOE (2006). España. Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación. Boletín Oficial del Estado, 3 de mayo de 2006, núm. 106, pp. 17158-17207.
- Mazzitelli, C. A., Maturano, C. I., & Macías, A. (2013). Dificultades estratégicas en la comprensión lectora de estudiantes de Ciencias Naturales. *Revista electrónica de investigación en ciencias*, 8(2), 33-48.
- Oliva, M. J. (1999). Algunas reflexiones sobre las concepciones alternativas y el cambio conceptual. *Enseñanza de las ciencias*(17), 93-107.
- Oliveras, B., Márquez, C., & Sanmartí, N. (2011). The Use of Newspaper Articles as a Tool to Develop Critical Thinking in Science Classes. *International Journal of Science Education*, 1-21. DOI:<http://dx.doi.org/10.1080/09500693.2011.586736>
- Posada, J. M. (2000). El estudio didáctico de las ideas previas. En F. J. Perales Palacios, & P. Cañal de León, *Didáctica de las ciencias experimentales* (págs. 365-388). Alcoy: Marfil.
- Pozo, J. I. (1997). La crisis de la educación científica. ¿Volver a lo básico o volver al constructivismo? *Alambique*(14), 91-104.
- Pozo, J. I., & Gómez, M. Á. (2001). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Morata.
- Rosnoble, J.-F. (2015). *German Airbus crashes in French Alps with 150 dead, black box found*. 24 de marzo de 2015. Recuperado el 12 de junio de 2015, de Reuters: <http://www.reuters.com/article/2015/03/24/us-france-crash-airbus-lufthansa-idUSKBN0MK0ZP20150324>
- Ruiz, J. (2010). La creatividad en la educación secundaria. *Apuntes de pedagogía*, 16-17. Recuperado el 5 de junio de 2015, de <https://www.cdilmadrid.org/cdl/htdocs/boletines/encartes/apuntespedagogia3.pdf>
- Sanmartí, N. (2000). El diseño de unidades didácticas. En F. J. Perales Palacios, & P. Cañal de León, *Didáctica de las ciencias experimentales* (pág. 250). Alcoy: Marfil.
- Sanmartí, N. (2007). *10 ideas clave. Evaluar para aprender*. Barcelona: Graó.
- Santillana. (2003). *Física y Química 4*. Madrid: Santillana.

Anexo I: Test de evaluación inicial

4º ESO

APELLIDOS:
NOMBRE:
FECHA:
GRUPO:

1. Ordena las asignaturas que cursas de la que más te gusta a la que menos.
2. ¿Sueles estar al corriente de las noticias de actualidad? (Sí/No)
Señala, aproximadamente, con qué frecuencia utilizas los siguientes medios de comunicación **para informarte sobre la actualidad**:

	Nunca o casi nunca	Pocas veces al mes	Una vez por semana	Varias veces por semana	Diariamente
Telediaros					
Periódicos en papel					
Periódicos digitales					
Radio					
Redes sociales (Facebook, Instagram...)					
Enciclopedias digitales (Wikipedia...)					
Otras páginas web y blogs					
Otros					
.....					

3. ¿Cuáles son las tres noticias más recientes que recuerdas?
4. Pepito y Juanito están hirviendo agua. Pepito tiene doble cantidad que Juanito. Los dos utilizan mecheros iguales y termómetros idénticos para medir la temperatura. La temperatura que lee Pepito es...
 - a) Más alta que la que lee Juanito.
 - b) Igual que la de Juanito.
 - c) Más baja que la de Juanito.
 - d) No lo sé.
5. En el congelador de tu casa tienes dos cubitos de hielo (A y B). A es tres veces más grande que B. La temperatura de ambos será...
 - a) La temperatura de A mayor que la de B.
 - b) La temperatura de B mayor que la de A.
 - c) Las dos temperaturas serán iguales.
 - d) No lo sé.
6. Si en clase tenemos una placa de madera y otra de metal, y medimos sus temperaturas, ¿qué obtendremos?
 - a) La temperatura de la madera será mayor.
 - b) La temperatura del metal será mayor.
 - c) Las dos temperaturas serán iguales.
 - d) No lo sé.

7. ¿Qué mide una caloría?

8. El siguiente extracto corresponde a un artículo sobre las torrijas, plato típico de Semana Santa: *Por todos es sabido que la receta tradicional de este plato contiene altos niveles de calorías, aportados por la leche entera, el azúcar, el pan blanco, los huevos y el aceite. Como alternativa, vamos a realizar su versión baja en calorías donde la principal clave es la cocción, pues las realizaremos al horno en lugar de fritas en aceite. Además, las elaboraremos a partir de productos alternativos a los convencionales para disfrutar de unas torrijas con todo su sabor.*

Torrijas con la mitad de calorías, ABC Sevilla, 16/03/2015 recuperado de <http://sevilla.abc.es/sevilla/20150316/sevi-torrijas-baja-calorias-201503121731.html>

En el texto se indica que la receta tradicional “*contiene altos niveles de calorías*”, y se propone una versión “*baja en calorías*”. ¿Crees que estas afirmaciones son correctas desde el punto de vista científico? ¿Por qué?

9. ¿Qué es la energía? Si la energía se conserva, ¿por qué se habla de crisis energética?

Anexo II: Test de evaluación final

Observa los siguientes titulares y propón, para cada uno de ellos, al menos una actividad que pienses que se puede realizar relacionada con la Física o la Química.

Titular 1



Alerta en Canarias tras hundirse un buque con 1.400 toneladas de fuel

TXEMA SANTANA, MANUEL PLANELLES

El barco, tras incendiarse e irse a pique, deja un reguero de manchas de combustible de seis kilómetros en el mar

- El País

http://politica.elpais.com/politica/2015/04/15/actualidad/1429085266_654658.html

Titular 2

A VELOCIDAD DE UN AVIÓN

Un tren japonés bate el récord mundial al superar los 600 kilómetros por hora

El 'Maglev' de levitación magnética consigue el hito en una vía de pruebas de 42 kilómetros cerca de Tokio

- El Periódico

<http://www.elperiodico.com/es/noticias/sociedad/tren-japones-bate-record-mundial-superar-los-600-kilometros-por-hora-4120136>

Titular 3

La nave de carga rusa Progress se precipita sin control hacia la Tierra

EFE / MOSCÚ | Día 29/04/2015 - 20:10h

• El Centro de Control de Vuelos Espaciales perdió el control del carguero este martes, poco después del lanzamiento, si bien se espera que se desintegre al volver a entrar en la atmósfera

- ABC

<http://www.abc.es/sociedad/20150429/abci-cohete-progress-rusia-perdido-201504291040.html>

Anexo III: Actividades

Actividad 1. Procesiones en Semana Santa		
Tipo	Noticia asociada	Objetivos
Introducción	Procesiones por toda España con motivo del Domingo de Resurrección	- Definir el trabajo como producto escalar del vector fuerza por el vector desplazamiento. - Estudiar las implicaciones de la definición de trabajo en función del ángulo entre los vectores fuerza y desplazamiento, prestando especial atención a los casos en que ambos son paralelos, antiparalelos y perpendiculares.
Puesta en práctica	Enlace (disponible a 08/06/15)	- Definir la potencia como magnitud que relaciona un trabajo realizado con el tiempo invertido en ello.
Sí		
Conceptos clave	http://www.antena3.com/videos-online/noticias/sociedad/procesiones-toda-espana-motivo-domingo-resurreccion_2015040500040.html	
- Definición de trabajo - Definición de potencia		
Desarrollo		Cuestiones a debatir
<p>Tras la visualización del vídeo, se explica el concepto de trabajo a partir del movimiento de los costaleros al llevar un paso. Mediante preguntas y respuestas se debe llegar a la diferencia entre trabajo y esfuerzo físico, para lo que se utiliza el ejemplo de los costaleros caminando en un plano horizontal. Igualmente puede introducirse el concepto de potencia relacionándolo con el tiempo que tardan en realizar un trabajo.</p> <p>Al finalizar la explicación (que será lo más interactiva posible), los alumnos resolverán las cuestiones asociadas a la actividad. En principio el trabajo es individual, pero se lleva a cabo en ambiente distendido para que puedan consultarse entre ellos y resolver dudas. Asimismo, el profesor estará disponible dando vueltas por el aula para evaluar el trabajo y atender las preguntas que puedan surgir.</p>		<p>¿Realizan trabajo los costaleros al levantar un paso? ¿Y al transportarlo sobre un terreno llano? ¿Por qué? ¿Afectaría que el terreno estuviera en cuesta?</p> <p>EJERCICIOS</p> <p>1. ¿Cuánto trabajo hay que realizar para elevar un paso de Semana Santa de 4250 kg a una altura de 80cm?</p> <p>2. Una cofradía coloca su paso de Semana Santa de 2000 kg en una vagoneta, sobre una vía recta horizontal. Calcula el trabajo realizado y la potencia media desarrollada en los siguientes casos:</p> <p>a) Empujándolo con una fuerza de 1000 N durante 50 s sin conseguir moverlo.</p> <p>b) Si se empuja con una fuerza de 2000 N en la vía y recorre 10m en 10s.</p> <p>c) Tirando de él con una fuerza de 2000 N formando un ángulo de 30° con la dirección del desplazamiento recorriendo 20 m en 10s.</p>
Evaluación		
De los alumnos	De la actividad	Del profesor
- Evaluación continua durante las actividades en clase. - Los contenidos conceptuales se evalúan en el examen, de acuerdo con el procedimiento habitual del centro.	Al tratarse de una actividad de introducción, fundamentalmente orientada a la definición de conceptos, los resultados de la misma han de valorarse en el conjunto de la unidad.	- <i>Feed-back</i> continuo del profesor habitual. - <i>Feed-back</i> del alumnado al final de la unidad. - Análisis de los resultados y autoevaluación.

Actividad 2. Desplazamientos en coche y en avión		
Tipo	Noticia asociada	Objetivos
Consolidación	Las carreteras mejoran tras una tarde de kilométricas retenciones	- Asentar las definiciones de energía potencial gravitatoria, energía cinética y energía mecánica como suma de las dos.
Puesta en práctica Sí	Enlace (disponible a 08/06/15)	- Extraer la los datos de un extracto de telediario para analizarlos mediante su relación con los contenidos de la asignatura.
Conceptos clave	http://www.antena3.com/videos-online/noticias/trafico/carreteras-mejoran-tarde-kilometricas-retenciones 2015040500072.html	- Proponer diversas formas de integrar la información de los medios a la enseñanza de la Física y Química.
- Energía potencial gravitatoria - Energía cinética - Energía mecánica		
Desarrollo		Cuestiones a debatir
<p>Una vez han sido definidos los conceptos de energía potencial gravitatoria, energía cinética y energía mecánica, se proyecta el vídeo dos veces. La primera de ellas, los alumnos sólo tienen que atender a la idea general de la noticia, con el fin de adquirir una visión global. Durante la segunda reproducción, los estudiantes deben tomar nota de todos los datos que se mencionan en el corte (número de desplazamientos en coche y en avión, kilómetros de retención, número de viajeros, etc.). Pondremos en común y compararemos lo que ha recogido cada uno, y argumentaremos por qué hemos tomado nota del dato o no. Con esa información, los alumnos deben:</p> <ul style="list-style-type: none"> - Evaluar si necesitan información adicional para resolver las cuestiones de la actividad. Necesitarán, al menos, estimar las velocidades y masas de coches y aviones, así como la altura media de vuelo de las aeronaves. - Buscar en fuentes fiables la información complementaria que se considere necesario. - Resolver las cuestiones propuestas. - Proponer un cálculo adicional o unas conclusiones relevantes que puedan basarse en los datos del extracto. <p>Los resultados de la actividad y las propuestas del alumnado se comentarán en clase en la siguiente sesión.</p>		<p>1. ¿Qué tipos de energía tienen los vehículos en función de sus características y estado (coches en movimiento o parados, aviones en movimiento...)? ¿Podemos calcular las siguientes magnitudes?</p> <ul style="list-style-type: none"> - Energías cinética y mecánica total de los desplazamientos por carretera. - Energías potencial, cinética y mecánica de todos los aviones en vuelo en cada aeropuerto. <p>2. Un avión comercial (por ejemplo, un Boeing 747) vuela con una velocidad de crucero de 900 km/h a una altura de 11500 m. Calcula:</p> <ol style="list-style-type: none"> Su energía cinética. Su energía potencial gravitatoria. Su energía mecánica. <p>3. ¿Qué implica más energía total, el conjunto de todos los aviones en vuelo simultáneamente o los coches desplazándose por carretera? Busca qué significa y a qué corresponde la unidad de energía <i>tep</i> y expresa los resultados obtenidos en <i>tep</i>. Comentaremos los resultados en clase.</p>
Evaluación		
De los alumnos	De la actividad	Del profesor
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación continua durante las actividades en clase. - Los ejercicios propuestos se comentan y corrigen en clase. - La actividad no se califica, de acuerdo con los criterios del centro (la calificación se reserva al examen de la unidad). 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de las respuestas del alumnado a las cuestiones planteadas. - Nivel de asimilación de los contenidos (evaluado en la prueba escrita). 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Feed-back</i> continuo del profesor habitual. - <i>Feed-back</i> del alumnado al final de la unidad. - Análisis de los resultados y autoevaluación.

Actividad 3. Aceleración del Ferrari de Alonso		
Tipo	Noticia asociada	Objetivos
Consolidación	0-100 km/h - 2,6s F1 Ferrari KERS – Fernando Alonso	<ul style="list-style-type: none"> - Relacionar los contenidos del tema de energía, trabajo y potencia con los conceptos de cinemática de unidades anteriores (aceleración, espacio recorrido...). - Aplicar otras unidades de potencia (CV) de uso frecuente en el mundo del motor. - Identificar la fuerza de rozamiento como la responsable fundamental de la frenada de un vehículo.
Puesta en práctica	Enlace (disponible a 08/06/15) https://www.youtube.com/watch?v=h31A4vuh-tRl	
Sí		
Conceptos clave		
<ul style="list-style-type: none"> - Definición de trabajo. - Definición de potencia y unidades de medida. - Relación trabajo-energía cinética. 		
Desarrollo		Cuestiones a debatir
<p>Esta actividad no se basa estrictamente en una noticia de medios de comunicación, sino que parte de un vídeo con una temática bastante popular entre los adolescentes, y muy estrechamente relacionada con la Física: la Fórmula 1.</p> <p>Tras la reproducción del vídeo tantas veces como sea necesario para asegurar la efectividad de la recogida de información del vídeo, hacemos un breve repaso de los conceptos de cinemática del tema anterior. Calculamos entre todos aceleración, velocidad media y espacio recorrido.</p> <p>Después, los alumnos trabajan individualmente resolviendo las cuestiones, aunque pueden hablar entre ellos en un ambiente adecuado de trabajo para resolver dudas y ayudarse mutuamente. No se prevé trabajo en casa para esta actividad, más allá de terminar los ejercicios propuestos en caso de que no le haya dado tiempo al alumno a acabarlos en clase.</p>		<ol style="list-style-type: none"> 1. El Ferrari de Fernando Alonso era capaz de acelerar desde el reposo a 100 km/h en 2,6 s. Suponiendo una masa de 675 kg entre el vehículo y el piloto, y despreciando rozamientos, calcula: <ol style="list-style-type: none"> a) El trabajo realizado por el motor en ese tiempo. b) La energía cinética adquirida. c) La potencia media desarrollada. 2. Un coche de 1000 kg viaja a 90 km/h. Advierte un obstáculo en el camino y debe frenar al máximo. Por las marcas del suelo se sabe que la distancia de frenada fue de 120m. ¿Cuánto valía la fuerza de rozamiento entre el coche y la carretera? 3. ¿Cuánta energía se pierde al frenar un coche de Fórmula 1 de 630 kg hasta el reposo si va a una velocidad de 290 km/h?
Evaluación		
De los alumnos	De la actividad	Del profesor
<ul style="list-style-type: none"> - Evaluación continua en el aula. - Corrección de las actividades en la pizarra por parte de los alumnos. - Evaluación de los contenidos conceptuales y procedimentales en el examen. 	<ul style="list-style-type: none"> - Análisis de los errores más comunes y de su posible tratamiento dentro de la actividad. - Resultados en la prueba escrita. 	<ul style="list-style-type: none"> - <i>Feed-back</i> continuo del profesor habitual. - <i>Feed-back</i> del alumnado al final de la unidad. - Análisis de los resultados y autoevaluación.

Actividad 4. Inauguración de la montaña rusa Fury 325		
Tipo	Noticia asociada	Objetivos
Síntesis	La montaña rusa más alta y rápida del mundo, inaugurada en Carolina del Sur (EEUU)	- Aplicar el Principio de Conservación de la Energía Mecánica a una situación real. - Deducir la existencia de pérdidas de energía por rozamiento a partir del Principio de Conservación, y calcular esas pérdidas.
Puesta en práctica Sí	Enlace (disponible a 08/06/15)	- Poner de manifiesto la utilidad de los balances de energía en cálculos mecánicos.
Conceptos clave - Energía potencial gravitatoria - Energía cinética - Balances de energía - Trabajo de rozamiento	http://www.20minutos.es/noticia/2418695/0/montana-rusa/alta-rapida-mundo/carolina-sur-eeuu/	
Desarrollo		Cuestiones a debatir
<p>La actividad se inicia con un pequeño debate sobre los diferentes tipos de energía presentes en las distintas fases del movimiento de un vagón en una montaña rusa (por el momento no consideraremos el rozamiento). Para concluirlo, puede utilizarse como material adicional la simulación disponible en el siguiente enlace:</p> <p>http://www.fisica-quimica-secundaria-bachillerato.es/animaciones-flash-interactivas/mecanica_fuerzas_gravitacion_energia/energia_potencial_cinetica_mecanica.htm</p> <p>A continuación tratamos de hacer la situación un poco más real mediante la introducción de los efectos del trabajo de rozamiento. A estas alturas, los alumnos ya conocen ese concepto, por lo que pasamos a su aplicación al caso de la montaña rusa Fury 325.</p> <p>Leemos en voz alta el artículo en clase y, tras despejar las primeras dudas que puedan surgir a raíz de su lectura, pasamos a trabajar sobre las cuestiones.</p>		<p>1. A partir de los datos del artículo, calcula las energías cinética y potencial máximas. ¿Necesitas algún dato adicional? Si es así, búscalo en alguna fuente fiable o estímalo razonadamente.</p> <p>2. ¿Coinciden las energías máximas calculadas en la cuestión anterior? ¿Por qué? En caso de que no coincidan, calcula la diferencia entre ellas y justifica a qué se debe.</p> <p>3. ¿Se te ocurre algo que podamos hacer con los datos que no hemos utilizado? (No tiene por qué pertenecer a este tema)</p>
Evaluación		
De los alumnos	De la actividad	Del profesor
- Evaluación continua en el aula. - Los conceptos se evalúan en la prueba escrita. - La creatividad a la hora de las respuestas se trata en el test final.	- Observar si las preguntas planteadas son demasiado fáciles. - Evaluar la utilidad de la actividad para desarrollar la creatividad a partir de la prueba final.	- <i>Feed-back</i> continuo del profesor habitual. - <i>Feed-back</i> del alumnado al final de la unidad. - Análisis de los resultados y auto-evaluación.

Actividad 5. Caminar sobre las brasas		
Tipo	Noticia asociada	Objetivos
Introducción	Caminar sobre brasas, una terapia para la superación personal	- Distinguir adecuadamente entre temperatura y calor.
Puesta en práctica Sí	Enlace (disponible a 08/06/15)	- Identificar todas las variables de que depende la energía térmica transferida de un cuerpo a otro (masa, calor específico y diferencia de temperaturas).
Conceptos clave	http://www.antenana3.com/noticias/sociedad/caminando-brasas-cursos-superacion-personal_2013060300246.html	- Introducir el concepto de calor específico mediante su relación con una sensación térmica.
- Calor como energía en tránsito - Diferencia entre calor y temperatura - Definición de calor específico - Transmisión de calor de un cuerpo a otro		- Introducir el sentido de los límites en que el calor específico de un material tiende a cero o a infinito.
Desarrollo		Cuestiones a debatir
<p>La actividad comienza, sin explicación previa, con la proyección del vídeo. A continuación, se lanza la pregunta al alumnado: ¿por qué creéis que no se queman las personas al caminar por las brasas? La idea es iniciar un debate en el que poco a poco vayan saliendo conceptos que se vayan reservando.</p> <p>El debate debe ser moderado por el profesor, quien además continuará formulando preguntas que sirvan de acicate para que todos los alumnos participen en la discusión. En esta fase se recogerán los conceptos que hayan sido mencionados.</p> <p>Por último, y a partir de lo que los propios alumnos hayan ido argumentando, el profesor procederá a explicar los conceptos clave, hasta plantear la ecuación que expresa el calor cedido o absorbido por un cuerpo. Entre todos, exploraremos los límites de esta expresión mediante aproximaciones relacionadas con experiencias familiares al alumnado.</p>		<p>1. ¿Por qué no se quema la gente que camina por las brasas? ¿Qué variables influyen en la cantidad de calor que transmite el carbón?</p> <p>2. ¿Crees que sucedería lo mismo si en vez de carbón caminaran sobre una plancha de metal? ¿Por qué?</p> <p>3. Imagina que, en casa, estás horneando un alimento a 200°C. ¿Hay alguna diferencia de temperatura entre el aire y la rejilla del horno? ¿Cuál de los dos crees que es más peligroso? ¿Por qué?</p>
Evaluación		
De los alumnos	De la actividad	Del profesor
<p>- Observación directa de la argumentación y participación en el debate inicial.</p> <p>- No se prevé calificación al tratarse de una actividad al inicio de la unidad didáctica, cuyo objetivo es introducir conceptos nuevos.</p>	<p>Al tratarse de una actividad de introducción, marcadamente orientada a la definición de conceptos, los resultados de la misma han de valorarse en el conjunto de la unidad.</p>	<p>- <i>Feed-back</i> continuo del profesor habitual.</p> <p>- <i>Feed-back</i> del alumnado al final de la actividad.</p> <p>- Al tratarse de una actividad introductoria de una unidad que no se desarrollará, no se prevé evaluación final del profesor.</p>

Anexo IV: Hojas de ejercicios complementarias

TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA (I) 4ºD ESO, Colegio JOYFE

1. ¿Cuánto trabajo hay que realizar para elevar un paso de Semana Santa de 4250 kg a una altura de 80cm?

Solución: $W=33320 \text{ J}$

2. Una cofradía coloca su paso de Semana Santa de 2000 kg en una vagoneta, sobre una vía recta horizontal. Calcula el trabajo realizado y la potencia media desarrollada en los siguientes casos:

- Empujándolo con una fuerza de 1000 N durante 50 s sin conseguir moverlo.
- Si se empuja con una fuerza de 2000 N en la vía y recorre 10m en 10s.
- Tirando de él con una fuerza de 2000 N formando un ángulo de 30° con la dirección del desplazamiento recorriendo 20 m en 10 s.

Solución: a) $W=0\text{J}$; $P= 0 \text{ W}$; b) $W=2 \times 10^4\text{J}$; $P= 2000 \text{ W}$; c) $W=34641\text{J}$; $P= 3464,1 \text{ W}$

3. Un escalador con una masa de 60 kg invierte 30 s en escalar una pared de 10 m de altura. Calcula:

- El peso del escalador
- El trabajo realizado en la escalada
- La potencia real del escalador

Solución: a) 588 N; b) 5880 J; c) $P= 196\text{W}$

4. En 2015, un motor de la escudería Mercedes tiene una potencia de 849 CV. Sabiendo que $1\text{CV}=736\text{W}$, calcula el trabajo que el motor es capaz de hacer en 5s.

Solución: $W=3124 \text{ KJ}$

5. Calcula el trabajo que realiza el motor de un coche de 900 kg para hacer que éste pase de estar parado a moverse a 120 km/h. ¿Qué potencia ha desarrollado el motor si lo realizó en 10 s?

Solución: $W=5 \times 10^5\text{J}$; $P= 5 \times 10^4 \text{ W}$

6. El Ferrari de Fernando Alonso era capaz de acelerar desde el reposo a 100 km/h en 2,6 s. Suponiendo una masa de 675 kg entre el vehículo y el piloto, y despreciando rozamientos, calcula:

- El trabajo realizado por el motor en ese tiempo
- La energía cinética adquirida
- La potencia media desarrollada

Solución: a) $W=2,60 \times 10^5\text{J}$; $E_c=2,60 \times 10^5 \text{ J}$; $P= 100160 \text{ W}$

7. Un coche de 1000 kg viaja a 90 km/h. Advierte un obstáculo en el camino y debe frenar al máximo. Por las marcas del suelo se sabe que la distancia de frenada fue de 120 m. ¿Cuánto valía la fuerza de rozamiento entre el coche y la carretera?

8. ¿Cuánta energía se pierde al frenar un coche de Fórmula 1 de 630 kg hasta el reposo si va a una velocidad de 290 km/h?

Solución: $E=2044 \text{ KJ}$

9. La primera subida de una montaña rusa es a 20 m del suelo, su primera bajada es a nivel del suelo y la segunda subida es a 15 m de alto. Calcula:

- La velocidad en la primera bajada.
- La velocidad en la segunda subida, suponiendo que la montaña rusa parte del estado de reposo en la primera subida.

Solución: a) 19,8 m/s; b) 9,9 m/s

10. El vagón de una montaña rusa se acerca a una pendiente a 10 m/s. Despreciando el rozamiento, ¿cuánto podrá subir el vagón libremente sin necesidad de accionar el motor?

Solución: $h=5,1\text{m}$

11. El mismo vagón del ejercicio anterior avanza ahora a 30 m/s y se acerca a una subida de 25 m de alto. Si sube rodando libremente, ¿qué velocidad tendrá en lo alto? Si empieza con esa velocidad desde abajo, ¿podrá llegar hasta arriba?

Solución: 20,25 m/s; No

12. Se dispara verticalmente y hacia arriba un proyectil de 500 gramos con velocidad de 40 m/s.

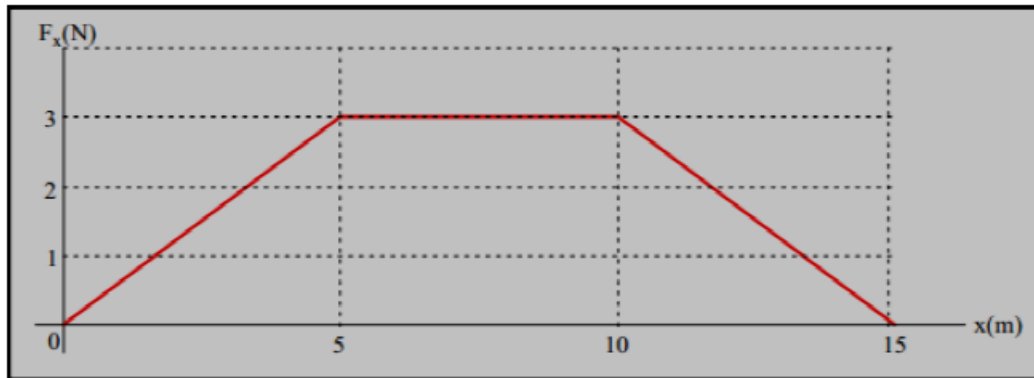
Calcula:

- La altura máxima que alcanza.
- La energía mecánica en el punto más alto.
- Su velocidad cuando está a una altura de 30 metros.

Solución: a) 81,63 m b) 400 J c) 31,81 m/s

TRABAJO, POTENCIA Y ENERGÍA (II) 4ºD ESO, Colegio JOYFE

1. Una partícula se somete a una fuerza F que varía con la posición, como se ve en la figura.



Determina el trabajo realizado por la fuerza sobre el cuerpo cuando este se mueve:

- Desde $x = 0$ hasta $x = 5,0$ m
- Desde $x = 5,0$ m hasta $x = 10$ m
- Desde $x = 10$ m hasta $x = 15$ m
- ¿Cuál es el trabajo total realizado por la fuerza a lo largo de una distancia desde $x = 0$ hasta $x=15\text{m}$?

Solución: a) $W=7,5$ J; b) $W=15$ J; c) $W= 7,5$ J; d) $W= 30$ J

2. Un avión comercial (por ejemplo, un Boeing 747) vuela con una velocidad de crucero de 900 km/h a una altura de 11500 m. Calcula:

- Su energía cinética.
- Su energía potencial gravitatoria.
- Su energía mecánica.

3. Un cohete de 5000 kg de masa rompe el motor cuando se encuentra a 100 m de altura y subiendo con una velocidad de 75 m/s. Calcula: a) La altura máxima que alcanzará. b) La velocidad con la que chocará con el suelo tras la caída.

Sol.: a) 387 m; b) 87 m/s

4. Una niña está asomada a su ventana lanzando pelotas de tenis hacia abajo. La velocidad de salida de las pelotas es de 1 m/s y la altura de la ventana es de 10 m sobre la calle. ¿A qué velocidad llegan las pelotas a la calle? Sol.: 14 m/s

5. Un saltador de pértiga de 60 kg alcanza una velocidad máxima de 12 m/s. Suponiendo que la pértiga permita transformar toda la energía cinética en potencial. a) ¿Hasta que altura se elevará? b) ¿Con qué energía caerá? c) ¿Qué velocidad llevará?

6. Una bala de 15 g perfora una tabla de 7 cm de espesor a una velocidad de 450 m/s. La fuerza de rozamiento que ofrece la tabla al paso de la bala es de 1200N. Determina la velocidad de salida de la bala una vez que atraviesa la tabla.

Sol.: 437,38m

7. Un cuerpo de 100g de masa está sujeto a un muelle y apoyado sobre un plano horizontal. La constante del muelle es 200 N/m. Separamos el conjunto 10 cm de la posición de equilibrio y lo soltamos.

a) ¿Cuál es la energía potencial inicial del cuerpo?

b) ¿Cuál es su energía mecánica?

c) ¿Cuál será la velocidad del cuerpo cuando pase por la posición de equilibrio?

Sol.: a) 1J; b) 1J; c) 4,47 m/s

8. Un cuerpo de 10 kg cae desde una altura de 20 m. Calcula:

a) La energía potencial cuando está a una altura de 10m.

b) La velocidad que tiene en ese mismo instante.

c) El trabajo que efectúa cuando llega al suelo.

d) La velocidad con que llega al suelo.

Sol.: a) 980 J; b) 14m/s; c) 1960 J; d) 19,8m/s

9. Un objeto de 250 g se deja caer desde una altura de 3 m sobre un muelle. Cuando el objeto llega al suelo, el muelle se contrae 7 cm. Calcula el valor de la constante elástica.

Sol.: 3000 N/m

Anexo V: Prueba escrita (grupo experimental)

EXAMEN 4º ESO

TRABAJO, ENERGÍA Y POTENCIA 21/04/2015

INSTRUCCIONES

- Recuerda leer bien el enunciado hasta que entiendas perfectamente la situación.
- Todos los problemas deben resolverse mediante trabajo y energía. ¡NO USES CINEMÁTICA!
- Cuidado con las unidades y... ¡buena suerte!

1. Indica si las siguientes afirmaciones son verdaderas o falsas. Debes justificar tu respuesta para obtener puntuación por dicho apartado (0,5 puntos cada apartado).

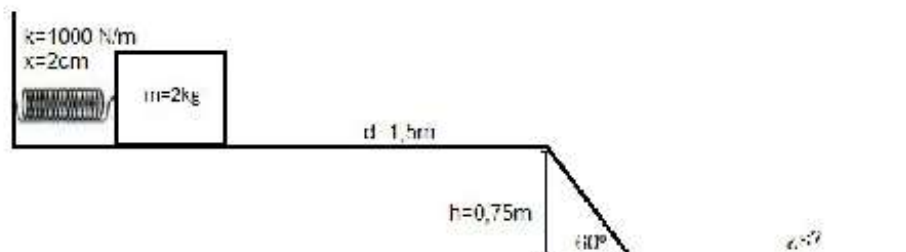
- Un motor de 50 W durante 4 min realiza más trabajo que uno de 8 CV en 5 s.
- El trabajo realizado por una fuerza perpendicular al desplazamiento es nulo.
- Un coche desplazándose a 120 km/h tiene el doble de energía cinética que cuando se desplaza a 60 km/h.

2. Calcula el trabajo que realiza un gato de 50 N de peso al trepar a un árbol de 3 m de altura. ¿Qué potencia desarrolla el gato si lo trepa en 2 s? (1,5 puntos)

3. Desde un punto situado a 6 m sobre el suelo, se lanza hacia arriba un objeto de 3 kg de masa con una velocidad de 5 m/s. Calcula (2 puntos):

- La altura máxima a la que llega el objeto.
- La velocidad cuando llega al suelo.

4. Observa la siguiente figura:



Suponiendo un coeficiente de rozamiento $\mu=0,2$ a lo largo de todo el recorrido, calcula la distancia que recorre el bloque antes de pararse (s). (3 puntos)

5. Una bala de 15 g perfora una tabla de 7 cm de espesor a una velocidad de 450 m/s. La fuerza de rozamiento que ofrece la tabla al paso de la bala es de 1200 N. Determina la velocidad de la bala una vez que atraviesa la tabla. (2 puntos).

Anexo VI: Histórico de calificaciones

GRUPO EXPERIMENTAL (4ºD)

Alumno	Media 1ª evaluación	Media 2ª evaluación	Media 3ª evaluación	Examen Hidrostática	Examen Trabajo y energía	Media 4ª evaluación
#1	4,9	6,6	6,4	6,5	6,5	6,5
#2	1,7	2,5	1,1	-	0,75	0,4
#3	NC	4,4	5,1	5	4	4,5
#4	7,2	6,6	6	5,75	6,25	6
#5	4,2	5,9	6,8	4,75	8,5	6,6
#6	4,7	7,9	7,6	5,5	8,5	7
#7	3,4	3,5	3,8	3	2	2,5
#8	6,1	5,5	6,6	4,5	5,25	4,9
#9	7,3	9	9,1	6,75	5,75	6,3
#10	5,4	6,6	6,1	6	7	6,5
#11	7,6	6	7,6	7,5	6,75	7,1
#12	4,9	5,9	6,9	5,5	5	5,3
#13	5,7	5,9	6,9	8,5	3	5,8
#14	6,7	8,9	10	8,25	6,5	7,4
#15	6	6,9	7,1	9	7,75	8,4
MEDIA	5,4	6,1	6,5	6,2	5,6	5,7

GRUPO DE CONTROL (4ºA)

Alumno	Media 1ª evaluación	Media 2ª evaluación	Media 3ª evaluación	Examen Hidrostática	Examen Trabajo y energía	Media 4ª evaluación
#1	8,4	6,75	7,9	8	6,25	7,1
#2	9,7	9,9	9,6	9,25	10	9,6
#3	5	4	5	3,75	6	4,9
#4	7	5,25	7,4	7,75	4,75	6,25
#5	7,7	4,6	5,75	6,5	8	7,25
#6	4,3	2,9	2,4	3,5	1,75	2,6
#7	6,9	5	6,25	5	5,25	5,1
#8	6	3,75	2,6	4,5	5,25	4,9
#9	9,9	7,25	7,9	8,5	8,5	8,5
#10	5	5	5	2,5	4,75	3,6
#11	6,6	6	5,9	4,25	5	4,6
#12	5,7	2,4	3,25	4,25	1,75	3,0
#13	6,3	4,9	4,1	5,25	6	5,6
#14	3,5	3,1	1,4	3,25	2,5	2,9
#15	5,2	3,9	5,4	7	7,5	7,25
#16	8,4	6,9	9,25	9,25	10	9,6
#17	9	6,5	5,4	8,25	10	9,1
#18	7	6,4	4,75	7,25	7	7,1
#19	8,7	8,3	8,5	9,25	10	9,6
#20	4,7	4,5	4,6	3,75	7	5,4
#21	5,9	8,1	7,4	6,5	9,75	8,1
#22	9,6	8,5	10	9,25	10	9,6
#23	8,8	9,5	9,6	7,5	7	7,25
#24	5,8	4,5	4,5	5,75	10	7,9
#25	5,9	5	5,25	4,75	2,25	3,5
#26	6,6	6	2,1	5	6	5,5
#27	5	5,75	5,1	4,75	7	5,9
#28	3,8	2,1	3,25	2	4,75	3,4
#29	9	7,5	7,6	7,5	10	8,75
#30	4,3	5	3,4	6,75	4,5	5,6
MEDIA	6,7	5,6	5,7	6,0	6,6	6,3