



Facultad de Educación

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA

**La motivación en el aprendizaje de la Física y la Química en el aula a
través del estudio del contexto cercano**

**Motivation in learning Physics and Chemistry in the classroom through
the study of the near context**

ALUMNO: JUAN CARCEDO HAYA

ESPECIALIDAD: FÍSICA Y QUÍMICA Y TECNOLOGÍA

TUTORA: M^a CARMEN GARCÍA ALONSO

CURSO ACADÉMICO: 2019/20

FECHA: JULIO 2020

Este texto está dedicado a los trabajadores de la industria en España, víctimas de la ignorancia, la incompetencia y el **fanatismo** de ciertos gobernantes.

RESUMEN

En este trabajo final de máster se aborda la problemática de la **motivación** de los alumnos en el estudio de las ciencias experimentales y la tecnología. En primer lugar, se realiza un análisis de la bibliografía existente en relación a dicha cuestión, en la que se detecta una notable desafección de los alumnos de Secundaria hacia dichas disciplinas.

Posteriormente se analizan algunas de las estrategias propuestas por diversos autores para hacer frente al problema indicado. De entre ellas, este trabajo se orienta en la línea del *aprendizaje en contexto*, aplicado al estudio de la asignatura Física y Química, en lo que se conoce como el enfoque CTS (Ciencia, Tecnología y Sociedad).

La propuesta de intervención aquí desarrollada se circunscribe a la asignatura Física y Química de 3º E.S.O. y más concretamente al bloque 4 relativo a la energía. Las actividades que conforman la propuesta de intervención pretenden relacionar los conceptos incluidos en dicho bloque 4 con algunos aspectos presentes en la vida cotidiana de los alumnos. Para ello, éstas se han organizado alrededor de temáticas o situaciones presentes en el contexto cercano o de actualidad, como la facturación de la energía, el almacenamiento energético en un entorno de generación eléctrica renovable o la situación actual de la industria electrointensiva.

Palabras Clave: Motivación, energía, CTS, contexto cercano.

ABSTRACT

In this postgraduate degree's final project the problem of student motivation in the study of experimental sciences and technology is addressed. In the first place, an analysis of the existing bibliography in relation to this matter is carried out, in which a significant disaffection of Secondary students towards these disciplines is detected.

Later, some of the strategies proposed by various authors to deal with the indicated problem are analyzed. Among them, this work focuses on *learning in context*, applied to the study of the subject Physics and Chemistry, in what is known as the STS (Science, Technology and Society) approach.

The proposal developed here is limited to the Physics and Chemistry subject of the 3rd course of Secondary degree and more specifically to block 4 related to energy. The activities that make up this proposal are intended to relate the concepts included in mentioned block 4 with some aspects present in the daily life of the students. To do this, they have been organized around themes or situations present in the near or current context, such as energy billing, energy storage in a renewable electricity generation environment or the current situation of the electro-intensive industry.

Keywords: Motivation, energy, STS, near context.

ÍNDICE DE CONTENIDOS

1. Introducción.....	1
2. Justificación y objetivos del trabajo	1
2.1. Planteamiento del problema	1
2.2. Objetivos del trabajo	8
3. Estado de la cuestión	10
3.1. Aprendizaje basado en problemas.....	13
3.2. Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras	14
3.3. Aprendizaje asistido por las TIC.....	14
3.4. Aprendizaje mediante prácticas experimentales.....	15
3.5. Aprendizaje mediante gamificación.....	17
3.6. Aprendizaje bajo enfoque CTS	18
3.7. Aprendizaje cooperativo.....	20
4. Propuesta didáctica de contextualización	21
4.1. Ámbito de actuación.....	21
4.2. Asignatura y destinatarios	22
4.3. Contenidos y objetivos	23
4.4. Competencias	26
4.5. Actividades propuestas	27
4.5.1. Actividad 1. <i>Medida y facturación de la energía</i>	28
4.5.2. Actividad 2. <i>Hoy no. Mañana</i>	29
4.5.3. Actividad 3. <i>Hidrógeno. ¿Una verdad incómoda?</i>	31
4.5.4. Actividad 4. <i>Alta tensión</i>	34
4.5.5. Actividad 5. <i>La industria electrointensiva</i>	35

4.6. Programación temporal	37
4.7. Evaluación del proceso	38
5. Evaluación de la propuesta	39
6. Conclusiones	40
7. Limitaciones y trabajo prospectivo	41
8. Referencias bibliográficas	42
Anexo 1. Documentación de las actividades propuestas	48

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Percepción de la importancia de la ciencia para la sociedad, según sexos	3
Figura 2. Interés en dedicarse profesionalmente a la ciencia, según sexos	4
Figura 3. Evolución de la puntuación media estimada en ciencias (PISA, 2018)5	
Figura 4. Pirámide del aprendizaje según W. Glasser	17
Figura 5. Publicación reciente sobre la facturación de la luz y el gas	29
Figura 6. Consecuencias de la visión NIMBY. © Andy Singer	33
Figura 7. Noticias recientes sobre la industria electrointensiva. Diario Montañés	37
Figura 8. Noticias (malas) recientes sobre la industria calorintensiva. Diario Montañés.....	37
Figura 9. Entrada a la zona de frenado de emergencia	55
Figura 10. Esquema de una central hidroeléctrica. Fuente: UNESA.....	57
Figura 11. Vista de la central hidroeléctrica de Aguayo. Fuente: REPSOL.....	57
Figura 12. Obtención de hidrógeno por electrolisis del agua	66
Figura 13. Producción de hidrógenos a partir de excedentes eléctricos	67
Figura 14. Sistema eléctrico considerado en el caso práctico.....	68
Figura 15. Relación entre la intensidad, la tensión y la resistencia (Fuente: Pinterest).....	70
Figura 16. Efecto de la competencia globalizada (Fuente: Diario Montañés) ..	73
Figura 17. Consecuencias del fuego amigo (Fuente: El Economista).....	74

Figura 18. Titular acerca del precio (absoluto) de la electricidad (Fuente: Expansión)	76
Figura 19. PIB per cápita en algunos países de Europa (Fuente: Eurostat)	77
Figura 20. Noticias recientes sobre la interrumpibilidad (Fuentes: AEGE y elperiodicodelaenergia.com)	78

ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Propuestas para que las clases de Ciencias sean más interesantes (Robles et al., 2007)	11
Tabla 2. Valoración de las actividades propuestas (Robles et al., 2007)	12
Tabla 3. Contenidos del bloque 4 de Física y Química – 3º ESO	23
Tabla 4. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del bloque 4	24
Tabla 5. Contenidos y temporización de actividades	38
Tabla 6. Precio del kWh no doméstico en algunos países de Europa (Fuente: Eurostat).....	76

1. Introducción

En este trabajo se afronta la problemática asociada a la enseñanza de las ciencias en general, y de la disciplina de Física y Química en particular, durante la educación secundaria obligatoria. Acotando aún más la cuestión, el estudio se refiere a los aspectos relativos a la motivación de los alumnos, pero también de los profesores.

A lo largo de las primeras páginas de este documento se pone de manifiesto que la problemática mencionada, más allá de una sospecha o una mera sensación, es una realidad sustentada en datos, los cuales se irán desgranando convenientemente.

Posteriormente, detectado el problema, se exponen de forma somera algunas de las diferentes metodologías que abordan la cuestión de la motivación en las aulas, para finalmente entrar al detalle de una propuesta didáctica concreta relativa a la enseñanza de la Física y la Química en la etapa secundaria.

Como no puede ser de otra manera, en todo momento se ha observado lo establecido en el Decreto 38/2015, de 22 de mayo, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Tal como establece el Decreto en su anexo I, la enseñanza de la Física y la Química debe incentivar un aprendizaje contextualizado.

Y es precisamente esta idea, el aprendizaje contextualizado, la razón de ser del presente trabajo final de máster.

2. Justificación y objetivos del trabajo

2.1. Planteamiento del problema

Dice el aforismo que *nadie se acuerda de Santa Bárbara hasta que truena*. Así ocurre con las ciencias experimentales, a las que todos volvemos la mirada cuando alguna pieza de nuestra cómoda existencia se sale de su sitio. Los

acontecimientos que nos ha tocado vivir a raíz de la pandemia producida por la propagación del coronavirus SARS-CoV-2, la comúnmente denominada *crisis del coronavirus*, han hecho que todo el planeta esté pendiente de que la ciencia encuentre la solución definitiva al problema en forma de una vacuna, como si ello fuese tan fácil. En este punto debe recordarse que actualmente existen muchos otros virus, incluso algunos de alta letalidad, para los que no se dispone de una vacuna, como es el caso del VIH, el ébola o la fiebre de Crimea, entre otros. En el caso del VIH, se estima que entre 23,6 y 43,8 millones de personas han fallecido en el mundo debido a enfermedades relacionadas con el SIDA desde el inicio de la epidemia (ONU, 2019).

Podría decirse, por lo tanto, que todos damos por sentado que la ciencia tiene todas las respuestas; en efecto, la ciencia puede dar muchas respuestas, pero no todas. Y, lo más importante, no responde simplemente *porque sí*. De igual manera, cuando pulsamos el interruptor de la luz esperamos que la luz se encienda, pero no nos paramos un instante a pensar en la complejidad del proceso que hace posible tan sencillo gesto.

Curiosamente, lo anterior contrasta con el hecho de que muchos estudiantes de secundaria y bachillerato perciben las materias científico – tecnológicas, concretamente la Física y Química, como poco atractivas (Solbes, 2009; Méndez 2015). Es decir, la sociedad espera que la ciencia resuelva todos los problemas pero son pocos los que se ponen manos a la obra. Nadie como Unamuno sintetizó esta idea en tan pocas palabras: *¡Que inventen ellos!*

Resulta también poco esperanzador el hecho de que el escaso interés de los alumnos por la Física y la Química continúa decreciendo a lo largo de la etapa secundaria y el bachillerato (Marbá-Tallada y Márquez, 2010). En esta misma línea, Solbes *et al.* (2007) observaron que un 70,8% de los alumnos de secundaria consultados consideraban la asignatura de Física y Química como “excesivamente difícil y aburrida, alejada de su vida cotidiana, con pocas posibilidades de éxito y sin futuro profesional”.

La misma tendencia se observa en otros estudios de amplio alcance como el realizado en la pasada década bajo el nombre de *Proyecto ROSE*, acrónimo de *Relevance Of Science Education* liderado por Svein Sjoberg, de la Universidad

de Oslo (Sjøberg y Schreiner, 2005). El objeto de este estudio fue la observación de la percepción que los estudiantes de secundaria tenían sobre la ciencia en general y sobre la formación científica en la escuela en particular. El estudio era de tipo empírico y, entre otras cuestiones, se preguntó a los estudiantes si a su juicio la ciencia y la tecnología eran importantes para el desarrollo de la sociedad. La Figura 1 muestra los resultados obtenidos en diversos países.

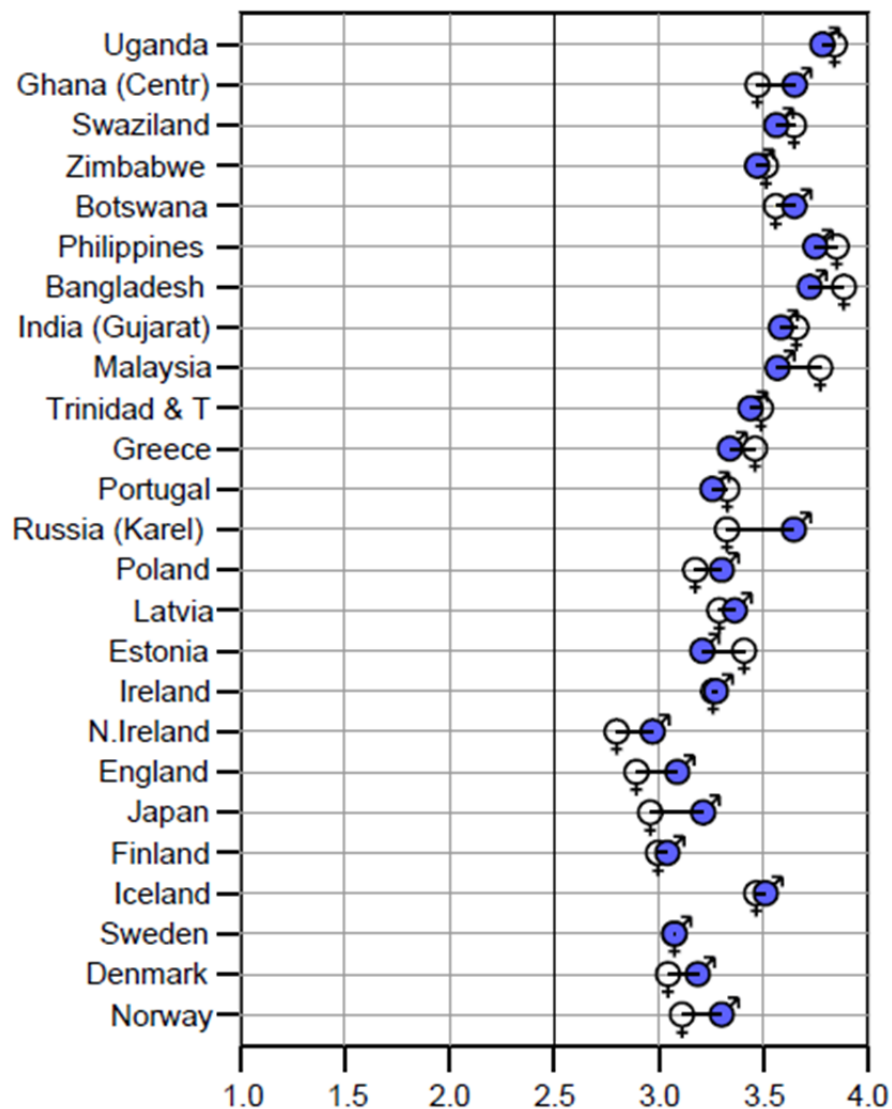


Figura 1. Percepción de la importancia de la ciencia para la sociedad, según sexos

Resulta llamativo el hecho de que los estudiantes que menos valoran la importancia de la ciencia sean los de países con mayor desarrollo científico y tecnológico. Preguntados por su interés en dedicar su vida laboral a alguna profesión directamente relacionada con la ciencia y la tecnología, de nuevo los

estudiantes pertenecientes a países más desarrollados en dichos campos fueron los menos proclives, como se muestra en la Figura 2.

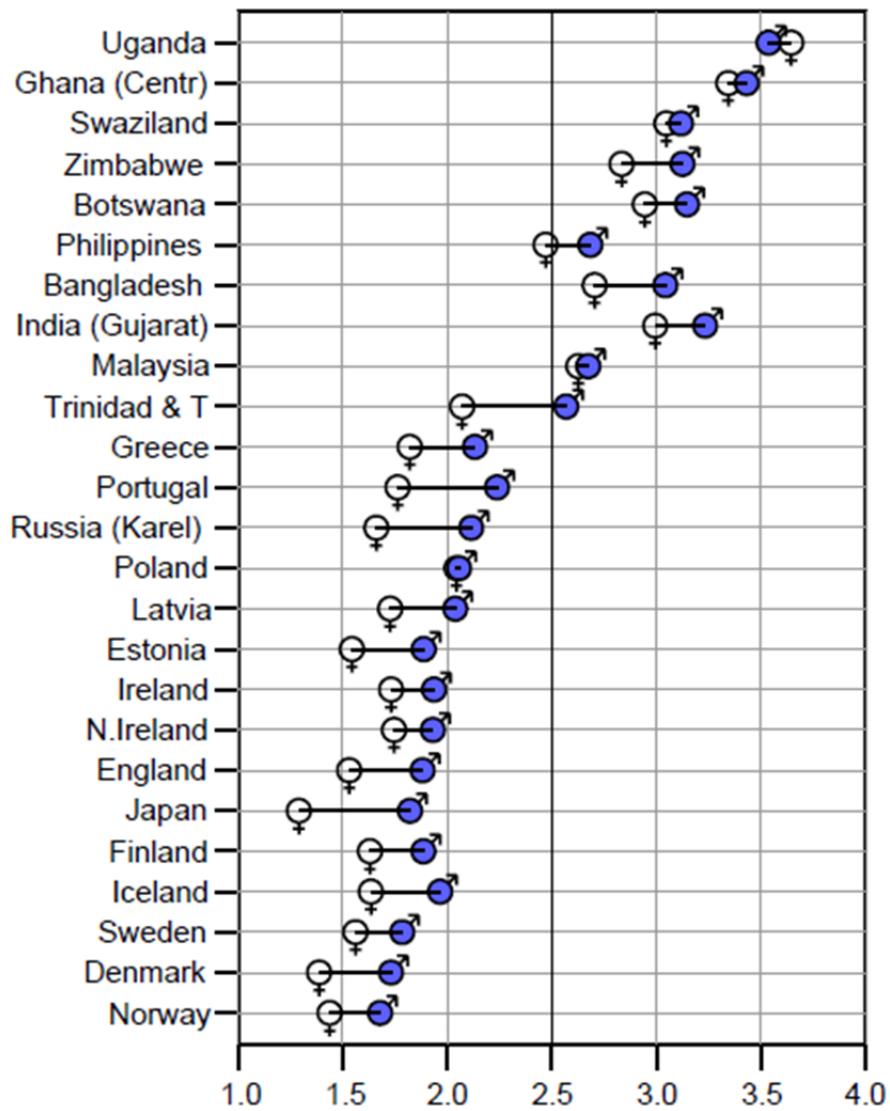


Figura 2. Interés en dedicarse profesionalmente a la ciencia, según sexos

En un posterior reporte de resultados del *Proyecto ROSE*, en el que se incorporó España como país participante, la tendencia en las observaciones era similar. En el caso de España, más del 80% de los estudiantes opinaron que la ciencia y la tecnología son positivas para el desarrollo de la sociedad. No obstante, el porcentaje que encontraba atractivas las asignaturas relacionadas con la ciencia y la tecnología en la educación secundaria descendía por debajo del 50% (Sjøberg y Schreiner, 2010).

La escasa motivación de los alumnos hacia las ciencias en la etapa secundaria se plasma en los resultados de los informes PISA que periódicamente publica la OCDE. Los últimos resultados disponibles son del año 2018 y de ellos se desprende que las puntuaciones obtenidas por los estudiantes en España muestran “un descenso estadísticamente significativo hasta encontrarse 5 puntos por debajo del ciclo 2009” (PISA, 2018). La misma tendencia se observa en el conjunto de los países de la OCDE, en los que se “muestra un descenso continuo y pronunciado, situándose en el ciclo 2018 9 puntos por debajo de la media estimada en 2009”. La Figura 3 muestra gráficamente la evolución de las puntuaciones medias estimadas en ciencias.

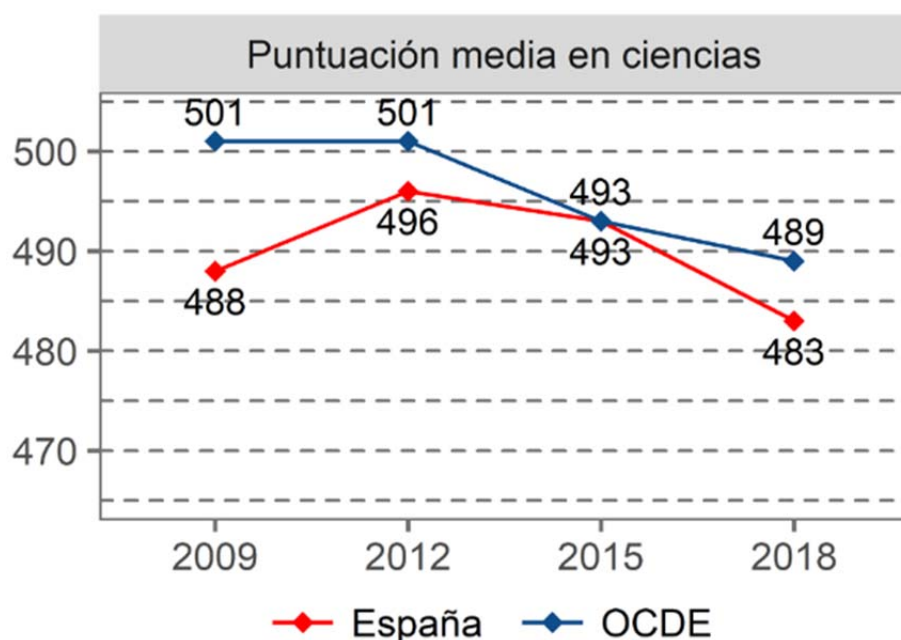


Figura 3. Evolución de la puntuación media estimada en ciencias (PISA, 2018)

Y como era de esperar, el rechazo que las asignaturas científico – tecnológicas y en concreto Física y Química provocan en gran parte de los alumnos de secundaria y bachillerato tiene su reflejo en la elección de estudios universitarios. En este punto podrían considerarse otras variables como las causas demográficas o incluso las modas, pero lo cierto es que el número de estudiantes universitarios en la rama científico – tecnológica ha venido cayendo de forma notable a lo largo de los últimos años. La Conferencia de Rectores de las Universidades Españolas (CRUE) publicó en el año 2019 un informe

titulado “La Contribución Socioeconómica del Sistema Universitario Español” en el que se analizan detalladamente algunos aspectos de la educación superior.

En dicho informe se valora la importancia de las denominadas titulaciones STEM, acrónimo utilizado para referirse a las áreas de ciencia, tecnología, ingeniería y matemáticas, por sus siglas en inglés. Textualmente se indica:

Es responsabilidad el SUE (Sistema Universitario Español) proporcionar una oferta formativa que favorezca la disponibilidad de trabajadores con competencias relacionadas con las STEM. Estas titulaciones se consideran claves para que el desarrollo de actividades económicas basadas en la digitalización no se vea frenado por escasez de trabajadores con estas cualificaciones. Sin embargo, los alumnos matriculados en el SUE en titulaciones STEM representan solamente el 24,6% del total y lo que es más preocupante, **el número de estudiantes matriculados ha caído un 30,5% desde el curso 2000 - 2001.**

En el mismo informe de la CRUE se llama la atención acerca de la escasa presencia de mujeres en titulaciones universitarias STEM, la cual cifra en un 25% de la matrícula total. A este respecto el informe indica lo siguiente:

En este sentido, el sistema preuniversitario tiene un papel determinante a la hora de despertar el interés o aflorar vocaciones en este tipo de estudios entre las mujeres de forma que se reduzcan estas diferencias formativas entre hombres y mujeres. La reducción de esta brecha de género es crucial, en la medida en que posteriormente tendrá su reflejo tanto en la brecha salarial como en las posibilidades diferenciales de género en términos de inserción laboral.

Este último párrafo no resultaría sorprendente si no fuera porque inmediatamente antes se afirma que se observa “una mayor feminización de la

rama de Ciencias de la salud (70% de mujeres en la matrícula total)". Al parecer, en este caso a la CRUE no le preocupa "despertar el interés o aflorar vocaciones en este tipo de estudios" entre los hombres "de forma que se reduzcan estas diferencias formativas entre hombres y mujeres". Y lo que resulta aún más sorprendente es que en el citado informe se asume de antemano, a tenor del texto, que **una** profesional de la salud va a tener más dificultades para acceder al mundo laboral que **un** profesional de la rama STEM y que, en caso de lograrlo, su salario va a ser inferior.

Partiendo de la premisa fundamental de que cada cual puede (o debería poder) elegir su orientación profesional según su propio criterio, sin injerencias ni imposiciones de ningún tipo, ni tampoco presiones por parte de ningún colectivo por razones de ideología, de dicho informe de la CRUE pueden extraerse dos ideas sobre las que se asienta el presente trabajo:

- El número de estudiantes de la rama STEM ha caído un 30,5% desde el curso 2000 - 2001.
- El sistema preuniversitario tiene un papel determinante a la hora de despertar el interés o aflorar vocaciones.

Lo expuesto hasta este punto podría considerarse el relato de los hechos sustentados en datos extraídos de las fuentes citadas. Existen además en la bibliografía especializada multitud de estudios que se adentran, con mayor o menor profundidad, en las causas que explican la percepción que de la ciencia tienen los alumnos de secundaria. Uno de estos estudios es el realizado de forma exhaustiva por Solbes, Montserrat y Furió en 2007, en el cual se señala "el continuo descenso de estudiantes en los estudios de ciencias y tecnología, así como en las profesiones relacionadas con las ciencias y la tecnología" como "un grave problema que merece ser investigado".

En dicho trabajo los autores detectan una mala valoración de la ciencia por parte de los alumnos "y, especialmente, la Física y Química"; asimismo apuntan a múltiples causas, a saber:

- Valoración negativa de la ciencia por parte de la sociedad.
- Relación género – aprendizaje de las ciencias (*sic*)

- Estatus de las ciencias en el sistema educativo español
- La enseñanza usual de las ciencias

Respecto a la valoración negativa de la ciencia por parte de la sociedad, los autores del mencionado estudio se basan en otros trabajos realizados por diversos autores (Holton, 1995; Dunbar, 1999) en los que se aprecia una conexión entre la química y la industria armamentística, la contaminación o la energía nuclear.

Es posible que, afortunadamente, haya también una parte de la sociedad que identifique la química con el desarrollo de vacunas y medicamentos, la seguridad alimentaria o la obtención de agua potable. Y seguramente pocas personas sean conscientes de que durante el año 2019 la tecnología que más energía eléctrica aportó al sistema eléctrico en España fue la energía nuclear, al igual que sucedió durante el año anterior, y el anterior, y el anterior, y... (REE, 2020)

Otra de las causas directamente relacionada con el presente trabajo final de máster es la relativa a la enseñanza habitual de las ciencias que continúa, según los autores, “centrada en los aspectos más conceptuales y propedéuticos” en detrimento de “otros aspectos que [...] conseguirían una mayor motivación del alumnado y un aumento de su interés hacia el estudio de las ciencias” (Furió *et al.*, 2001). Entre estos “otros aspectos” se encuentran las clases prácticas, el aprendizaje basado en proyectos, la ciencia recreativa o las relaciones CTSA (Ciencia, tecnología, sociedad y ambiente). De hecho, Solbes *et al.* (2007) sostienen que “el 52,7% de los estudiantes opinaban que aumentaría su interés si se realizaran más prácticas de laboratorio y un 16,7% demandaban que en clase se trabajasen aplicaciones y aspectos más reales”.

2.2. Objetivos del trabajo

En el epígrafe anterior se ha llamado la atención sobre el problema de la desafección por parte de los alumnos a las asignaturas de carácter científico – tecnológico en general y a la Física y Química en particular, justificándolo con datos observados por diversos autores. Una vez identificado el problema, la

ortodoxia aconseja preguntarse por la solución; y al mismo tiempo, la prudencia recomienda evaluar las herramientas disponibles con el fin de pertrecharse adecuadamente para la tarea.

En este trabajo final de máster se repasarán algunas de las herramientas disponibles que se han venido utilizando para aumentar la motivación de los alumnos durante el proceso de enseñanza – aprendizaje, como medio para mejorar los resultados académicos y, en último término, su competencia.

A continuación se elaborará una propuesta de intervención para abordar uno de los bloques temáticos de Física y Química del tercer curso de E.S.O., concretamente el bloque dedicado a la energía. La propuesta estará basada en la metodología C.T.S. o aprendizaje en contexto, dado que la energía es un campo con el que todos interactuamos de una manera u otra y no resulta difícil encontrar en nuestra vida cotidiana situaciones y/o entornos con los que los alumnos puedan conectar.

Es posible que los docentes en general tengamos cierta tendencia a considerar que nuestra asignatura es importantísima para la formación integral de nuestros alumnos. También es cierto que si no lo fuera, probablemente no se encontraría en el Decreto 38/2015, al menos como asignatura troncal o específica. Ahora bien, no nos engañemos, la finalidad de la Física y Química en la educación secundaria no es la formación de científicos, sino la que establece el artículo 4 del citado Decreto:

La Educación Secundaria Obligatoria tiene como finalidad lograr que los alumnos adquieran los elementos básicos de la cultura, especialmente en sus aspectos humanístico, artístico, científico y tecnológico; desarrollar y consolidar en ellos hábitos de estudio y de trabajo; prepararles para su incorporación a estudios posteriores y para su inserción laboral y formarles para el ejercicio de sus derechos y obligaciones en la vida como ciudadanos.

Se trata por tanto, en palabras de otros autores, de lograr “una alfabetización científica de la ciudadanía” (Rocard et al., 2007).

3. Estado de la cuestión

Al principio de este documento se anunció que se abordarían los aspectos relativos a la motivación de los alumnos y también de los profesores, pues sobre éstos recae en gran medida la responsabilidad de que la asignatura sea atractiva y estimulante para aquéllos. No en vano, la motivación es “la fuerza que impulsa y orienta la actividad del individuo dedicado a la enseñanza” (Rodríguez y Luca de Tena, 2001: p 68).

En este sentido, el hecho de que un profesor se plantee cómo aumentar la motivación de sus alumnos es señal inequívoca de su propia motivación. Ahora bien, debemos asegurarnos de conocer las herramientas de las que disponemos y cuál o cuáles son adecuadas en cada momento o situación. No parece suficiente argumentar que la Física y la Química son temas apasionantes por si solos, aunque probablemente lo sean (o debieran serlo) para el profesor. Descartada esta opción por ser poco realista, quizá debiéramos plantearnos preguntar a los interfectos.

Esto es precisamente lo que estudiaron Robles *et al.* en un trabajo publicado en el año 2007, en el cual se planteó la cuestión a un grupo de 327 alumnos de Secundaria desde dos enfoques diferentes. En primer lugar, entre otras cuestiones, se les propuso que sugiriesen “actividades que les gustaría realizar en las asignaturas científicas y tecnológicas”. En segundo lugar, se planteaban diferentes propuestas que eran sometidas a valoración por parte de los alumnos encuestados. Los resultados arrojados por dicho estudio se muestran en las siguientes tablas.

Tabla 1. Propuestas para que las clases de Ciencias sean más interesantes (Robles et al., 2007)

Propuestas	Recuento	%
Más salidas, excursiones	124	16,89
Trabajos en grupo	87	11,85
Más juegos	74	10,08
Prácticas de laboratorio	68	9,26
Más experimentos	58	7,90
Más proyectos, trabajos de taller	38	5,18
Más vídeos	34	4,63
Clases más divertidas	25	3,41
Uso de ordenadores	22	3,00
Uso de pizarra digital	18	2,45
Menos ejercicios y deberes	16	2,18
Menos teoría	14	1,91
Clases más interesantes	11	1,50
Dar clases al aire libre	11	1,50
Clases más participativas	10	1,36
Utilización de música para aprender	10	1,36
Menos exámenes	10	1,36
Otros (<9)	105	14,29
Total de propuestas	735	100

Tabla 2. Valoración de las actividades propuestas (Robles et al., 2007)

Ítem	Media	D.E
Prácticas de laboratorio	8,91	1,62
Trabajos de taller	7,78	2,12
Explicaciones teóricas	4,74	2,88
Visitas a fábricas...	8,09	2,19
Uso de juegos y juguetes	7,70	2,59
Problemas numéricos	4,59	3,03
Videos	7,14	2,51
Comentario de noticias	6,47	2,35
Tertulias, debates	7,11	2,56
Experiencias demostrativas	7,72	2,13
Trabajos de investigación	7,54	2,44
Elaboración de murales	6,88	2,56
Uso de ordenadores	8,54	1,83
Rol-playing	7,95	2,35

De las dos tablas anteriores se deduce que aquellas propuestas que gozan de mayor aceptación “están asociadas con dinámicas que rompan con el estilo habitual de las clases basado en simples explicaciones teóricas”. En la Tabla 1 destaca la propuesta de realizar salidas y excursiones, mientras que en la Tabla 2 las visitas a fábricas obtienen una calificación por encima de 8 sobre 10, al igual que las prácticas de laboratorio y el uso de ordenadores.

Existe abundante literatura acerca de la importancia que la motivación tiene en el rendimiento académico de los alumnos. En los siguientes párrafos se esboza de forma somera un breve resumen de algunos de los diferentes enfoques con que diversos estudios han abordado el asunto. El denominador común de todos ellos es la mejora de los resultados del proceso enseñanza – aprendizaje a través del desencadenamiento de “los procesos motivacionales” de forma que éstos “se engranen en la arquitectura de la mente y se pueden convertir en hábitos... y hasta ser fáciles, al final” (Pintor et al., 2005).

3.1. Aprendizaje basado en problemas

Uno de los enfoques que disfruta de gran renombre, no sólo en el estudio de la ciencia sino en la educación en general, es el aprendizaje basado en problemas. Algunos autores lo consideran un subtipo del *aprendizaje basado en proyectos*; sea como fuere, el aprendizaje basado en problemas se caracteriza por retar a los estudiantes a resolver una situación determinada en la que ellos, bajo la *batuta* del profesor, son los encargados de aplicar sus conocimientos, sus recursos, sus investigaciones y sus reflexiones. Resulta por lo tanto imprescindible trabajar de forma cooperativa, lo cual redundará en el desarrollo de competencias sociales.

Amén de numerosos trabajos fin de máster centrados en el aprendizaje basado en problemas y/o basado en proyectos, se dispone de gran cantidad de publicaciones dedicadas a este enfoque. Lo primero que llama la atención cuando se estudia la bibliografía existente es que este enfoque no es en absoluto novedoso, pues se empezó a poner en práctica en la década de los 60 del siglo XX en Norteamérica, en el ámbito de la medicina, con el fin de mejorar la atención al paciente (Barrows y Tamblyn, 1980).

Morales y Landa (2004) resumen los fundamentos del aprendizaje basado en problemas como una propuesta educativa que:

Se caracteriza porque el aprendizaje está centrado en el estudiante, promoviendo que éste sea significativo, además de desarrollar una serie de habilidades y competencias indispensables en el entorno profesional actual. El proceso se desarrolla en base a grupos pequeños de trabajo, que aprenden de manera colaborativa en la búsqueda de resolver un problema inicial, complejo y retador, planteado por el docente, con el objetivo de desencadenar el aprendizaje autodirigido de sus alumnos. El rol del profesor se convierte en el de un facilitador del aprendizaje.

3.2. Aprendizaje Integrado de Contenidos y Lenguas Extranjeras

Se trata de la metodología conocida popularmente como *inmersión lingüística*; surgió hacia los años 90 del siglo pasado con el objetivo de mejorar el aprendizaje de lengua extranjera por parte de los alumnos. Actualmente es habitual en los centros de educación primaria y secundaria, en los que además de la consabida asignatura de lengua extranjera (normalmente inglés) se incluye en el currículo otra (u otras) como *Science, Arts, Drawing, etc.*

Si bien la asignatura de lengua extranjera es de gran importancia para que los alumnos aprendan su gramática, su fonética, etc., su integración en otras asignaturas permite que éstos adquieran destreza en la práctica de dicha lengua extranjera a través de situaciones reales. Podría decirse que la metodología AICLE pone *en contexto* la enseñanza de una lengua extranjera.

Sin embargo, no es el aprendizaje de una lengua extranjera el objeto de este trabajo, sino la mejora de la motivación en el aprendizaje de ciencias experimentales, concretamente de Física y Química. En este sentido, existen varios trabajos publicados acerca de la relación entre la metodología AICLE y el aumento de la motivación en los alumnos y profesores (Coyle, 2006). En el caso de García Fernández *et al.* (2017) se analizó el impacto de la metodología AICLE en la motivación de un grupo de alumnos para el estudio de las ciencias. El estudio se llevó a cabo en un grupo de 76 estudiantes de Grado (no de secundaria) y los resultados mostraron que, curiosamente, no mejoró la motivación por el estudio de la lengua extranjera pero sí para el estudio de la ciencia. La misma tendencia reportaron Lasagabaster y Doiz (2015) en alumnos de Secundaria. No obstante, los autores atribuyen los resultados respecto a la motivación en lengua extranjera al hecho de que “la posición hegemónica del inglés puede haber supuesto que el alumnado haya otorgado puntuaciones ya de por sí elevadas antes de la intervención”.

3.3. Aprendizaje asistido por las TIC

El empleo de las TIC en las aulas se encuentra entre los recursos mejor valorados por los alumnos, como muestra la Tabla 2. Afortunadamente hoy en

día su implantación ya ha comenzado en los centros, aunque su eficacia depende en gran medida del uso que de ellas se hace. A este respecto, es posible que las TIC sean todavía la asignatura pendiente de demasiados docentes del ámbito científico, aunque en su descargo debe decirse que las cuasi-ilimitadas posibilidades que ofrecen hoy en día los recursos como el código abierto, el *software/hardware* libre, la *hiperconectividad* o el *big-data* hacen que no resulte fácil mantenerse permanentemente actualizado.

Huertas y Pantoja publicaron en el año 2017 un trabajo de muestreo realizado con 194 alumnos de Tecnología de 3º ESO, dividido en grupo experimental y grupo de control, para analizar el impacto de las TIC en el rendimiento académico y en la motivación. Los resultados obtenidos mostraron un aumento en la motivación del grupo experimental que empleaba las TIC con respecto al grupo de control, al que se habían impartido los mismos contenidos sin la ayuda de las TIC.

Un estudio similar realizado con estudiantes de Física y Química del segundo ciclo de Secundaria arroja resultados comparables en cuanto a la mejora de la motivación (Méndez, 2012). Mientras que en el grupo experimental el 50% de los alumnos afirmó haber comprendido bien los conceptos, en el grupo de control sólo un 25% afirmó haberlo hecho.

3.4. Aprendizaje mediante prácticas experimentales

Otra de las actividades que gozan de mayor aceptación por parte de los alumnos de ciencias es la experimentación en el laboratorio; de hecho es la actividad con más alta puntuación en la Tabla 2 mostrada anteriormente. La historia de la ciencia en general y de la Física en particular está íntimamente ligada a la experimentación. Los orígenes de esta disciplina se remontan a la Grecia Clásica, cuando eruditos como Aristóteles, Thales de Mileto o Eratóstenes realizaban experimentos para tratar de comprender la realidad que observaban, dado que no disponían de otros medios alternativos. La importancia de aquellos primeros experimentos puede ilustrarse a partir de uno de los que llevó a cabo Eratóstenes, realizado hacia el siglo III a.C., para

estimar la circunferencia de la Tierra y cuyo resultado resultó, visto con nuestros ojos, notablemente preciso.

El estudio de la Física se mantuvo basado casi exclusivamente en la experimentación hasta los inicios de la Edad Moderna, cuando personajes como Copérnico o Galileo sentaron las bases de la denominada *revolución científica*. En este punto se debe llamar la atención sobre la escala temporal que representa este cambio de paradigma, pues implica que desde las primeras inquietudes en forma de observación y experimentación hasta el establecimiento de una ciencia como la conocemos actualmente pasaron más de dos mil años.

En el caso de la Química sucedió algo similar, desde que Demócrito introdujo el concepto de átomo en el siglo IV a. C., pasando por el desarrollo de la alquimia, la iatroquímica hasta llegar a los siglos XVII y XVIII con Boyle, Lavoisier o Dalton, que sentaron las bases de la química moderna.

La eficacia del proceso de enseñanza – aprendizaje se representa en ocasiones de una manera muy visual a partir de la pirámide de Glasser (1986), según la cual “hacer” resulta mucho más eficaz que “leer” u “oír”. La Figura 4 muestra la citada pirámide de aprendizaje, en la que el “hacer” se sitúa próxima a la base.

En ello se basan diversos autores que defienden la enseñanza experimental de la ciencia, como Riveros (2015), quien sostiene que “el laboratorio se presta para la demostración cuantitativa de datos experimentales, aclara conceptos, verifica leyes o las induce, y es por lo tanto el lugar ideal para aprender a utilizar sus conocimientos en situaciones reales”.



Figura 4. Pirámide del aprendizaje según W. Glasser

3.5. Aprendizaje mediante gamificación

En primer lugar, aclarar que el término *gamificación* se refiere al aprendizaje basado en los juegos (games, en inglés). El término castellanizado podría ser *ludificación*, neologismo que utilizan algunos autores (Prieto, 2014) pero que no se encuentra incluido en el Diccionario de la lengua española. Y dado que el término *gamificación* tampoco está incluido en el Diccionario, en este documento será éste último el que se utilice por el mismo motivo que se prefiere el sustantivo *fútbol* frente a balompié.

Es un hecho que el juego es una actividad inherente al ser humano; en la infancia, además de necesario, es un medio de aprendizaje muy extendido. En la edad adulta no goza de tanta aceptación social y son (somos) muchos los padres que nos parapetamos tras nuestros hijos pequeños para dedicar ratos al juego con ellos.

Es un hecho bastante aceptado que los juegos cautivan, son entretenidos, divierten y los adolescentes invierten horas y horas jugando. De ahí que, quizás, se deban usar sus dinámicas para la

educación e intentar hacerla más divertida, animada y, de paso, que seduzca y conquiste a nuestro alumnado. (Quintanal, 2016, p.15)

Se pueden establecer, nunca mejor dicho, varios niveles en cuanto a la gamificación del proceso enseñanza – aprendizaje: Desde el fomento de destrezas tales como la estrategia, la toma de decisiones o la visión espacial, así como el empleo de elementos propios del juego como hitos, metas, medallas, puntuaciones, *gadgets* acumulados, etc. El nivel más avanzado lo constituiría la gamificación completa del aprendizaje, lo cual exige una importante dedicación por parte de los docentes para “reconvertir” las asignaturas del currículo, no tanto en lo que respecta a los contenidos sino más en los métodos didácticos.

Entre los casos de éxito encontrados en la bibliografía cabe destacar el desarrollado por A. J. Franco Mariscal en un I.E.S. de Málaga con alumnos del segundo ciclo de la E.S.O. El proyecto, denominado “Química con el Mundial de Brasil 2014” tiene como objetivo didáctico “acercar la Tabla Periódica al alumnado” y como objetivo lúdico “ganar una competición mundial de fútbol resolviendo diferentes pruebas relacionadas con la química” (Franco, 2014). Los resultados obtenidos tras la implementación del proyecto mostraron que “el juego tiene un valor didáctico importante en el fomento de la motivación e interés por la química, y también en la mejora del aprendizaje de los estudiantes”.

3.6. Aprendizaje bajo enfoque CTS

El concepto “ciencia, tecnología y sociedad” (CTS) se refiere, en este contexto, a la formación en el ámbito de la ciencia y la tecnología conectada con la sociedad. Aparentemente el concepto es sencillo pero su implementación no está exenta de dificultades.

En primer lugar, en el ámbito educativo persiste el dilema: ¿Ciencia propedéutica para formar científicos o cultura científica para educar ciudadanos? (Martín Gordillo, 2017) En la educación superior el enfoque es esencialmente propedéutico, ya que es en este nivel educativo donde se

forman los científicos, investigadores y tecnólogos del futuro. Sin embargo, en los niveles de educación secundaria el enfoque *debiera ser* diferente. No en vano, la función esencial de este nivel educativo es, como se ha mencionado anteriormente en este trabajo, la alfabetización científica de los ciudadanos.

Un enfoque propedéutico de la ciencia en la educación secundaria produciría un efecto indeseado en la formación de los estudiantes, puesto que aquellos menos proclives a dedicar a ella su futuro profesional se sentirían desmotivados. ¿Qué sentido tiene estudiar algo que no me va a servir para nada en la vida? Y en cierto modo quien se hiciera esta pregunta no estaría exento de razón. Por lo tanto, la ciencia y la tecnología en la educación secundaria debieran orientarse a aquello que, a pesar de no ser científico o ingeniero, me sirva en el futuro como ciudadano. De alguna manera este enfoque recuerda al concepto de *cultura general*, en este caso aplicada a la ciencia.

A tenor de lo anterior, se puede deducir que el enfoque dado a la educación científica y tecnológica en secundaria está íntimamente ligado a la **motivación** de los alumnos, que es el tema central de este trabajo final de máster. El fin último de la educación científica bajo enfoque CTS es “aumentar el interés de los alumnos hacia esta materia y así conseguir el aprendizaje significativo de los contenidos científicos tratados gracias a su contextualización en un ambiente cotidiano para el estudiante, fuera del ambiente formal y rígido del aula” (García – Martínez, 2008).

En la bibliografía hay abundante documentación tanto teórica como experimental acerca de la educación con enfoque CTS. En toda ella subyace la finalidad de acercar la ciencia a la sociedad en general y a los alumnos en particular; de acercarla a la cotidianeidad de las personas, en el sentido amplio del término: A su entorno familiar, a situaciones que de una manera u otra todos vivimos, etc. En definitiva, lo que se ha dado en llamar “educación científica a través del estudio del contexto cercano”.

Entre los casos de éxito reportados en la bibliografía se encuentra, por ejemplo, el desarrollado por García – Martínez et al. (2018) bajo el título “Ciencia en la cocina. Una propuesta innovadora para enseñar Física y Química en educación

secundaria”. Sin embargo, este trabajo no es el único que conecta la ciencia con la cocina; no en vano, “aproximadamente el 25 % de los escenarios cotidianos usados como herramienta didáctica se basan en actividades de tipo culinario” (López-Gay y Macarena, 2010). Otro interesante trabajo acerca del enfoque CTS es el realizado por Pinto Cañon (2004) con el título “Análisis de noticias de actualidad para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química”. En este caso la actividad implementada consistía en comentar en el aula noticias relacionadas con los contenidos impartidos durante las clases de Química con el fin de aumentar la motivación de los alumnos, tanto en lo relativo a los contenidos de la asignatura como a la adquisición de hábitos como la lectura de prensa desde una perspectiva crítica.

En el epígrafe 4 se desarrolla una propuesta de contextualización de la ciencia a nivel de educación secundaria, centrada en la asignatura Física y Química de tercer curso de E.S.O.

3.7. Aprendizaje cooperativo

En la Tabla 1 sobre actividades propuestas por los propios alumnos aparece en segundo lugar el trabajo en grupo. Este recurso, como todos los demás, no debe tomarse como un fin sino como un medio; quiere esto decir que dividir la clase en grupos, sin más, puede no aportar nada si no se realiza con un criterio definido y con unos objetivos claros.

Lo deseable es por lo tanto la organización de grupos en los que sus miembros trabajen conjuntamente y de manera coordinada para resolver tareas y avanzar así en su proceso de aprendizaje. Este enfoque del proceso de enseñanza – aprendizaje es la base del aprendizaje cooperativo, como alternativa al aprendizaje competitivo o individualista.

La forma de organizar los grupos (homogéneos, heterogéneos...), de seleccionar los materiales y recursos didácticos (puzzle, torneos...), la disposición en el aula o la asignación de roles son aspectos que condicionan en gran medida el éxito del aprendizaje cooperativo para lograr un “mayor empeño en alcanzar los objetivos, a la generación de relaciones

interpersonales más positivas y a una mayor salud mental que los métodos competitivo e individualista” (Johnson *et al.* 1999).

El aprendizaje cooperativo formará parte de algunas de las actividades incluidas en la propuesta didáctica objeto de este trabajo.

4. Propuesta didáctica de contextualización

A lo largo de los epígrafes anteriores se ha justificado la necesidad de mantener la motivación de los alumnos de Secundaria con respecto a la formación en el ámbito científico y tecnológico. También se han repasado algunas de las estrategias para lograr tal fin, habiéndose ilustrado con algunos ejemplos exitosos el enfoque CTS de la educación, que será la base de la propuesta didáctica que se desarrolla en este epígrafe.

4.1. Ámbito de actuación

Como se ha indicado, el enfoque CTS está íntimamente relacionado con el estudio del contexto cercano. En este caso el ámbito de actuación se circunscribe a la Comunidad Autónoma de Cantabria, si bien su extrapolación a otros ámbitos sería también posible realizando las adaptaciones necesarias en lo relativo al contexto cercano. En este trabajo final de máster se ha optado por el citado ámbito de actuación al considerarse que en él pueden encontrarse elementos de contextualización suficientes para conformar una propuesta dinámica coherente y completa, como se detallará más adelante en este documento.

En este punto es importante destacar que la referencia al entorno próximo como vehículo de contextualización no debe suponer un acortamiento de miras al mundo de la ciencia y la tecnología en general, sino una estrategia de captación de la atención y *enganche* de los alumnos para lograr que éstos adquieran una cultura científica como ciudadanos. Quiere esto decir que mientras el entorno próximo puede servir de *gancho*, la perspectiva más amplia puede ayudar también a entender, (si es que es posible) cómo funciona el mundo. Por ejemplo, ¿cómo entender las relaciones entre Europa y Rusia sin hacer mención al mercado energético del carbón, el gas natural y el petróleo?

4.2. Asignatura y destinatarios

La propuesta aquí desarrollada está vinculada a la formación de los alumnos de tercer curso de E.S.O. en la asignatura Física y Química.

El currículo básico de la E.S.O. está establecido en el Real Decreto 1105/2014, de 26 de diciembre, que en su artículo 13 clasifica la asignatura Física y Química como troncal. Este Real Decreto es posteriormente desarrollado por una disposición de rango jerárquico inferior, en este caso el Decreto 38/2015, de 22 de mayo, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria.

De acuerdo al artículo 8 de dicho Decreto, la asignatura Física y Química pertenece al grupo de asignaturas troncales, como ya establecía el Real Decreto. Además, a diferencia de lo que sucede en el cuarto curso de E.S.O., se trata de una asignatura que todos los alumnos deben cursar necesariamente.

No debe olvidarse que el artículo 7 del citado Decreto organiza la educación secundaria obligatoria “en dos ciclos, el primero de tres cursos y el segundo de uno”. Además, dicho artículo indica que “el segundo ciclo (...) tendrá un carácter fundamentalmente propedéutico”, lo cual es coherente con el hecho de que la Física y Química sea de obligada elección en el primer ciclo de E.S.O. pero de elección voluntaria en el segundo.

Quizá resulte excesivamente optimista dar por hecho que todos los alumnos de cuarto de E.S.O. que cursan la asignatura Física y Química, porque así lo han elegido, se sienten plenamente motivados y la encuentran apasionante. Es casi seguro que necesitarán grandes dosis de motivación para alcanzar los objetivos del curso.

Sin embargo, puesto que durante el primer ciclo de E.S.O. el enfoque de las asignaturas no es tan propedéutico, sino que está más orientado a la adquisición por parte de los alumnos de una cultura científica, es ahí donde más probabilidad tendrá un profesor de encontrarse con un alumno cuyo interés por la ciencia sea nulo. Y es aquí donde está el verdadero reto: Lograr

que ese alumno adquiera los elementos básicos de la cultura científica a los que se refiere el artículo 4 del Decreto 38/2015. Y además, que los adquiera porque realmente *quiere adquirirlos*, que es en último término lo que pretende la motivación.

4.3. Contenidos y objetivos

Los contenidos de la asignatura Física y Química de tercer curso de E.S.O. se encuentran desarrollados en el anexo I del Real Decreto 1105/2007, de 26 de diciembre, así como en el Decreto 38/2015, de 22 de mayo. No procede reproducir aquí literalmente el documento completo pero sí lo relativo al bloque temático en el que se desarrolla la propuesta de intervención presentada en este trabajo final de máster.

En relación al bloque 4 *Energía*, el Decreto 38/2015 establece los siguientes contenidos.

Tabla 3. Contenidos del bloque 4 de Física y Química – 3º ESO

ASIGNATURA:	Física y Química
CURSO:	3º E.S.O.
CONTENIDOS DEL BLOQUE 4:	
Concepto de energía. Unidades.	
Transformaciones energéticas: conservación de la energía.	
Energía térmica. Calor y temperatura.	
Fuentes de energía	
Uso racional de la energía	
Electricidad y circuitos eléctricos. Ley de Ohm.	
Dispositivos electrónicos de uso frecuente.	
Aspectos industriales de la energía.	

Asimismo, en la Tabla 4 se recogen los criterios de evaluación y los estándares de aprendizaje evaluables asociados. Desde el punto de vista de la elaboración de la propuesta de intervención que se detalla más adelante, los estándares de aprendizaje evaluables han resultado de gran utilidad a la hora de diseñar y planificar las actividades de contextualización incluidas en este trabajo, ya que

dichos estándares desgranar los contenidos genéricos e incluso algunos de ellos sugieren la aplicación de los conocimientos a situaciones cotidianas (por ejemplo, los estándares 2.1, 3.3, 4.3, entre otros)

Tabla 4. Criterios de evaluación y estándares de aprendizaje evaluables del bloque 4

CRITERIOS DE EVALUACIÓN	ESTÁNDARES DE APRENDIZAJE EVALUABLES
1. Reconocer que la energía es la capacidad de producir transformaciones o cambios.	1.1. Argumenta que la energía se puede transferir, almacenar o disipar, pero no crear ni destruir, utilizando ejemplos. 1.2. Reconoce y define la energía como una magnitud expresándola en la unidad correspondiente en el Sistema Internacional
2. Identificar los diferentes tipos de energía puestos de manifiesto en fenómenos cotidianos y en experiencias sencillas realizadas en el laboratorio.	2.1. Relaciona el concepto de energía con la capacidad de producir cambios e identifica los diferentes tipos de energía que se ponen de manifiesto en situaciones cotidianas, explicando las transformaciones de unas formas a otras.
3. Relacionar los conceptos de energía, calor y temperatura en términos de la teoría cinético-molecular y describir los mecanismos por los que se transfiere la energía térmica en diferentes situaciones cotidianas.	3.1. Explica el concepto de temperatura en términos del modelo cinético-molecular diferenciando entre temperatura, energía y calor. 3.2. Conoce la existencia de una escala absoluta de temperatura y relaciona las escalas de Celsius y de Kelvin. 3.3. Identifica los mecanismos de transferencia de energía reconociéndolos en diferentes situaciones cotidianas y fenómenos atmosféricos, justificando la selección de materiales para edificios y en el diseño de sistemas de calentamiento.
4. Interpretar los efectos de la energía térmica sobre los cuerpos en situaciones cotidianas y en experiencias de laboratorio.	4.1. Esclarece el fenómeno de la dilatación a partir de algunas de sus aplicaciones como los termómetros de líquido, juntas de dilatación en estructuras, etc 4.2. Justifica la escala Celsius estableciendo los puntos fijos de un termómetro basado en la dilatación de un líquido volátil 4.3. Interpreta cualitativamente fenómenos cotidianos y experiencias donde se ponga de manifiesto el equilibrio térmico asociándolo con la igualación de temperatura
5. Valorar el papel de la energía en nuestras vidas, identificar las diferentes fuentes, comparar el impacto medioambiental de las mismas y reconocer la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible.	5.1. Reconoce, describe y compara las fuentes renovables y no renovables de energía, analizando con sentido crítico su impacto medioambiental.
6. Conocer y comparar las diferentes fuentes de energía empleadas en la vida diaria en un contexto global que implique aspectos económicos y	6.1. Compara las principales fuentes de energía de consumo humano, a partir de la distribución geográfica de sus recursos y de los efectos medioambientales.

medioambientales.	6.2. Analiza la predominancia de las fuentes de energía convencionales frente a las alternativas, argumentando los motivos por los que estas últimas aún no están suficientemente explotadas.
7. Valorar la importancia de realizar un consumo responsable de las fuentes energéticas.	7.1. Interpreta datos comparativos sobre la evolución del consumo de energía mundial proponiendo medidas que pueden contribuir al ahorro individual y colectivo
8. Explicar el fenómeno físico de la corriente eléctrica e interpretar el significado de las magnitudes intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, así como las relaciones entre ellas.	8.1. Define la corriente eléctrica como cargas en movimiento a través de un conductor 8.2. Comprende el significado de las magnitudes eléctricas intensidad de corriente, diferencia de potencial y resistencia, y las relaciona entre sí utilizando la ley de Ohm 8.3. Distingue entre conductores y aislantes reconociendo los principales materiales usados como tales.
9. Comprobar los efectos de la electricidad y las relaciones entre las magnitudes eléctricas mediante el diseño y construcción de circuitos eléctricos y electrónicos sencillos, en el laboratorio o mediante aplicaciones virtuales interactivas.	9.1. Describe el fundamento de una máquina eléctrica, en la que la electricidad se transforma en movimiento, luz, sonido, calor, etc. mediante ejemplos de la vida cotidiana, identificando sus elementos principales 9.2. Construye circuitos eléctricos con diferentes tipos de conexiones entre sus elementos, deduciendo de forma experimental las consecuencias de la conexión de generadores y receptores en serie o en paralelo 9.3. Aplica la ley de Ohm a circuitos sencillos para calcular una de las magnitudes involucradas a partir de las dos, expresando el resultado en unidades del Sistema Internacional 9.4. Utiliza aplicaciones virtuales interactivas para simular circuitos y medir las magnitudes eléctricas
10. Valorar la importancia de los circuitos eléctricos y electrónicos en las instalaciones eléctricas e instrumentos de uso cotidiano, describir su función básica e identificar sus distintos componentes.	10.1. Asocia los elementos principales que forman la instalación eléctrica típica de una vivienda con los componentes básicos de un circuito eléctrico. 10.2. Comprende el significado de los símbolos y abreviaturas que aparecen en las etiquetas de dispositivos eléctricos 10.3. Identifica y representa los componentes más habituales en un circuito eléctrico: conductores, generadores, receptores y elementos de control describiendo su correspondiente función. 10.4. Reconoce los componentes electrónicos básicos describiendo sus aplicaciones prácticas y la repercusión de la miniaturización del microchip en el tamaño y precio de los dispositivos
11. Conocer la forma en la que se genera la electricidad en los distintos tipos de	11.1. Describe el proceso por el que las distintas formas de energía se

centrales eléctricas, así como su transporte a los lugares de consumo.	transforman en energía eléctrica en las centrales, así como los métodos de transporte y almacenamiento de la misma.
--	---

Respecto a los objetivos, el Real Decreto establece en su artículo 2.1 la definición de éstos como “referentes relativos a los logros que el estudiante debe alcanzar al finalizar cada etapa, como resultado de las experiencias de enseñanza-aprendizaje intencionalmente planificadas a tal fin”. Los catorce objetivos de la etapa de secundaria se recogen en el artículo 5 del Decreto 38/2015.

A los efectos del presente trabajo académico, se entenderá como *objetivos de la propuesta* la consecución por parte de los alumnos de los *estándares de aprendizaje evaluables*, sin perjuicio de lo indicado anteriormente.

4.4. Competencias

Uno de los cambios que supuso la entrada en vigor de la Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la Mejora de Calidad Educativa (LOMCE) fue la plena introducción de un modelo de currículo basado en competencias, de acuerdo a las orientaciones de la Unión Europea. Por otro lado, conviene recordar que la entrada en vigor de la LOMCE no supuso la derogación de la anterior Ley Orgánica 2/2006, de 3 de mayo, de Educación (LOE). Por lo tanto se hizo necesario establecer la conexión entre competencias y contenidos, para lo cual se dictó la Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato.

Esta Orden recoge en su artículo 2 las siete competencias clave en el sistema educativo español, que son las siguientes:

- a) Comunicación lingüística
- b) Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología
- c) Competencia digital

- d) Aprender a aprender
- e) Competencias sociales y cívicas
- f) Sentido de iniciativa y espíritu emprendedor
- g) Conciencia y expresiones culturales

La descripción de estas siete competencias clave se detalla en el anexo I de la Orden ECD/65/2015. Uno de los aspectos destacables que subyacen en la citada Orden es la transversalidad de las competencias clave, de manera que no existe una correspondencia biunívoca entre competencias y asignaturas. Así, la asignatura Física y Química de 3º E.S.O. trabaja la *competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología*, pero no esas únicamente sino también todas o algunas de las demás.

4.5. Actividades propuestas

Las actividades contempladas en esta propuesta se enmarcan, como se ha señalado ya, en el bloque 4 de la asignatura Física y Química de 3º E.S.O. relativo a la energía. Se ha elegido este bloque por su estrecha conexión con el contexto próximo de los alumnos, pues la energía es un tema que siempre está de actualidad y más ahora si cabe, habida cuenta que Europa se encuentra inmersa en un proceso de grandes cambios e incertidumbres en relación a la energía y con la vista puesta en el objetivo de la descarbonización de la economía, lo cual como se verá no le es en absoluto ajeno a la Comunidad Autónoma de Cantabria.

En este apartado se van a describir con cierto detalle las actividades que conformarán la propuesta de intervención siguiendo un orden cronológico. El contenido de cada una de ellas se puede consultar en el Anexo 1 de este trabajo. Todas ellas se han elaborado siguiendo una línea lógica como es la energía eléctrica desde su origen primigenio hasta su utilización en el ámbito doméstico y la industria. Obviamente la energía en general es un campo mucho más amplio que el de la energía eléctrica en particular, pero la utilización de ésta última brinda la posibilidad de *cerrar el círculo* en el ámbito del contexto próximo.

Cada una de las actividades incluirá una descripción de la misma así como otra información que se considere relevante para llevarla a cabo, como los contenidos del currículo que se van a trabajar, la duración orientativa de la tarea, su organización en el aula (trabajo individual o grupal) o los recursos que se necesitarán durante su ejecución (libro de texto, internet, etc.). Se fijarán también los objetivos que se pretende alcanzar con su realización, los criterios de valoración en forma de rúbrica y su peso en la evaluación total.

A pesar de que los contenidos recogidos en la Tabla 3 puedan resultar demasiado abiertos, la propuesta aquí mostrada pretende dotar a las actividades planificadas de una coherencia y una temporización adecuadas para que los alumnos encuentren en ellas los contenidos procedimentales que les permitan alcanzar los estándares de aprendizaje evaluables, así como los contenidos actitudinales que les ayuden a comprender la estrecha relación entre la cultura científica y la vida cotidiana.

4.5.1. Actividad 1. *Medida y facturación de la energía*

Esta primera actividad está relacionada con el primer contenido del bloque 4 de Física y Química de tercer curso: *Concepto de energía. Unidades.*

La primera parte de la actividad consiste en identificar los diferentes conceptos que incluye una factura de electricidad, distinguir entre ellos el de la energía consumida y comprender las unidades empleadas. Se trabajará en parejas, de manera que al menos un miembro de cada una aporte una factura de la luz de su vivienda de la cual se habrán eliminado previamente aquellos datos de carácter personal, que no son relevantes para el desarrollo de la actividad, entre ellos el denominado CUPS que incluye toda factura de electricidad. Se explicará a los alumnos qué es el CUPS y para qué se utiliza.

En la segunda parte de la actividad se introducirá el concepto de potencia frente a energía con el fin de entender las unidades de medida diferentes al Sistema Internacional que siguen empleando las compañías energéticas.

La actividad asigna un peso importante al trabajo autónomo de las parejas de alumnos, aunque estará guiada en todo momento por el profesor. Cada alumno deberá contestar a las preguntas que se plantean en la ficha de la actividad

para su revisión, en primera instancia, por su pareja de trabajo y, en último término, por el profesor. La calificación se otorgará de acuerdo a la rúbrica correspondiente, la cual conocerán los alumnos de antemano con el fin de que puedan tener claro desde el principio qué se espera de su trabajo.

También será posible realizar esta actividad a partir de una factura de gas natural, pues el modo de facturación es similar. Se mostrarán asimismo otras formas alternativas de facturar la energía al consumidor final, incidiendo sobre los detalles a los que cualquier ciudadano debe atender con cautela para evitar ser engañado.

La elección del tema central de esta actividad se considera suficientemente justificada debido a que es algo que afecta a todos los hogares y en no pocas ocasiones es causa de litigio. Clara muestra de ello es lo mostrado en la Figura 5.



Figura 5. Publicación reciente sobre la facturación de la luz y el gas

4.5.2. Actividad 2. *Hoy no. Mañana*

La siguiente actividad está relacionada con el contenido *Transformaciones energéticas: conservación de la energía*. En ella se abordará el estudio de las

sucesivas transformaciones que tienen lugar en una central hidroeléctrica de bombeo.

En este caso, la actividad estará dividida en tres partes. La primera de ellas se dedicará a introducir el *principio de conservación de la energía* y las implicaciones prácticas que éste tiene, así como a preparar la salida didáctica que constituye la segunda parte de la actividad y a organizar los grupos de trabajo. A esta primera parte se dedicará una sesión en clase de 50 minutos.

La salida didáctica consistirá en la visita a la central hidroeléctrica de Aguayo (Cantabria), propiedad de Repsol y una de las mayores centrales hidroeléctricas de bombeo que hay en España. Es importante que los alumnos sepan de antemano qué se van a encontrar durante la visita, por lo que previamente se habrá dedicado una parte de la primera sesión a explicar los aspectos más relevantes de la central. Las centrales eléctricas en general y las hidroeléctricas en particular son instalaciones muy adecuadas para comprender los procesos de transformación de la energía, ya que de ellas se obtiene una forma de energía muy elaborada como es la electricidad, a partir en muchos casos de fuentes de energía primaria como el carbón, el gas natural o la fuerza del agua. Además, cuando la central hidroeléctrica es de bombeo cobran especial importancia las transformaciones energéticas reversibles, lo cual permite gestionar la energía almacenada y la producida por la central en base a criterios de mercado y de eficiencia energética.

La tercera parte de la actividad consistirá en organizar otra sesión de 50 minutos dedicados al trabajo en equipo y la presentación de conclusiones a los compañeros. En este caso el grupo se dividirá en equipos de trabajo formados por tres personas y se pondrá en práctica el método puzzle o *grupo de expertos*. Así, en cada *grupo base* cada alumno será *experto* en un tema concreto relacionado con la visita. Durante 10 minutos los expertos en cada uno de los tres temas se reagruparán con sus *homólogos* de los demás *grupos base* para estudiar conjuntamente el tema que se les ha asignado. Posteriormente cada alumno volverá a su *grupo base* convertido en un *sabio* de su tema y una vez puesta toda la información en común se dará respuesta

conjunta al documento de trabajo elaborado por el profesor. Esta puesta en común no debiera requerir más de 10 minutos.

El resto de la sesión, unos 30 minutos aproximadamente, se dedicará a la presentación de los resultados al resto de la clase; esta presentación de resultados se hará de viva voz y estará basada en una batería de preguntas que el profesor irá planteando a los grupos.

El mayor peso de la calificación en este caso recaerá sobre la tercera parte de la actividad, pues es ésta la que mayor esfuerzo requiere para su realización.

Aunque en un principio no está contemplado en la organización de esta actividad por exceder el objeto del presente trabajo final de máster, sería interesante coordinar la visita a la central hidroeléctrica de Aguayo con el Departamento de Geografía e Historia para visitar también algún lugar de interés histórico próximo a la central, como por ejemplo la villa de Pie de Concha, la calzada romana que asciende hasta Pesquera o el Camino Real que discurre próximo a la carretera N-611.

Como alternativa a la central hidroeléctrica de Aguayo podría plantearse una visita didáctica a los Saltos del Nansa, sistema formado por cuatro centrales sucesivas que conforman un aprovechamiento integral del potencial hidroeléctrico del río Nansa. Además, esta visita podría coordinarse con el Departamento de Geología y visitar el estrecho de Bejo, clasificado como Punto de Interés Geológico y lugar donde se ubica la primera de las cuatro centrales y la presa de bóveda de doble curvatura que cuando se construyó, a mediados del siglo XX, se convirtió en la presa más alta de España y tercera de Europa con 116 m de altura.

4.5.3. Actividad 3. *Hidrógeno. ¿Una verdad incómoda?*

Esta actividad está relacionada con el contenido *fuentes de energía* y se realizará como complemento al desarrollo de dicho contenido en el aula. Por lo tanto, al inicio de esta actividad los alumnos ya conocerán las diferentes fuentes de energía, tanto renovables como no renovables.

El hidrógeno es el elemento químico más abundante en el universo, aunque esto no es necesariamente una buena noticia. Se trata de un elemento de elevada reactividad, por lo que en la naturaleza se encuentra siempre combinado con otros elementos químicos; es por ejemplo el caso del agua, H_2O , cuya molécula está formada por dos átomos de hidrógeno y uno de oxígeno.

Con frecuencia se presenta al hidrógeno como una fuente de energía limpia (realmente se trata de un *vector* energético, que no es lo mismo que una fuente energética) destinada a romper las cadenas que atan a la sociedad actual a los combustibles fósiles y a instaurar lo que se ha dado en llamar *la economía del hidrógeno*. Pero desgraciadamente, de momento, no es así.

La actividad propuesta consistirá en plantear un debate inicial sobre las bondades del hidrógeno como energía limpia, segura, abundante y de futuro prometedor, frente al uso de combustibles fósiles como el carbón, el petróleo o el gas natural. Es previsible que durante esta primera fase de la actividad haya una opinión generalizada favorable a la sustitución inmediata de los combustibles fósiles por hidrógeno, fruto de la información sesgada y parcial de la que probablemente dispondrán los alumnos. De momento todo va bien...

Después de este primer debate de unos 10 minutos de duración se mostrará un video explicativo sobre los aspectos energéticos y medioambientales que se derivan de los procesos de obtención de hidrógeno a escala industrial. El objetivo en esta fase de la actividad es que los alumnos conozcan las materias primas y los procesos utilizados para aislar el hidrógeno, las formas de utilización con sus ventajas e inconvenientes así como las implicaciones tecnológicas y sociales que todo ello supone. Se trata, en definitiva, de que los alumnos dispongan de la información completa y no parcial sobre esta prometedora tecnología.

Un ejemplo de video resumen adecuado al nivel de 3º E.S.O. puede verse en el siguiente enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=VGQQxvAWt-4>

La duración estimada de esta segunda fase de la actividad, entre la proyección del video y las explicaciones posteriores, es de unos 20 minutos. En este

tiempo es posible que la visión inicial que los alumnos tenían sobre el tema se vea matizada por la introducción de esta nueva información. Es una gran ocasión, además, para hacer referencia al concepto *NIMBY*, acrónimo de la expresión en inglés *Not In My Back Yard* que se refiere a la reacción que algunas personas tienen hacia la realización de ciertas actividades en su entorno próximo por sus riesgos potenciales, pero no a las actividades en sí mismas.

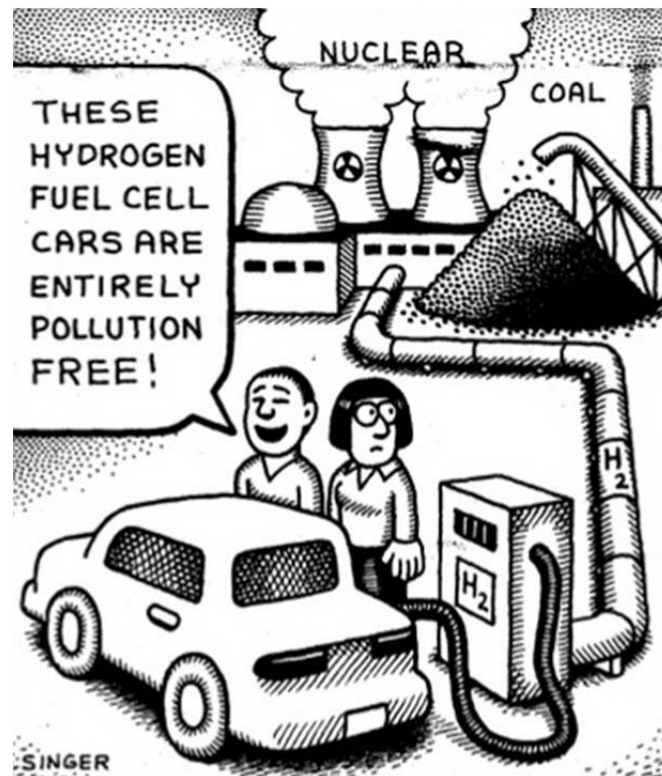


Figura 6. Consecuencias de la visión NIMBY. © Andy Singer

Seguidamente se volverá a plantear el debate inicial, pero con la diferencia de que los participantes están ahora mejor informados, lo cual redundará posiblemente en una mayor variedad de puntos de vista y unos razonamientos más elaborados, críticos y autónomos, lo cual es deseable en todo debate. Para cerrar la sesión se solicitará a los alumnos que dediquen los últimos minutos a escribir sus reflexiones individuales sobre lo que ha supuesto la actividad para ellos, no tanto desde el punto de vista del tema tratado sino de la dinámica seguida. Esta reflexión final junto con la actitud mantenida durante los debates planteados servirán para evaluar el desempeño de cada participante

en la actividad, en la que se ha utilizado un tema de actualidad como es el hidrógeno para promover un *debate informado*.

La dinámica basada en el doble debate, antes y después de disponer de la información completa, tiene como objetivo mostrar la importancia del conocimiento en la formación de opiniones, lo cual resulta de utilidad en nuestro papel como ciudadanos.

4.5.4. Actividad 4. Alta tensión

La cuarta actividad propuesta se relaciona con el contenido *Electricidad y circuitos eléctricos. Ley de Ohm* y está diseñada bajo el enfoque del aprendizaje *basado en preguntas*, ya sean fácticas, de comprensión o de tipo creativo. Continuando con la temática de las actividades anteriores, en este caso se relacionará el contenido con las líneas eléctricas de alta tensión, que son en definitiva *circuitos eléctricos* en los que la *Ley de Ohm* es fundamental desde el punto de vista tecnológico y económico.

El objetivo de esta actividad es favorecer que los estudiantes sean capaces de entender lo que sucede en los circuitos eléctricos a partir de situaciones cotidianas, de forma que la labor del profesor no sea la de impartir contenidos directamente sino ir dejando *pistas* para que los alumnos se esfuercen en encontrar el camino. En este caso las *pistas* serán las sucesivas preguntas que se irán planteando; la respuesta a una pregunta será clave para poder responder a la pregunta siguiente.

El desarrollo de esta actividad estará orientado hacia el aprendizaje cooperativo, para lo cual la clase se dividirá en grupos heterogéneos, de cuatro personas como máximo. Dentro de cada grupo se asignarán ciertos roles como el de dinamizador del grupo, analistas de datos y secretario.

El dinamizador del grupo será el responsable de moderar el debate dentro del grupo, garantizar que todos los miembros tienen voz y, llegado el caso, voto, así como controlar el tiempo de realización de la actividad.

Los analistas serán los encargados de buscar en internet la información que permita contestar a la serie de preguntas planteadas, para lo cual deberán

contar con medios TIC que permitan llevar a cabo su tarea. En principio será suficiente cualquier dispositivo capaz de conectarse a internet.

El secretario será el encargado de redactar las respuestas dadas por el grupo para plasmar éstas por escrito. No será un simple escribano, sino que deberá ser capaz de organizar, sintetizar y transmitir la información que vayan aportando todos los participantes.

A medida que se avance con la actividad y por lo tanto los alumnos entiendan cada vez más aspectos de los circuitos eléctricos se irán introduciendo cuestiones de interés como la razón de ser de la alta tensión, el soterramiento de las líneas eléctricas tantas veces reclamado por algunos sectores sociales o la existencia de fenómenos naturales ligados a la alta tensión. Dado que los grupos deben organizarse y conseguir *engranar* para sacar el trabajo adelante, se prevé dedicar dos sesiones de 50 minutos cada una a esta actividad.

Como remate final, se propondrá como tarea individual para casa la recopilación de información sobre la *guerra de las corrientes*, que tuvo lugar en Estados Unidos a finales del siglo XIX y en la que se enfrentaron dos grandes de la ciencia como Nikola Tesla y Thomas A. Edison. Mientras que Edison defendía la corriente continua como método de transmisión de potencia eléctrica, Tesla abogaba por la corriente alterna por considerarla segura y mucho más económica. Sobra decir quién ganó esta guerra y por lo tanto qué sistema de transmisión de potencia es hegemónico hoy en día pero, ¿qué relación guarda la *guerra de las corrientes* con la Ley de Ohm?

4.5.5. Actividad 5. La industria electrointensiva

Para realizar esta última actividad será necesario un trabajo previo de varias semanas de duración que consistirá en ir recopilando noticias relacionadas con la energía y la industria. Para ello se pedirá a los alumnos, con antelación suficiente, que permanezcan atentos a la prensa en busca de información relevante, preferentemente en el ámbito geográfico de Cantabria. Esta labor podrá llevarse a cabo mediante un mínimo seguimiento de la prensa

generalista o mejor aún de la prensa especializada, como por ejemplo las webs elperiodicodelaenergia.com o www.energynews.es.

Llegado el momento, el profesor seleccionará aquellas noticias que considere más relevantes para el correcto desarrollo de la actividad; en este caso se ha optado por la industria electrointensiva, es decir, aquella para la que la energía eléctrica tiene un papel primordial tanto en el proceso productivo como en su cuenta de resultados. En este tipo de industria el precio de la energía eléctrica resulta decisivo para la viabilidad de la misma; teniendo en cuenta que una gran parte del precio de la electricidad corresponde a impuestos y que no todos los países tienen el mismo régimen tributario, una política económica u otra pueden decantar la balanza en favor de una inversión industrial en un país o en otro. Lamentablemente, la política económica también puede forzar a una industria a echar el cierre y partir en busca de entornos menos hostiles.

Una vez seleccionadas ciertas noticias de interés, se elaborará un dossier para cada alumno de manera que todos dispongan de dos o tres días para leer las noticias escogidas, documentarse mínimamente y elaborar una primera impresión.

Finalizado el proceso previo de documentación, se dedicará una sesión de 50 minutos para debatir en el aula acerca de la situación actual de la industria electrointensiva. En esta situación en la que la actividad se plantea de un modo abierto, el profesor habrá de estar alerta ante las situaciones que se pudieran producir; podría suceder que la economía familiar de algún alumno dependiese de la coyuntura de la industria electrointensiva (Sidenor en Reinosa, Ferroatlántica en Guarnizo, etc.) y que ello pudiese preocupar a este alumno. O tal vez este alumno conozca mejor la problemática de esta industria y pudiese aportar una opinión informada. Lo que es altamente probable es que como consecuencia del maridaje entre periodismo y energía nos topemos con alguna imprecisión o error en la redacción de las noticias, siendo los más comunes los relativos a la incorrecta utilización de las unidades de medida¹. Este hecho podría presentarse como argumento a favor de la importancia de la cultura

¹ Por ejemplo, Kw en lugar de kW. O también Kw/h en lugar de kWh.

científica que se ha mencionado en varias ocasiones a lo largo de este trabajo final de máster.



Figura 7. Noticias recientes sobre la industria electrointensiva. Diario Montañés

En la Figura 7 se muestran dos noticias recientes acerca de la situación de la industria electrointensiva en Cantabria.

El mundo de la energía, por su omnipresencia y peso específico, es fuente de numerosas informaciones a diario en los medios de comunicación, por lo que no será difícil encontrar una buena colección de recortes de prensa interesantes. En el caso de Cantabria también podría focalizarse el tema central de esta actividad en la industria calorintensiva, pues no son pocas las que incurren en importantes costes de carbón o gas natural para sus procesos productivos, como se muestra en la Figura 8.



Figura 8. Noticias (malas) recientes sobre la industria calorintensiva. Diario Montañés

4.6. Programación temporal

El bloque 4 de la asignatura Física y Química de 3º E.S.O. es el último del curso, por lo que se impartirá durante la última evaluación. Es importante tener

en cuenta que las actividades aquí propuestas no abarcan necesariamente la totalidad del bloque temático, por lo que en ningún caso la programación temporal de las mismas coincidirá con la temporización prevista para el bloque 4 en la programación del curso.

Ahora bien, la numeración consecutiva de las actividades sí guarda relación con el orden lógico de impartición de los contenidos, aunque en todo caso esto quedará supeditado al criterio del profesor.

En la Tabla 5 se resumen los contenidos y la duración de cada actividad propuesta.

Tabla 5. Contenidos y temporización de actividades

Actividad	Contenidos	Duración
1. Medida y facturación de la energía	Concepto de energía. Unidades	1 sesión
2. Hoy no. Mañana	Transformaciones energéticas: conservación de la energía. Energía térmica. Calor y temperatura	3 sesiones
3. Hidrógeno. ¿Una verdad incómoda?	Fuentes de energía Uso racional de la energía	1 sesión
4. Alta tensión	Electricidad y circuitos eléctricos. Ley de Ohm	1 sesión ⁽¹⁾
5. La industria electrointensiva	Aspectos industriales de la energía	1 sesión ⁽²⁾

⁽¹⁾ Requiere además elaboración posterior de una pequeña tarea en casa.

⁽²⁾ Requiere además una preparación previa en casa.

4.7. Evaluación del proceso

Mientras que en los epígrafes anteriores se ha recogido un resumen de cada una de las actividades propuestas en este trabajo, en el anexo 1 se incluye una descripción más detallada de cada una de ellas a modo de guión para el profesor. Esta descripción incluye, entre otros aspectos, los principales contenidos de cada actividad, los detalles o hitos importantes de éstas, las tareas sugeridas a los alumnos, los cuestionarios para responder o, en su caso, en los que basarse para elaborar un discurso argumentado, etc.

Asimismo se incluyen ciertos criterios para realizar la evaluación de cada una de las actividades, los cuales no se focalizan tanto en los contenidos como en la metodología y la enseñanza subyacente. En todos los casos, como no puede ser de otra manera, se ha atendido a los *criterios de evaluación* de la Tabla 4.

Entre los criterios de evaluación relativos a los contenidos se encuentran la identificación de los diferentes tipos de energía puestos de manifiesto en fenómenos cotidianos, la relación de los conceptos de energía, calor y temperatura, la interpretación de los efectos de la energía térmica, el conocimiento del papel de la energía en nuestras vidas, la identificación de las diferentes fuentes, la comparación del impacto medioambiental de las mismas, el reconocimiento de la importancia del ahorro energético para un desarrollo sostenible, etc.

En otros casos se añaden además también otros aspectos más allá de los contenidos, como la estrategia adoptada en la resolución de los supuestos, la importancia otorgada a los órdenes de magnitud, la importancia de la cultura científica en la vida cotidiana o los hechos históricos concernientes a la tecnología que nos han traído hasta nuestros días.

La evaluación del proceso podrá completarse con un ejercicio de autoevaluación por parte del alumno, tanto en lo relativo a los contenidos como a los procedimientos aplicados.

En resumen, el profesor evaluará el desempeño de los alumnos desde tres puntos de vista: Los contenidos, los procedimientos y las actitudes.

5. Evaluación de la propuesta

Todo el trabajo que se ha desarrollado anteriormente y en especial el que correspondería a su puesta en práctica en el aula debería completarse con una evaluación de la propuesta didáctica aquí presentada. Lamentablemente la propuesta no ha podido llevarse a cabo en el Centro de prácticas, por lo que no se dispone de indicadores que permitan su evaluación. No obstante, se considera oportuno aportar algunas ideas para realizar dicha evaluación.

En primer lugar, deberá contarse con la opinión de los alumnos acerca de la propuesta llevada a cabo en el aula, indicando tanto los aspectos más positivos de la misma como todos aquellos que se consideren mejorables. Para ello se recomienda una doble consulta: La primera inmediatamente después de finalizar cada actividad y la segunda un tiempo después. De esta forma se podrían recoger tanto las impresiones más inmediatas, normalmente más ricas en detalles por la cercanía en el tiempo, como aquellas otras más *reflexivas* que puede aportar la perspectiva del tiempo (no más de una semana).

En segundo lugar, se recomienda confeccionar un diario de observaciones por parte del profesor en el que se recojan las incidencias, impresiones y hechos relevantes acontecidos durante el desarrollo de las actividades, todo ello con el objetivo de mejorar las ediciones sucesivas.

No debe olvidarse que el objetivo principal de la propuesta es la mejora de la motivación por parte del alumnado, lo cual redundará en una mejora de los resultados, por lo que la evaluación deberá enfocarse hacia dicho fin.

6. Conclusiones

Del análisis de las referencias bibliográficas se desprende lo siguiente:

- Se ha detectado un problema de motivación en los alumnos de la etapa Secundaria en relación a su interés por el estudio de las ciencias experimentales y la tecnología.
- Una de las razones de la escasa motivación de los alumnos en las clases de ciencias experimentales podría estribar en el enfoque excesivamente teórico y propedéutico que se adopta en su docencia.
- Los alumnos encontrarían más interesante acercar el estudio de las ciencias experimentales a su contexto cercano para encontrar la conexión entre el aula y su realidad cotidiana.

Por todo ello se ha propuesto la adaptación parcial de uno de los bloques temáticos de la asignatura Física y Química de 3º E.S.O., concretamente la dedicada al estudio de la energía, de manera que parte de sus contenidos se desarrollen a partir de varias actividades que incluyen el tratamiento de noticias

de actualidad, una salida didáctica a una central eléctrica o la relación de los conceptos clave del bloque temático con la vida cotidiana.

El planteamiento metodológico de las actividades propuestas incluye una variedad de estrategias tanto de trabajo individual como en grupo: Aprendizaje colaborativo, aprendizaje basado en preguntas, organización de debates, propuestas de investigación para el aprendizaje autónomo, etc.

Al margen de los contenidos, cuya importancia queda fuera de toda duda, en este trabajo se ha otorgado una especial relevancia a la adquisición de una *cultura científica* que permita la formación de ciudadanos informados, críticos y, por lo tanto, libres.

7. Limitaciones y trabajo prospectivo

El acercamiento de los contenidos del currículum al contexto cercano conlleva en ocasiones limitaciones a la hora de extrapolar su aplicación a otros entornos. Estas limitaciones pueden ser más o menos importantes en cada caso; por ejemplo, en el caso de la visita prevista en la actividad 2, que se realizaría a la central hidroeléctrica de Aguayo, ha de tenerse presente que no en todas las provincias existe una central de bombeo como esta. Es más, en España existen muy pocas centrales como la de Aguayo.

En otros casos, como el desarrollado en la actividad 5, es posible que la adaptación de la propuesta al entorno geográfico sea relativamente sencilla. En el caso de la industria electrointensiva, no es difícil encontrar ejemplos a lo largo y ancho de la geografía española.

Otras actividades contextualizadas que se proponen en este trabajo no están vinculadas a un ámbito geográfico concreto, por lo que no requerirán ninguna modificación relevante. Es el caso de las actividades 1 y 3, las cuales están vinculadas al entorno próximo de los alumnos en cuanto a que se refieren a temas de actualidad y no tanto a un entorno geográfico.

Por último, la actividad 4 organizada alrededor de la alta tensión, es de aplicación a cualquier lugar. No en vano, en España hay cerca de un millón de kilómetros de líneas eléctricas, suficientes para dar 25 vueltas a la Tierra.

Por otro lado, el hecho de no haber puesto en práctica la propuesta didáctica desarrollada en este trabajo impide disponer de los datos necesarios para evaluar su utilidad. Bien es verdad que aunque se hubiese puesto en práctica en un grupo de 3º E.S.O. los resultados no podrían considerarse representativos; se trataría de una *muestra* demasiado pequeña en relación a la *población*.

Con respecto al trabajo prospectivo, la primera de las actuaciones posibles sería la puesta en práctica de las actividades propuestas y su evaluación preliminar. En función de la aceptación que esta propuesta tuviera en el grupo podría plantearse asimismo la extensión de la metodología al bloque temático completo, incluyendo de este modo aquellos contenidos que han quedado fuera de este trabajo. Si las sucesivas evaluaciones resultasen satisfactorias se podría plantear la extensión del enfoque CTS al total de la asignatura Física y Química.

8. Referencias bibliográficas

- Barrows, H. S., & Tamblyn, R. M. (1980). *Problem-based learning: An approach to medical education*. Springer Publishing Company.
- Coyle, D. (2006). Content and language integrated learning: Motivating learners and teachers. *Scottish Languages Review*, (13), 1-18.
- Dunbar, R. (1999). *El miedo a la ciencia*. Alianza Editorial.
- Franco-Mariscal, A. J. (2014). Diseño y evaluación del juego didáctico “Química con el mundial de brasil 2014”. *Educación Química*, 25, 276-283.
- Furfari, S. (2012). *Politique et géopolitique de l'énergie. Une analyse des tensions internationales aux XXI siècle*. Paris. Editions Technip.

- Furió-Mas, C., Vilches, A., Aranzabal, J. G., & Romo, V. (2001). Finalidades de la enseñanza de las ciencias en la secundaria obligatoria. ¿Alfabetización científica o preparación propedéutica? *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 19(3), 365-376.
- García Fernández, B., Nieto Moreno de Diezmas, E., & Ruiz-Gallardo, J. (2017). Mejorar la motivación en ciencias con enseñanza CLIL: Un estudio de caso. *Enseñanza De Las Ciencias*, (nº Extra), 2625-2630.
- García Martínez, N., García Martínez, S., Andreo Martínez, P., & Almela Ruiz, L. (2018). Ciencia en la cocina. una propuesta innovadora para enseñar física y química en educación secundaria. *Enseñanza De Las Ciencias: Revista De Investigación Y Experiencias Didácticas*, 36(3), 179-198.
- Glasser, W. (1986). *Control theory in the classroom*. Perennial Library/Harper & Row Publishers.
- Holton, G. J. (1995). *Einstein, history, and other passions*. American Institute of Physics.
- Huertas Montes, A., & Pantoja Vallejo, A. (2016). Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumnado en la asignatura de tecnología de educación secundaria. *Educación XX1*, 19(2), 229-250.
- Johnson, D. W., Johnson, R. T., & Holubec, E. J. (1999). El aprendizaje cooperativo en el aula. Traducido de: *Cooperatiae Learning in the Classroom*. Ediciones Paidós Ibérica S.A.

- Lasagabaster, D., & Doiz, A. (2017). A longitudinal study on the impact of CLIL on affective factors. *Applied Linguistics*, 38(5), 688-712.
- López-Gay, R., & Márquez, M. M. (2010). Química y cocina: Del contexto a la construcción de modelos. *Alambique Didáctica De Las Ciencias Experimentales*, 65, 33-44.
- Marbá-Tallada, A., & Marquez, C. (2010). ¿Qué opinan los estudiantes de las clases de ciencias? Un estudio transversal de sexto de primaria a cuarto de ESO. *Enseñanza De Las Ciencias*, 28(1), 19-30.
- Méndez Coca, D. (2012). Cambio motivacional realizado por las TIC en los alumnos de secundaria de física. *Miscelánea Comillas. Revista De Ciencias Humanas Y Sociales*, 70(136), 199-224.
- Méndez Coca, D. (2015). Estudio de las motivaciones de los estudiantes de secundaria de física y química y la influencia de las metodologías de enseñanza en su interés. *Educación XX1*, 18(2), 215-235.
- Morales Bueno, P., & Landa Fitzgerald, V. (2004). Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, (13), 145-157.
- ONU, 2019. Hoja informativa — Últimas estadísticas sobre el estado de la epidemia de sida. Recuperado el 6 de mayo en www.unaids.org
- Pinto Cañón, G. (2004). Análisis de noticias de actualidad para favorecer el proceso de enseñanza y aprendizaje de la química. Paper presented at the *Anales De La Real Sociedad Española De Química*, (4) 42-44.

- Pintor García, M., González Chasco, P., & Gil Hernández, S. (2005). La motivación en secundaria. Un estudio empírico. *Revista Complutense De Educación*, 16(1), 339-352.
- PISA 2018. (2019). Programa para la Evaluación Internacional de los Estudiantes. Informe español. *Ministerio de Educación y Formación Profesional*, p 60.
- Prieto Martín, P. (2014). La aplicación de la ludificación y las TIC a la enseñanza de español en un contexto universitario japonés. *Cuadernos Canela*, 25, 65-83.
- Quintanal Pérez, F. (2016). Gamificación y la Física–Química de secundaria. *Education in the Knowledge Society, EKS*, 17(3)
- REE 2020. Avance del Informe del sistema eléctrico español 2019. *Red Eléctrica de España*. Recuperado el 17 de abril en www.ree.es/es/datos/publicaciones/informe-anual-sistema/avance-del-informe-del-sistema-electrico-espanol-2019
- Riveros, H. G. (1995). El papel del laboratorio en la enseñanza de la física en el nivel medio superior. *Perfiles Educativos*, (68)
- Rocard, M., Csermely, P., Jorde, D., Lenzen, D., Walberg-Henriksson, H., & Hemmo, V. (2007). Science education NOW: A renewed pedagogy for the future of europe, brussels: European commission. Recuperado el 9 de mayo en http://Ec.Europa.Eu/Research/Science-Society/Document_T_library/pdf_06/Report-Rocard-Onscience-Education_en.Pdf,

Rodríguez, R. I., & Luca de Tena, C. (2001). *Programa de motivación en la enseñanza secundaria obligatoria: ¿Cómo puedo mejorar la motivación de mis alumnos?* Aljibe.

Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2005). How do learners in different cultures relate to science and technology? Results and perspectives from the project ROSE (the relevance of science education). Paper presented at the *Asia-Pacific Forum on Science Learning and Teaching*, 6(2) 1-17.

Sjøberg, S., & Schreiner, C. (2010). The ROSE project: An overview and key findings. *Oslo: University of Oslo*, 1-31.

Solbes, J. (2009). Dificultades de aprendizaje y cambio conceptual, procedimental y axiológico (II): Nuevas perspectivas. *Revista Eureka Sobre Enseñanza Y Divulgación De Las Ciencias*, 6(2) 190-212.

Solbes, J., Montserrat, R., & Furió, C. (2007). Desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: Implicaciones en su enseñanza. *Didáctica De Las Ciencias Experimentales Y Sociales*, (21), 91-117.

Solbes, J., Ruiz, J. J., & Furió, C. (2010). Debates y argumentación en las clases de física y química. *Alambique*, 63(1), 65-75.

Normativa aplicable

Decreto 38/2015, de 22 de mayo, que establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Cantabria. Recuperado de:

<https://boc.cantabria.es/boces/verAnuncioAction.do?idAnuBlob=287913>

Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa. Boletín Oficial del Estado, núm. 295, de 10 de diciembre de 2013, pp. 97858 a 97921. Recuperado de: <http://www.boe.es/boe/dias/2013/12/10/pdfs/BOE-A-2013-12886.pdf>

Orden ECD/65/2015, de 21 de enero, por la que se describen las relaciones entre las competencias, los contenidos y los criterios de evaluación de la educación primaria, la educación secundaria obligatoria y el bachillerato. Recuperado de: <https://www.boe.es/buscar/pdf/2015/BOE-A-2015-738-consolidado.pdf>

Anexo 1. Documentación de las actividades propuestas

Actividad 1. Medida y facturación de la energía

Como documentación anexa a esta actividad disponéis de una factura de electricidad en una vivienda, en este caso de la empresa Repsol.

Lo primero que debéis saber es que la *comercialización* de la energía es hoy en día en España una actividad liberalizada, es decir, cualquiera puede vender electricidad. Las empresas que venden electricidad se denominan coloquialmente *comercializadoras*.

La generación eléctrica también está liberalizada, de manera que cualquiera puede construir una central eléctrica y vender energía a quien se la compre.

Las actividades del sector eléctrico que no están liberalizadas son el transporte, la distribución y la gestión técnica del sistema eléctrico nacional. Del transporte y la gestión técnica se encarga la empresa Red Eléctrica de España, cuyo principal accionista es el Estado.

De la distribución se encargan un puñado de empresas, que se reparten las zonas de la geografía española en régimen de oligopolio: Viesgo, Endesa, Iberdrola, E-Redes (antes EDP) y Naturgy (antes Gas Natural Fenosa) son las cinco grandes, aunque no las únicas.

Una factura de electricidad (o de gas) está dividida en cinco secciones:

1. Datos del cliente y del punto de suministro
2. Conceptos facturados
3. Datos técnicos del suministro
4. Información sobre los pagos
5. Resumen de las lecturas del contador

Entre los datos del punto de suministro está el CUPS, que significa Código Universal del Punto de Suministro. Es una codificación de letras y números que identifica de forma inequívoca una instalación eléctrica. Aunque cambiemos de

empresa comercializadora, el CUPS de nuestra instalación no varía. Es algo así como el DNI de las personas pero aplicado a una instalación.

Fijaos bien en la sección 2 sobre conceptos facturados: Aparecen los conceptos *potencia, consumos, equipos de medida e impuestos varios*.

Los equipos de medida son generalmente los contadores, que habitualmente son de la empresa distribuidora y nos cobran un alquiler por utilizarlos. La parte positiva de que no sean nuestros es que si hay que sustituirlos (por avería o por la razón que sea) no tendremos que pagarlos. La parte negativa es el alquiler que tenemos que pagar mes a mes.

Los impuestos que se aplican son el IVA (Impuesto sobre el Valor Añadido), como en todo lo que compramos, y un impuesto eléctrico especial. Como curiosidad, fijaos que el IVA se aplica también sobre el impuesto eléctrico, es decir, se aplica un impuesto a un impuesto. Pero es lo que hay...

Ahora fijaos en los conceptos *potencia y consumo*. La potencia está medida en kilovatios, cuyo símbolo es kW. El consumo está medido en kilovatios hora, cuyo símbolo es kWh. Pronto entenderéis la diferencia.

Entre los datos técnicos del contrato encontramos también la *potencia contratada* medida en kW, así como el tipo de tarifa. En este caso se trata de una tarifa doméstica en mercado libre con discriminación horaria, es decir, a unas determinadas horas del día la energía tiene un precio y a otras horas tiene otro. ¿Cuándo creéis que es más barata la electricidad, por el día o por la noche? ¿Por qué?

En otras viviendas es posible que sólo haya un único precio de la energía para el día entero, sin discriminación horaria. Incluso es posible encontrar tarifas reguladas, las denominadas PVPC (precio voluntario al pequeño consumidor). No está mal el eufemismo... Se trata de una tarifa en la que el precio de la energía eléctrica varía de hora a hora según esté el mercado en ese momento. Por el contrario, con las tarifas liberalizadas se puede “pactar” un precio fijo, por ejemplo para un año entero, con la comercializadora. Así si el precio al que ella compra la energía es superior, pierde dinero; si es inferior, gana dinero. ¿Qué creéis que hacen las comercializadoras para no “pillarse los dedos”?

Las demás secciones no tienen nada de particular: Datos bancarios para la facturación y lecturas de contadores. Los contadores registran la energía consumida por lo que no hay más que leer dos registros consecutivos para conocer el consumo de ese período.

A continuación nos centraremos en aprender a diferenciar los conceptos de potencia y energía. Para ello pondremos como ejemplo dos coches que realizan el mismo recorrido, supongamos que se trata de dar una vuelta al circuito de Le Mans. Uno de los coches es un Seat Ibiza de 75 CV de potencia y el otro es un Ferrari Testarossa con 390 CV. ¿Qué cabe esperar que suceda? Lo normal es que **ambos** coches realicen el recorrido completo, pero con toda seguridad el Ferrari lo va a poder realizar en menos tiempo. ¿Por qué tarda menos **tiempo** el Ferrari en hacer lo mismo que el Seat? La respuesta es obvia: Porque es más potente. Por lo tanto, la variable que relaciona el trabajo (la energía, pues el trabajo es una forma de energía) con la potencia es el tiempo, de manera que:

$$POTENCIA = \frac{ENERGÍA}{TIEMPO}$$

Pensemos ahora en dos lámparas, una de 20 vatios y otra de 100 vatios de potencia. ¿Cuál de las dos consume más energía? La respuesta a esta pregunta tiene que ser otra pregunta: ¿Cuánto tiempo está encendida cada una? Volviendo al ejemplo de los coches, ¿cuál de los dos consume más gasolina? Pensad bien la respuesta... ¿Qué sucede si el Ferrari lo tenemos guardado en el garaje y el Seat Ibiza lo utilizamos todos los días para ir a trabajar a Reinososa? Probablemente consuma más gasolina el Seat Ibiza.

Lo mismo sucede con la facturación de la energía eléctrica. Contratamos una determinada potencia, por la cual pagamos un importe, la utilicemos o no. Además, pagamos también por la energía consumida, es decir, por el tiempo de uso de los diversos aparatos eléctricos que tenemos en casa, cada uno de una determinada potencia. Por lo tanto, la energía se calcula multiplicando la

potencia por el tiempo. Si medimos la potencia en kilovatios (kW) y el tiempo en horas (h) la energía nos quedará en kilovatios hora (kWh).

Sin embargo, algunas de estas unidades no son las *oficiales*, es decir, las del Sistema Internacional de Unidades. El SI mide el tiempo en segundos (s), la potencia en vatios (W) y la energía en joules (J).

Cuando nos referimos a cantidades energéticas grandes, como el consumo de un país en un año, el Joule se queda pequeño. Tengamos en cuenta que 1 J es aproximadamente la energía que se requiere para elevar 1 m de altura un objeto que pesase 100 g, por ejemplo una manzana. Incluso el kilojoule (kJ) o el megajoule (MJ) se pueden quedar pequeños. Un kilojoule (kJ) es la cantidad de calor que libera el cuerpo de una persona adulta en reposo durante diez segundos.

Por lo tanto, cuando nos referimos a macrocifras energéticas, se utiliza frecuentemente la “tonelada equivalente de petróleo” (tep), que puede aproximarse a unos 42 gigajoules (GJ).

Resulta interesante conocer que a principios de la década de los 50 del siglo XX el mundo consumía 2.200 Mtep (millones de toneladas equivalentes de petróleo) mientras que actualmente el consumo supera las 12.000 Mtep (Furfari, 2012). Además, el ritmo de crecimiento del consumo energético mundial no ha dejado de crecer en los últimos 150 años a un ritmo sostenido del 2,3% anual. Y, por cierto, ninguna fuente energética ha desaparecido desde entonces.

Cuestiones relacionadas con la actividad

1. ¿Cuál es tu empresa comercializadora?
2. ¿Cuál es la empresa distribuidora en tu zona?
3. ¿Cuál es la potencia contratada en tu vivienda?
4. ¿Cuánta energía ha consumido tu vivienda según la factura?
5. Expresa la energía consumida en unidades del Sistema Internacional.
6. ¿Qué tipo de tarifa tienes contratada?
7. Del importe total de la factura, ¿cuánto corresponde a potencia, cuánto a energía y cuánto a impuestos y otros conceptos?

8. Muestra los resultados de la pregunta anterior en porcentajes mediante un diagrama de círculo.
9. ¿Cuánto habrías pagado en tu factura si te hubieses ido de viaje con tu familia todo el período de facturación y no hubiese quedado ningún receptor conectado?
10. ¿Qué crees que pasaría si en tu casa conectases al mismo tiempo varios electrodomésticos cuya suma de potencia excediera la potencia contratada?
11. Investiga cómo se calcula la equivalencia entre el caballo de potencia y el vatio. En internet se encuentra fácilmente.
12. Observa detenidamente el siguiente extracto de una factura eléctrica real. ¿A qué puede deberse la diferencia tan grande entre el importe de la energía y el importe total de la factura? ¿Qué se podría haber hecho para evitar una factura como esta?

Extracto de una factura de electricidad (real)

CONSUMOS		electricidad	
Periodo de facturación: 01.08.2013 - 31.08.2013		Consumo -10% de descuento 1,02 €	
[REDACTED]		(01.08.2013 - 02.08.2013) 0 kWh x 0,185405 €/kWh (-10% x 0 €)	
Tarifa de acceso: 3.0A BOE: 03.08.2013		(03.08.2013 - 31.08.2013) 2 kWh x 0,135469 €/kWh (-10% x 0,27 €)	
Precio Luz EDP 3 periodos En vigor desde: 03.08.2013		(01.08.2013 - 02.08.2013) 0 kWh x 0,143591 €/kWh (-10% x 0 €)	
Potencias		(03.08.2013 - 31.08.2013) 5 kWh x 0,110121 €/kWh (-10% x 0,55 €)	
	P1 P2 P3	(01.08.2013 - 02.08.2013) 0 kWh x 0,091300 €/kWh (-10% x 0 €)	
contratadas (kW):	70 70 70	(03.08.2013 - 31.08.2013) 4 kWh x 0,078868 €/kWh (-10% x 0,32 €)	
		Potencia 385,51 €	
		59,5 kW x 0,043162 €/kW día x 2 día(s)	
		59,5 kW x 0,025897 €/kW día x 2 día(s)	
		59,5 kW x 0,017265 €/kW día x 2 día(s)	
		59,5 kW x 0,043494 €/kW día x 29 día(s)	
		59,5 kW x 0,065241 €/kW día x 29 día(s)	
		59,5 kW x 0,108735 €/kW día x 29 día(s)	
		Impuesto eléctrico 19,76 €	
		4,864% (386,53 € x 1,05113)	
		Alquiler de equipos 8,15 €	
		Total electricidad 414,44 €	
		Base Imponible 414,44 €	
		IVA (21%) 87,03 €	
		Total a pagar 501,47 €	

Factura tipo de energía eléctrica

Factura de luz

Atención Directa Repsol
900 11 88 66

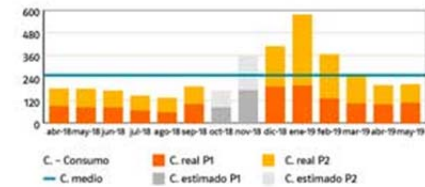


DATOS DEL CLIENTE Y DEL PUNTO DE SUMINISTRO	
Titular:	[REDACTED]
CIF/NIF:	[REDACTED]
Dirección de Suministro:	[REDACTED]
CUPS:	[REDACTED]
Nº de Contrato:	[REDACTED]
Consumo factura: 420 kWh	
TOTAL FACTURA	125,61 €
Período de Facturación:	del 02.04.2019 al 04.06.2019

1

FACTURACIÓN TOTAL DEL PERÍODO		
CONCEPTO	CÁLCULOS	IMPORTE/€
Término de potencia	5,976 KW x 63 días x 44,838978 €/kW y año	46,25
Consumo (P1)	216 kWh x 0,157989 €/kWh	34,13
Consumo (P2)	204 kWh x 0,076978 €/kWh	15,70
	Subtotal	96,08
Impuesto Eléctrico	96,08 x 5,11269632%	4,91
Equipos de medida		2,82
	Base Imponible	103,81
IVA (21, %) de 103,81		21,80
TOTAL FACTURA		125,61 €

Consumos históricos anteriores en kWh



2

INFORMACIÓN TÉCNICA	
Datos técnicos	
Tarifa Acceso / Producto:	2.0DHA / Mercado libre baja tensión
Potencia Contratada:	5,976 kW
Tipo Equipo Medida:	EML_01C2A
Distribuidora:	ENDESA DISTRIBUCIÓN ELÉCTRICA S.L. UNIPERSONAL
Actividad económica (CNAE):	9820 Viviendas Particulares. Primera Vivienda
Fecha final contrato:	21.02.2020

3

Información de pagos	
Datos bancarios (IBAN):	[REDACTED] (OCULTOS POR SEGURIDAD)
Fecha y Nº Factura:	07.06.2019 / 0000000000
Fecha de vencimiento factura:	A partir del 07.06.2019
Localizador pago:	CPR: Emisor/Sufijo: Referencia: Identificación:

4

INFORMACIÓN DE LECTURAS Y CONSUMOS - CUANTÍAS CORRESPONDIENTES A PEAJES Y CARGOS			
		Periodo1 (normal)	Periodo2 (económico)
Lectura Actual (Real)	04.06.2019	5.402	6.959
Lectura Anterior (Real)	02.04.2019	5.186	6.755
Consumo del periodo		216 kWh	204 kWh

IMPORTE FACT. ATR		DISPOSICIONES OFICIALES	
€ T. ENERGÍA	€ T. POTENCIA	Orden ETU/1976/2016	
13,85	39,24		

CONTRATO ATR: [REDACTED]

5

Periodo normal de 12 a 22h (invierno) y de 13 a 23h (verano) según cambio hora oficial. Resto de horas son de horario económico.

INFORMACIÓN AL CLIENTE
A partir del 1 de noviembre el 100% de la electricidad consumida ha sido producida por fuentes de energía renovables y de cogeneración de alta eficiencia. Los precios de la energía corresponden a los periodos de 02/04/2019 a 05/05/2019 y 05/05/2019 a 04/06/2019

Viesgo Energía, S.L. inscrita en el Registro Mercantil de Cantabria, Tomo 775, Folio 160, Sección 8ª, Hoja S-19811 - NIF B 39540760. Domicilio Social: Calle Isabel Torres, 25 - 39011 Santander

Actividad 2. Hoy no. Mañana

Esta segunda actividad incluye una visita a una central hidroeléctrica situada en San Miguel de Aguayo. El nombre que le hemos puesto a la actividad, además de un *guiño* a un conocido humorista, tiene que ver con la capacidad que poseen algunas centrales hidroeléctricas de almacenar energía para verterla a la red justo cuando hace falta. La capacidad de regulación es precisamente el talón de Aquiles de algunas tecnologías de generación renovable como la eólica, ya que no podemos elegir cuándo hace viento y cuándo no.

Antes de adentrarnos en la central vamos a comprender el concepto de *conservación de la energía*. Dice el principio universal de conservación que *la energía ni se crea ni se destruye, sólo se transforma*. Es decir, no tenemos capacidad de **crear** energía, sino que sólo podemos tomar una energía y transformarla en otra. La primera mala noticia es nuestra incapacidad de crear energía. La segunda mala noticia tiene que ver con algo que tuvo preocupados a muchos científicos a lo largo del siglo XIX, y es la degradación de la *calidad* de la energía. Así, hoy en día sabemos que la energía puede transformarse **pero** en cada transformación se degrada, es decir, pierde calidad.

A continuación vamos a explicar algunos fenómenos cotidianos desde el punto de vista de la energía.

Analicemos en primer lugar qué transformaciones energéticas suceden cuando un vehículo frena hasta detenerse. Es posible que hayáis visto alguna vez, en alguna carretera de montaña, zonas de frenado de emergencia situadas siempre en tramos de pendiente descendente prolongada. Puede verse alguno en la autopista que baja de Reinoso al Valle de Iguña (Figura 9)



Figura 9. Entrada a la zona de frenado de emergencia

Estos elementos tienen la función de permitir detenerse con seguridad a un vehículo con los frenos averiados. Los vehículos pesados han de frenar casi constantemente cuando descienden una pendiente pronunciada, por lo que en ocasiones los frenos se sobrecalientan y pueden eventualmente dejar de funcionar correctamente.

<https://www.youtube.com/watch?v=R-jkdDDBiXs>

¿De dónde procede el calor que causa la avería en los frenos? Procede de la fricción entre las pastillas y los discos de freno. ¿Y por qué hay fricción? Porque hay movimiento. Es decir, el movimiento tiene asociada una energía, que llamamos energía cinética. Cuando un vehículo se detiene, lo que sucede es que sus frenos han transformado la energía cinética del vehículo en energía térmica. Sucede lo mismo cuando nos frotamos rápidamente las palmas de las manos.

Veamos ahora qué sucede cuando dejamos caer una piedra desde una cierta altura. Inicialmente la piedra parte del reposo, pues la tenemos bien agarrada. ¿Qué fuerzas actúan sobre la piedra mientras la tenemos en la mano? En un momento dado soltamos la piedra y ésta cae al suelo, impactando con él a una cierta velocidad, es decir, aterriza con una cierta energía cinética. ¿De dónde procede esta energía cinética si la piedra partía del reposo? No la hemos lanzado, ¡sólo la hemos dejado caer! Lo que ha sucedido es que la piedra en reposo almacenaba energía potencial, que es directamente proporcional a su altura respecto al suelo. A medida que desciende pierde energía potencial, la cual se transforma en energía cinética.

Una central hidroeléctrica almacena agua en un embalse gracias a la construcción de una presa. El agua del embalse está siempre a una cota (altura) superior a la central, por lo que si se deja caer, como la piedra anterior, llegará a la central con una cierta velocidad, de manera que podrá hacer girar el eje de las turbinas. Este eje, a su vez, hace girar el alternador que genera la energía eléctrica (Figura 10).

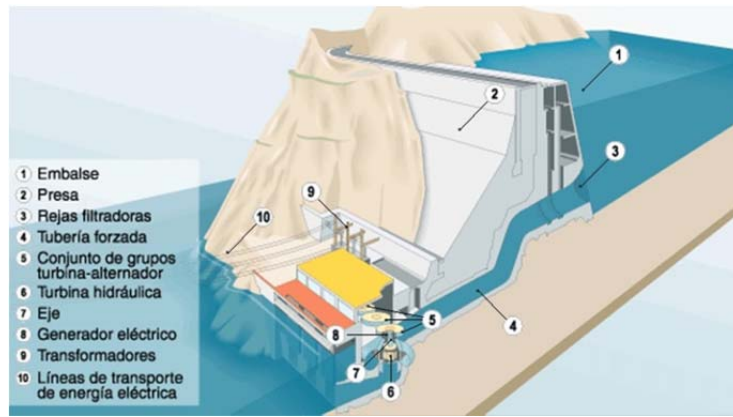


Figura 10. Esquema de una central hidroeléctrica. Fuente: UNESA

Imaginemos ahora que el agua del primer embalse se almacenase en otro embalse situado a menor cota que el anterior. Bastaría con bombear el agua del embalse inferior de vuelta al embalse superior para volver a la situación inicial. Para elevar el agua se requiere energía, para lo cual lo más práctico es comprar energía eléctrica que haga girar un motor eléctrico que a su vez accione la bomba para subir el agua al embalse superior. Este es el principio de funcionamiento de una central hidroeléctrica reversible como es la de Aguayo (Figura 11).



Figura 11. Vista de la central hidroeléctrica de Aguayo. Fuente: REPSOL

Dado que en los embalses el agua está en reposo, lo único que tiene el agua en el embalse superior que no tiene en el embalse inferior es **altura**, es decir, energía potencial. Si no se produjesen pérdidas durante la circulación del agua por las tuberías, la energía producida por las turbinas al caer sería igual a la energía potencial que pierde el agua al descender. Y esta energía sería la misma que se necesitaría consumir para bombear el agua de nuevo al embalse superior.

Sin embargo, las inevitables pérdidas por fricción se producen tanto en el recorrido descendente como en el ascendente. Por lo tanto, cuando el embalse superior vierte agua sobre el inferior, la energía aprovechable en las turbinas es igual a la energía potencial que pierde el agua **menos** las pérdidas por rozamiento. Y cuando el agua se bombea de nuevo hacia el embalse superior, las bombas tienen que devolver la energía potencial que el agua cedió al caer **más** las pérdidas por rozamiento.

Las pérdidas por rozamiento son como un **peaje** en la carretera. Has de pagarlo en el viaje de ida pero también en el de retorno. No estaría mal que a la vuelta te devolviesen el importe del peaje de la ida, pero me temo que no es así...

Como consecuencia de lo anterior, las centrales hidroeléctricas de bombeo consumen más energía de la que producen. Entonces, ¿dónde está su razón de ser? La clave de todo está en el precio de la energía.

La demanda de energía eléctrica es mayor durante el día que durante la noche, ya que gran parte de la actividad económica “se va a dormir”. Por lo tanto el precio de la energía eléctrica es mayor durante el día que durante la noche. ¿Es esto razonable? ¿Conoces algún otro mercado en el que suceda algo así? (Realmente la pregunta sería: ¿Conoces algún otro mercado en el que NO suceda algo así?)

Entonces, si una central hidroeléctrica de bombeo compra energía barata para llenar su embalse superior, estará en disposición de comenzar a turbinar y vender energía eléctrica cuando ésta sea más cara. Igual hoy no: Mañana... En cualquier caso, si compro barato y vendo caro hago negocio.

Al contrario de lo que opinan algunos, que las empresas ganen dinero es una muy buena noticia para todos (o debiera serlo) ya que ello les permite pagar impuestos y contratar trabajadores, los cuales dispondrán de un salario para vivir y también contribuirán con sus impuestos al bienestar de la sociedad.

Por otro lado, las centrales hidroeléctricas de bombeo ofrecen otra importante ventaja desde el punto de vista de la sostenibilidad. Como se ha indicado antes, algunas tecnologías renovables de generación de energía eléctrica resultan impredecibles, como es el caso de la eólica, con lo que no se puede planificar la producción. Sin embargo, los consumidores somos tozudos en nuestros hábitos de consumo de energía eléctrica y además nos gusta tenerla disponible siempre que la necesitamos. Entonces, ¿os parecería razonable que todo el sistema eléctrico de un país dependiese de energías renovables como la eólica o la solar?

Las centrales hidroeléctricas de bombeo juegan en este sentido un papel fundamental, ya que permiten **almacenar** el excedente de energía eléctrica en forma de energía potencial en el embalse superior, que se ha llenado utilizando esa energía sobrante y por lo tanto barata procedente, por ejemplo, de un parque eólico. De no disponer de la capacidad de almacenamiento de la central de bombeo el parque eólico hubiese tenido que parar sus turbinas durante la noche, o en general durante los períodos de baja demanda.

¿Nadie se ha preguntado por qué no se almacena directamente la energía eléctrica en lugar de complicarnos la vida con dos embalses?

Trabajos en grupo posteriores a la visita

Se va a poner en práctica un método de trabajo basado en *grupos de expertos*, para lo cual la clase se dividirá en grupos de tres alumnos y cada alumno se especializará en uno de los temas propuestos, para lo cual deberá trabajar con sus homólogos del resto de los grupos. Posteriormente habrá una puesta en común dentro de cada grupo y finalmente una exposición oral al resto de la clase.

Los temas planteados son los siguientes:

Primero: El calor específico de una sustancia es la cantidad de calor que hay que suministrar a la unidad de masa de dicha sustancia para elevar su temperatura en una unidad. En el caso del agua, aumentar 1°C la temperatura de 1 kg requiere el aporte de 4,18 kJ. Es decir, para el agua:

$$c = 4,18 \frac{kJ}{kg \text{ } ^\circ C}$$

¿Qué sucede con la energía potencial del agua que cae por las cataratas Victoria? ¿Desaparece? ¿Se transforma en otra forma de energía? ¿En cuál? ¿Qué pasa teóricamente con la temperatura del agua que ha caído? Si el caudal promedio de la catarata es de 1000 m³/s, ¿cuánta energía potencial se podría aprovechar en un día? Compáralo con el consumo de energía eléctrica en tu casa (una por grupo).

Segundo: La capacidad de carga de una batería se expresa en Amperios hora, indicando qué intensidad de corriente (Amperios) puede suministrar durante una hora, antes de agotarse. La tensión entre los bornes de la batería es un valor aproximadamente fijo. Por otro lado, la potencia (Vatios) se obtiene multiplicando la intensidad (Amperios) por la tensión (Voltios), es decir:

$$P (W) = V (V) \cdot I (A)$$

A su vez, como se ha visto en la primera actividad, la potencia y la energía están relacionadas mediante el tiempo.

$$E (J) = P (W) \cdot t (s)$$

Considerando una batería de coche con una capacidad de 80 A·h y una tensión de 12 V, calcular la energía almacenada, expresando el resultado en Joules y en kilovatios hora. Comparar el resultado con el consumo **diario** de energía eléctrica en tu vivienda (una por grupo).

Tercero: La cantidad de precipitación que se recoge en Santander durante un año es, en promedio, de unos 1.200 mm. Supongamos que acumulamos el agua de lluvia de todo un año sobre la azotea de un edificio de 30 m de altura

que tiene unas dimensiones en planta de 20 x 10 m. ¿Cuánta energía potencial podríamos acumular? Compáralo con el consumo **anual** de energía eléctrica en tu vivienda (una por grupo). Por simplicidad, puedes considerar el consumo anual como el de un mes multiplicado por doce.

Formulario

Energía potencial:
$$E_p (J) = m (kg) \cdot g \left(\frac{m}{s^2} \right) \cdot z (m)$$

Energía cinética:
$$E_c (J) = \frac{1}{2} \cdot m (kg) \cdot V^2 \left(\frac{m^2}{s^2} \right)$$

donde:

m	Masa
g	Aceleración de la gravedad
z	Altura o cota
V	Velocidad

La actividad se cerrará con una reflexión acerca de los resultados obtenidos en los tres temas planteados. Lo realmente importante en cuanto a la evaluación y calificación no son los resultados numéricos sino el modo de encarar el problema, la estrategia adoptada para su resolución y, muy importante, el análisis de los **órdenes de magnitud** obtenidos.

Actividad 3. Hidrógeno. ¿Una verdad incómoda?

La actividad aquí desarrollada se enmarca dentro de la lección dedicada a las *fuentes de energía* y está planteada para ser trabajada en tres tiempos; consistirá en proponer un debate o coloquio en el aula **antes y después** de disponer de una información completa sobre el asunto tratado.

La intención es lograr que los alumnos sean conscientes de la importancia de disponer de una información completa antes de emitir un veredicto sobre un asunto en particular. De forma alternativa esta actividad podría plantearse como un *juicio* al hidrógeno, dividiendo el aula en fiscales, abogados y jueces. No obstante se ha enfocado como un debate por la posible dificultad a la hora de encontrar a los fiscales.

El debate o coloquio será conducido por el profesor, pero siempre otorgando el máximo protagonismo a los alumnos. Así, se irán planteando cuestiones acerca de la utilización masiva del hidrógeno como alternativa a los combustibles fósiles.

Primera parte. En esta primera fase el profesor expondrá brevemente las bondades del hidrógeno como vector energético, incidiendo en sus ventajas frente al uso de combustibles fósiles. Se trata por lo tanto de llevar intencionadamente las opiniones de los alumnos hacia el terreno que nos interesa. Obviamente los argumentos serán reforzados esgrimiendo todo tipo de razones, fundamentalmente las relativas a la contaminación derivada de la utilización del petróleo, el carbón y el gas natural, que suelen resultar infalibles a la hora de *manipular* el estado de opinión.

Entre las bondades del hidrógeno que debemos sacar a relucir destacan su abundancia en la naturaleza, su alta densidad energética y sus nulas emisiones de CO₂. La densidad energética cuantifica la cantidad de energía contenida en una determinada masa de una sustancia. Por ejemplo, en el caso del carbón la densidad energética es de unos 30 MJ/kg (depende en gran medida del tipo y la calidad del carbón); en el caso del petróleo, unos 42 MJ/kg; mientras que el hidrógeno alcanza los 120 MJ/kg. Es decir, contiene mucha más energía que muchos otros combustibles. Quizá no sea todavía el momento de mencionar

que el isótopo Uranio-235 utilizado como *combustible* en las centrales nucleares tiene una densidad energética cercana a los 77.000.000 MJ/kg (setenta y siete **millones** de megajoules cada kilogramo).

Para ilustrar el concepto de densidad energética, téngase en cuenta que la energía aportada por los combustibles fósiles en el mundo durante un año asciende a unos 44 billones (44.000.000.000.000) de toneladas de materia orgánica (Furfari, 2012), el equivalente a **cuatro siglos** de producción de la biosfera. No existe hoy en día ninguna fuente no fósil capaz de generar toda la energía que necesitamos, por lo que resulta, al menos, poco realista pensar que en las próximas décadas la humanidad va a dejar de necesitar energía fósil.

Otro punto importante a favor del hidrógeno es el relativo a las emisiones asociadas a su utilización, que puede realizarse de dos maneras: Por combustión para obtener energía térmica o mediante pila de combustible para obtener energía eléctrica. No es necesario entrar a los detalles técnicos de los procesos; es suficiente con mencionar que la combinación del hidrógeno con el oxígeno del aire da lugar a la formación de agua. Es decir, un vehículo impulsado con hidrógeno emite únicamente agua a la atmósfera.

Todos los **datos** mencionados en los párrafos anteriores se irán dosificando a lo largo del coloquio, el cual se dinamizará a partir de preguntas como las siguientes:

- ¿En qué sectores se utilizan los combustibles fósiles?
- ¿Qué combustible consume el sistema de calefacción de vuestra vivienda?
- ¿Se utilizan combustibles fósiles para generar energía eléctrica? ¿En qué tipo de centrales?
- ¿Cuáles son algunos de los problemas derivados de la utilización de combustibles fósiles?
- ¿Cómo podríamos calentar nuestras viviendas sin necesidad de emplear combustibles fósiles?

- ¿Por qué pensáis que la utilización del hidrógeno como combustible no es de uso generalizado? ¿Quién puede tener interés en que esto sea así?
- ¿Qué opináis de los anuncios que han hecho algunas ciudades europeas sobre la prohibición de circular por sus calles a los vehículos con motores de combustible fósil?

Segunda parte. Después de unos 10 minutos de coloquio comenzará la segunda parte de la actividad, en la que se expondrán algunas de las dificultades e inconvenientes asociados a la utilización del hidrógeno. Para ello puede hacerse uso de algún video u otro material disponible en internet en el que de forma rigurosa se aporten datos objetivos sobre esta tecnología. El empleo de material *no propio* en ocasiones aporta credibilidad a un discurso porque se envía el mensaje de que “no lo digo yo, lo dice este experto...” Ni que decir tiene que el profesor deberá cuidarse mucho de que el “experto” al que recurre no sea el youtuber de moda.

En cualquier caso, no pueden faltar en el discurso las siguientes ideas clave:

En primer lugar, a pesar de ser el elemento químico más abundante en la naturaleza, el hidrógeno es altamente reactivo por lo que en nuestro planeta se encuentra siempre combinado con otros elementos químicos. La primera mala noticia es que debemos aislarlo, para lo cual vamos a necesitar energía.

Además, su densidad es extraordinariamente baja; de hecho es el primer elemento químico de la tabla periódica. Su baja densidad hace que sea muy difícil de almacenar, ya que es capaz de escapar, literalmente, a través de las paredes de un depósito. También por ello es necesario acumular grandes volúmenes para disponer de una masa interesante de hidrógeno, o bien acumularlo a altas presiones para aumentar artificialmente su densidad. Esta es la segunda mala noticia.

La tercera mala noticia, posiblemente la peor, es que la energía que se obtiene del hidrógeno, ya sea por combustión o mediante pila de combustible, es **siempre** inferior a la que se ha requerido para aislarlo. Y siempre será necesario aislarlo, separarlo de otros elementos, ya que como se ha dicho es

tan reactivo que en el planeta Tierra se encuentra combinado. Esto guarda relación directa con uno de los conceptos clave de la actividad 2 anterior, en la cual se aludió a las pérdidas energéticas como un **peaje**. Todas las transformaciones energéticas implican irreversibilidades, tal como establece el Segundo Principio de la Termodinámica (que no es necesario nombrar en el aula). Transformar energía es como trasladar arena con las manos de un recipiente a otro: siempre vamos a perder algo por el camino.

La exposición de la *verdad incómoda* terminará con otra mala noticia. ¿De qué materias primas se extrae el hidrógeno? Actualmente, a escala industrial las materias primas son fundamentalmente dos: El metano y el agua.

El metano, componente principal del gas natural, es el hidrocarburo con mayor cantidad de hidrógeno por cada átomo de carbono, por eso es tan valorado como materia prima (precursor) para obtener hidrógeno. Esto quiere decir que la utilización masiva de hidrógeno obtenido por esta vía supondría el consumo masivo de gas natural, con lo cual no se solucionaría el problema de la dependencia de los combustibles fósiles (el gas natural lo es).

La otra vía de obtención, aunque minoritaria todavía, es la electrolisis del agua para separar sus componentes: Hidrógeno por un lado y oxígeno por otro. Etimológicamente, electrolisis significa *ruptura por electricidad*. El proceso consiste en romper las moléculas de H₂O aplicando una diferencia de potencial (una tensión eléctrica) entre un ánodo y un cátodo (Figura 12). Es decir, el proceso requiere energía eléctrica. ¿De dónde viene la energía eléctrica? ¿De los enchufes? Afirmar que la energía eléctrica procede de los enchufes es como afirmar que la leche procede del supermercado. Es decir, una verdad a medias y, por lo tanto, una gran mentira.

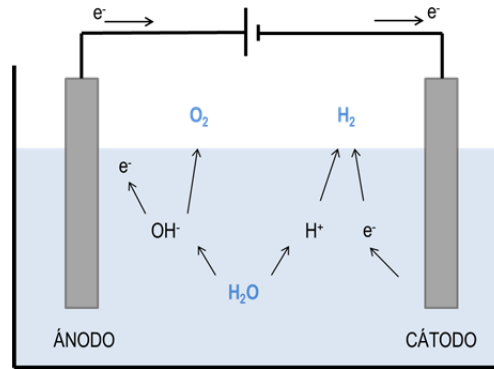


Figura 12. Obtención de hidrógeno por electrolisis del agua

La electricidad procede de diversas fuentes de energía primaria: El carbón, el gas, el viento, la fuerza del agua, el uranio... Y sí, tiene importantes emisiones de CO₂ asociadas. En España, por ejemplo, cada kWh de energía eléctrica supone la emisión de unos 357 g de CO₂ frente a los 249 g de la gasolina o los 204 g del gas natural.

En definitiva, obtener hidrógeno por electrolisis es una actividad contaminante (salvo que la energía eléctrica proceda de fuentes 100% renovables, que no es el caso) y además la energía requerida en el proceso es mayor que la recuperada durante el consumo del hidrógeno.

El ejemplo de la electricidad, que NO procede de los enchufes, y sus emisiones asociadas puede aplicarse para explicar el fenómeno *NIMBY* tan presente en la sociedad actual.

Para compensar tanta mala noticia y dar algo de esperanza a los alumnos, puede recomendárseles que busquen información sobre los proyectos basados en la utilización de los excedentes de energía eléctrica renovable, principalmente la de origen eólico, para obtener hidrógeno por electrolisis, almacenarlo y/o utilizarlo para otros fines (Figura 13). Esta es una forma razonable de almacenar energía “potencialmente convertible en electricidad”. ¿Qué similitud guarda esto con las centrales hidroeléctricas de bombeo tratadas en la actividad 2?

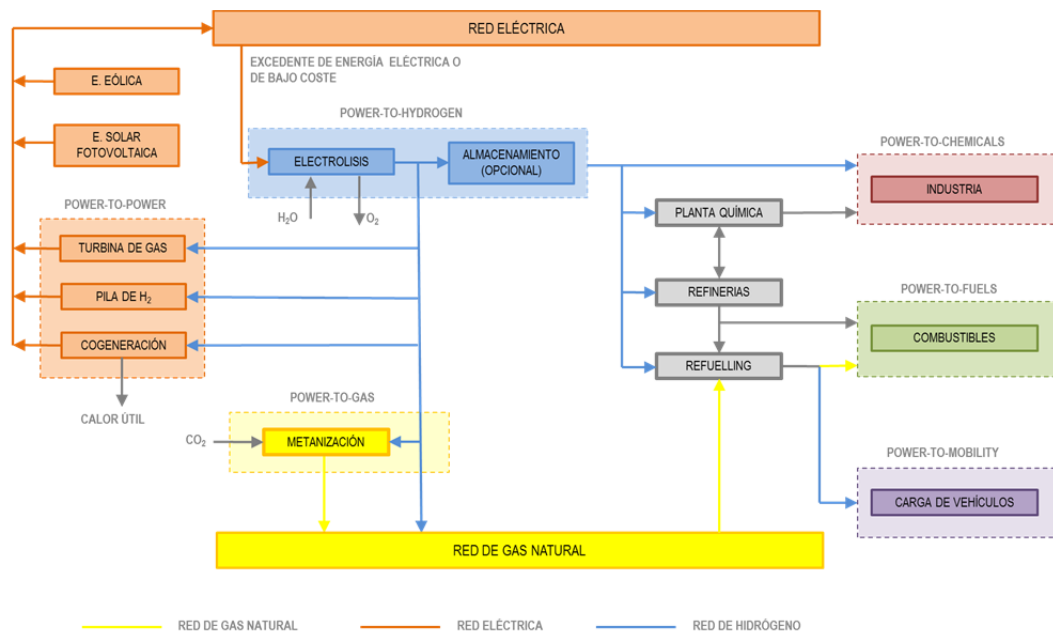


Figura 13. Producción de hidrógenos a partir de excedentes eléctricos

Tercera parte. Una vez que los alumnos disponen de *toda* la información (adecuada al nivel de 3º E.S.O.) se volverá a plantear el debate – coloquio inicial. En esta ocasión es probable que no haya tanta unanimidad en cuanto a la sustitución de las energías fósiles por hidrógeno y que los argumentos sean más completos y fundamentados.

Como conclusión final de la actividad se incidirá en la importancia de informarse antes de emitir un juicio, como norma general en la vida. El primero de los debates, tendencioso y manipulado, debería hacer reflexionar a los alumnos acerca del peligro que entraña la ausencia de una mínima cultura científica, a la que se refiere el artículo 4 del Decreto 38/2015.

Para evaluar el impacto de esta actividad en los alumnos, se les pedirá una breve reflexión escrita sobre el proceso seguido. No es tan importante el conocimiento de los pormenores energéticos sino la toma de conciencia acerca de la importancia del conocimiento en general como arma de defensa frente a la manipulación.

Actividad 4. Alta tensión

La cuarta actividad se enmarca en la lección dedicada a los circuitos eléctricos y la ley de Ohm. Su desarrollo se realizará según la metodología del aprendizaje basado en preguntas con el objetivo de que los alumnos vayan construyendo paso a paso su propio conocimiento. La labor del profesor será ir sembrando el camino de pistas, la mayoría de ellas en forma de preguntas y otras a modo de avituallamiento durante el trayecto, es decir, aportando información relevante para tratar de que nadie se quede por el camino.

En este caso se va a aplicar esta metodología para entender la razón de ser de la alta tensión. Técnicamente se considera alta tensión a la tensión mayor de 1000 voltios. Es decir, lo que tenemos en casa es baja tensión.

Pongamos por caso que se nos plantea el reto de suministrar energía eléctrica a Torrelavega desde la central hidroeléctrica de Aguayo, para lo cual tenemos disponible una línea con una capacidad de 50 MW (Figura 14).

NOTA para el profesor: Como no podemos complicar en exceso la actividad, vamos a pasar por alto ciertos detalles que, siendo importantes, no pueden incluirse en una actividad de esta naturaleza en 3º de E.S.O. Así, consideraremos la línea como un circuito monofásico con factor de potencia unidad (Figura 14).

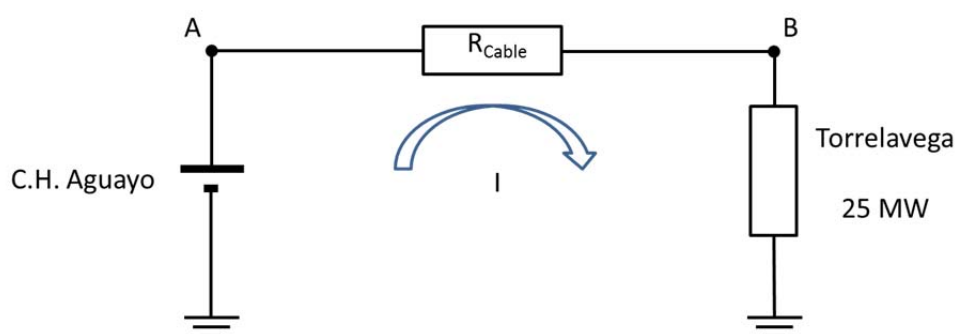


Figura 14. Sistema eléctrico considerado en el caso práctico

Si el transporte se realizase a una tensión de 230 V, ¿cuál sería la intensidad de la corriente eléctrica? Recordemos que:

$$P (W) = V (V) \cdot I (A)$$

Se sabe que la línea eléctrica es de aluminio, el cual tiene una densidad de corriente admisible de unos 5 A/mm². ¿Qué sección de cable es necesaria para poder realizar el transporte sin que se queme el circuito? ¿Qué diámetro tendría el cable?

Si la densidad del aluminio es 2,7 g/cm³, ¿cuánto pesará cada metro de cable?

Si el aluminio tiene un precio de 1,8 €/kg, ¿cuánto cuesta cada metro de cable de esta línea eléctrica?

El hecho de que los cables eléctricos se calienten al paso de la corriente se conoce como efecto Joule. ¿Tienes algún electrodoméstico en casa que funcione por efecto Joule? ¿Cuál? ¿Cuánta potencia demanda?

La potencia que se disipa por efecto Joule en una resistencia eléctrica R por la que circula una intensidad de corriente I se determina según:

$$P (W) = I^2 \cdot R$$

Si la resistividad del aluminio es 0,03 $\Omega \cdot \text{mm}^2 / \text{m}$ y la distancia entre Aguayo y Torrelavega es de 25 km, ¿cuál es la resistencia de los cables que forman el circuito?

¿Cuánta potencia se disipa en los cables por efecto Joule? Si la energía no se crea ni se destruye, ¿dónde va todo el calor generado por efecto Joule en los cables?

Todos los cálculos que hemos hecho hasta ahora corresponden a la sección mínima de cable necesaria para que éste no se queme, es decir, para no sobrepasar un límite máximo de densidad de corriente. Ahora bien, al igual que sucedía en la actividad 2 con la pérdida de energía debida a la fricción del agua, en los cables eléctricos sucede algo similar. En este caso, la “fricción de los electrones en el cable” produce una caída de tensión, que se calcula se acuerdo a la ley de Ohm:

$$V = I \cdot R$$

Desde otro punto de vista, la ley de Ohm permite calcular la intensidad de corriente I que circula por una resistencia R cuando entre sus extremos le aplicamos una diferencia de potencial V .

O bien, podemos decir que un ohmio (Ω) es la resistencia que bajo una diferencia de potencial de un voltio (V) deja pasar un amperio (A) (Figura 15).

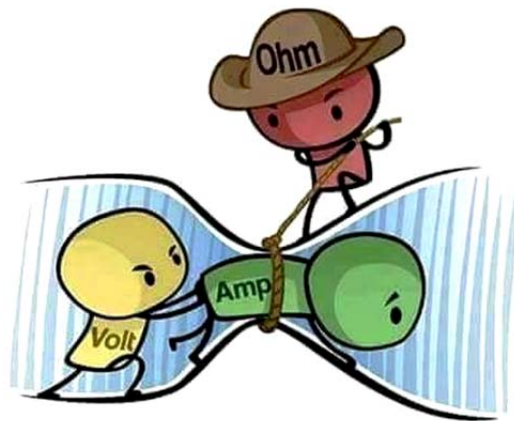


Figura 15. Relación entre la intensidad, la tensión y la resistencia (Fuente: Pinterest)

Si hemos establecido que la tensión a la salida de la central hidroeléctrica es de 230 V y admitimos una caída del 10% en el punto B, ¿qué sección de cable necesitaríamos en este caso? ¿Cuánto costaría cada metro de cable?

Ahora toca soltar el lápiz durante un par de minutos y reflexionar sobre los resultados obtenidos. ¿Te parecen razonables? ¿Qué crees que se podría hacer para reducir la sección necesaria de los cables y por lo tanto el coste de la línea eléctrica?

Una opción podría ser reducir la potencia, por ejemplo de 50 MW a 5 MW. Esto es tanto como decirles a todos los habitantes de Torrelavega que de ahora en adelante no van a poder disponer de 3 kW de potencia en su casa (en promedio) sino sólo 300 W. Es decir, no van a poder utilizar ni el microondas, ni la lavadora, ni por supuesto el horno o la cocina. Se van a tener que conformar con tener un frigorífico, una televisión y alumbrado. Y que no se les ocurra encender todo a la vez... No parece tan grave, al fin y al cabo así vivían nuestros antepasados, pero ¿te parece justificable?

Otra opción podría ser construir las centrales eléctricas dentro de las ciudades. O bien las ciudades junto a las centrales eléctricas, como se quiera ver. ¿Qué opinas sobre esta opción? ¿Qué crees que opinarían los “NIMBY”?

¿Qué tal si probamos a aumentar la tensión en el punto A (Figura 14) hasta 230.000 voltios en lugar de 230? Repitamos todos los cálculos anteriores con este nuevo valor de la tensión en el punto A. ¿Cuánto se reducen las pérdidas por efecto Joule? ¿Cuánto se reduce la sección de cable necesaria? (*) ¿Cuánto se reduce el coste de la línea eléctrica?

(*) Recuerda que la sección del cable debe ser la más desfavorable, es decir, que cumpla simultáneamente el criterio de máxima caída de tensión y el criterio de máxima densidad de corriente.

A la vista de los resultados, ¿crees que son necesarias las líneas de alta tensión?

Recapitemos: Para transportar una determinada potencia, cuanto mayor sea la tensión menor será la intensidad de corriente. Por otro lado, las pérdidas por efecto Joule son proporcionales al cuadrado de la intensidad.

A continuación vamos a analizar con más detalle el concepto de *tensión* o *diferencia de potencial*. Consideremos una resistencia eléctrica que tuviera la misma tensión (o potencial) en ambos bornes. De acuerdo a la ley de Ohm, ¿qué intensidad de corriente circularía por ella? Si ambos extremos están al mismo potencial significa que su *diferencia de potencial* es cero.

Lo anterior nos permite intuir por qué los pájaros se posan sobre los cables de alta tensión y no les pasa nada. ¿Adivinas por qué? Otra cosa bien distinta sería que pájaro posase una pata en un cable y la otra en otro cable con distinto potencial. Tal vez ahora puedas explicar por qué los electricistas trabajan siempre con calzado aislante (de goma).

El principal peligro de la alta tensión es el fenómeno del *arco eléctrico*, nombre con el que se conoce a la descarga eléctrica que se forma entre dos cuerpos (propiamente electrodos) sometidos a una diferencia de potencial en el seno de un medio gaseoso. El ejemplo más claro de arco eléctrico es el de los rayos en

una tormenta eléctrica. En este caso, debido a cargas electrostáticas se puede llegar a establecer una gran diferencia de potencial entre las nubes y la tierra, produciéndose la descarga eléctrica acompañada del relámpago (luz) y el trueno (ruido).

No es necesario que las nubes toquen la tierra, es suficiente con que haya una atmósfera gaseosa entre ambos. Por lo tanto, el peligro de la alta tensión es que no es necesario **tocar** un cable para sufrir una descarga; basta con acercarse lo suficiente para sufrir un accidente normalmente mortal.

En este video puedes ver lo que sucede cuando se produce un arco eléctrico en una línea de alta tensión.

https://www.youtube.com/watch?v=VrY_k_pdlCs

Fijaos, a partir del segundo 54 del video, cómo los dos elementos metálicos sometidos a una gran diferencia de potencial no han entrado todavía en contacto físico, sólo se han acercado, cuando se produce el arco eléctrico.

A la vista de lo anterior, ¿por qué crees que los cables de las líneas de alta tensión están tan separados entre sí?

¿Por qué en nuestras viviendas tenemos instalaciones eléctricas en baja tensión? ¿Nos sentiríamos seguros teniendo alta tensión en nuestra casa?

Si el transporte se realiza en alta tensión (y cuanto más alta mejor) y el consumo doméstico se realiza en baja tensión, en algún momento habrá que cambiar el nivel de tensión. Esto se realiza en los *transformadores* eléctricos, pero esa es otra historia...

Con todo lo aprendido, es el momento de investigar (tarea para casa) sobre la *guerra de las corrientes*, que tuvo lugar en Estados Unidos a finales del siglo XIX y en la que se enfrentaron dos grandes de la ciencia como Nikola Tesla y Thomas A. Edison.

Actividad 5. La industria electrointensiva

La quinta actividad propuesta corresponde a la última lección del curso, dedicada a los *aspectos industriales de la energía*. Al ser la última lección del curso de Física y Química, los alumnos han tenido tiempo suficiente de ir recopilando noticias acerca de la energía y la industria. La labor inicial del profesor será revisar y clasificar las noticias por temas, es decir, hacer una primera criba. Se elegirá el tema que se considere más adecuado atendiendo a criterios de actualidad, de proximidad o cualquier otro conveniente a juicio del profesor. Ni que decir tiene que cada curso podrá elegirse un tema diferente.

La escasa industria que va quedando en Cantabria sigue siendo noticia día sí día también, tanto en la prensa generalista como en la especializada, debido a las dificultades de todo tipo contra las que ha de luchar. La competencia en un mundo globalizado es una de ellas, lo cual ha llevado a muchas a la desaparición, con gran impacto social en comarcas como Torrelavega o Reinosa. En otros casos la industria ha conseguido adaptarse y ha hecho frente a la competencia mediante la mejora y optimización de sus procesos productivos (Figura 16); normalmente este proceso de mejora y optimización ha pasado por la tecnificación de la producción y, en consecuencia, la reducción de la mano de obra y sus costes asociados, provocando igualmente impacto social en el entorno.

26-01-2020 06:36

Economía

Solvay se pone en alerta ante la agresiva competencia turca



Figura 16. Efecto de la competencia globalizada (Fuente: Diario Montañés)

Para ilustrar esto último con un ejemplo, considérese el caso de la empresa química Solvay, asentada en Torrelavega desde la primera década del siglo XX. A mediados de los años 50 el ratio de toneladas anuales de producto por cada trabajador era de 104. Treinta años más tarde el ratio había aumentado hasta las 750 y actualmente supera con creces las 3.000. Mientras tanto, su

producción ha aumentado desde las 400.000 toneladas en los años 60 hasta más de 1,2 millones hoy en día. Es decir, se produce mucho más con menos personal.

Otra de las grandes amenazas que sufre actualmente la industria la tenemos “dentro de casa” y es de especial gravedad. Mientras que amenazas como la competencia exterior son inherentes al mercado global (aunque sus efectos se puedan suavizar mediante ciertas tácticas como el establecimiento de aranceles) otras como el “fuego amigo”, procedente de la política energética y económica de los países, no se puede achacar al exterior. ¿O sí? Mirado con perspectiva, cuesta trabajo encontrar en la Historia algo parecido a la asfixia que los países infligen a su propio tejido industrial, aunque como siempre, es *por su bien* (Figura 17).

Empresas y finanzas

España se quedará sin la mayoría de centrales de carbón en junio de 2020

Figura 17. Consecuencias del fuego amigo (Fuente: El Economista)

Consecuencia del devastador fuego amigo son los costes energéticos en los que incurre la industria y el enorme impacto que éstos tienen en sus resultados e incluso en su viabilidad. Para realizar esta actividad se seleccionarán diversas noticias relativas a la industria electrointensiva, que es aquella para la que la energía eléctrica tiene un papel primordial tanto en el proceso productivo como en su cuenta de resultados.

En el caso concreto de Cantabria, las industrias electrointensivas más relevantes son cuatro: Ferroatlántica, Global Steel Wire, Sidenor y Bondalti.

Ferroatlántica, ubicada en los municipios de El Astillero y Camargo desde el año 1.913, fabrica aleaciones de manganeso que se emplean como desoxidantes y desulfurantes en las acerías y fundiciones. Para ello dispone de varios hornos eléctricos de arco, por lo que la energía eléctrica y el precio de ésta resultan decisivos en su operación. Por ejemplo, la fabricación de una

tonelada de silicomanganeso requiere un total de 4.500 kWh. En cifra redonda, la fábrica de Boo consume unos 500.000 MWh/año.

Global Steel Wire, todavía conocida como Nueva Montaña, está presente en Santander desde 1.903 y se dedica a la fabricación de alambro a partir del reciclado de chatarra, para lo cual dispone de una acería equipada con un horno eléctrico. En este caso, el consumo específico de energía eléctrica está próximo a los 900 kWh por cada tonelada de producto terminado.

Sidenor, también conocida como La Naval en la comarca de Campoo, inició su andadura en 1.918 dedicada a la gran forja con el objetivo de reconstruir la diezmada flota de la Armada Española. Actualmente dispone de una acería con capacidad para producir lingote de hasta 150 ton, fundición con piezas de hasta 140 ton y forja con capacidad para piezas de hasta 90 ton. En su caso el consumo específico de energía eléctrica sobrepasa ligeramente los 1.000 kWh por tonelada de acero útil y el total anual está próximo a los 50.000 MWh.

Bondalti es una empresa portuguesa del sector de la química industrial que dispone, dentro del complejo Solvay en Barreda (Torrelavega), de una planta electrolítica de producción de cloro líquido, sosa cáustica, hidrógeno, ácido clorhídrico e hipoclorito de sodio. Entre los años 1.935 y 2.017 Solvay dispuso de una planta electrolítica en su fábrica de Barreda que operaba con celdas de cátodo de mercurio para disociar la salmuera. La necesidad de un cambio tecnológico derivado de las exigencias normativas en materia medioambiental, que exigía una inversión cercana a los 60 millones de euros, derivó en la venta del negocio a la portuguesa Bondalti, que desde finales de 2019 opera la renovada planta en Cantabria con un consumo anual estimado de energía eléctrica de 140.000 MWh.

Según la Asociación de Empresas con Gran Consumo de Energía (AEGE), en el año 2.020 las empresas españolas pagarán casi 20 €/MWh **más** que las francesas o las alemanas. De ser cierto, Ferroatlántica pagaría **diez millones de euros más** que sus competidores en Francia o Alemania, lo que podría complicar de forma importante la supervivencia de la empresa.

En relación al precio de la energía eléctrica, debe distinguirse entre los diversos perfiles de consumo. El precio no es el mismo para un consumidor doméstico que para Ferroatlántica, como es natural. Con frecuencia nos encontramos noticias como la mostrada en la Figura 18, que nos informa sobre el precio de la energía eléctrica en relación a otros países de nuestro entorno. De nuevo nos encontramos con una verdad a medias, ya que no se aporta información que permita relativizar el dato absoluto.

[Portada](#) » [Empresas](#) » [Energía](#)

El recibo de la luz español, por debajo del precio medio de la eurozona

Figura 18. Titular acerca del precio (absoluto) de la electricidad (Fuente: Expansión)

Se propone a continuación a los alumnos un trabajo de documentación a partir de datos de Eurostat, la Oficina Europea de Estadística, para entender lo que esconde el anterior titular.

La Tabla 6 muestra el precio medio de la energía eléctrica para uso no doméstico en el segundo semestre de 2019. En términos absolutos es verdad que el precio en España es inferior al precio de la Eurozona.

Tabla 6. Precio del kWh no doméstico en algunos países de Europa (Fuente: Eurostat)

Electricity prices, second semester of 2019
(EUR per kWh)

	Non-households (²)
	2019S2
EU-28	0,1210
Euro area	0,1260
Belgium	0,1152
Bulgaria	0,0868
Czechia	0,0784
Denmark	0,0681
Germany	0,1580
Estonia	0,0915
Ireland	0,1427
Greece	0,1084
Spain	0,1104
France	0,0950

Ahora bien, ¿cuál es el PIB per cápita en España y cuál el promedio en la Eurozona? Estos datos se muestran en la Figura 19. El PIB per cápita en España es de unos 25.170 € mientras que el promedio de la Eurozona es de 31.260 €.

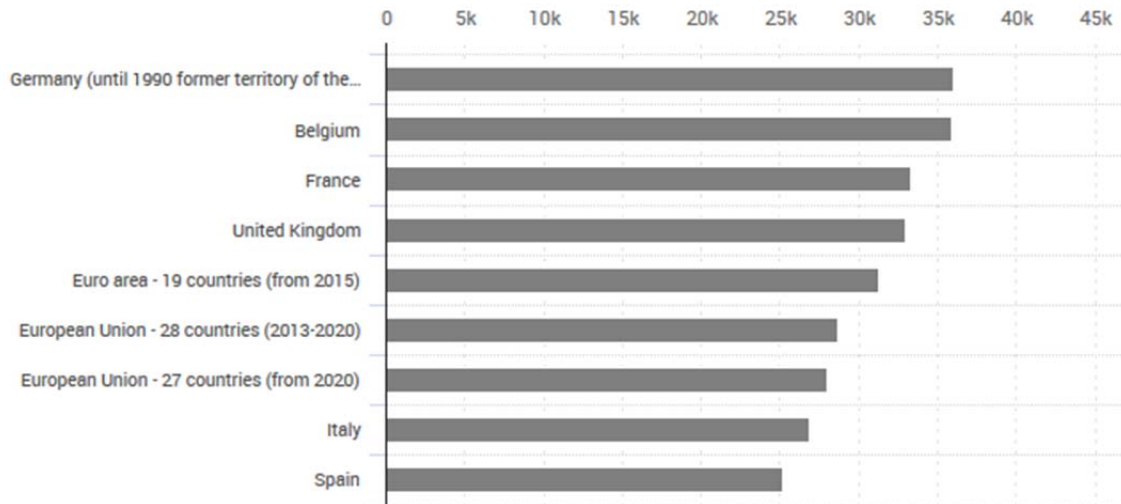


Figura 19. PIB per cápita en algunos países de Europa (Fuente: Eurostat)

Lo que se deduce de los datos anteriores es que el precio medio de la energía eléctrica no doméstica en la Eurozona es un 14% mayor que en España, **pero** su PIB per cápita es un 24% superior al español. Es decir, el esfuerzo económico que hacen las empresas en España para pagar la factura eléctrica es mayor que el promedio de la Eurozona. O visto desde otra perspectiva, el precio medio en la Eurozona debería ser de 0,1565 €/kWh para estar en nuestra misma situación.

Si analizamos lo que sucede en Alemania, donde el precio de la electricidad no doméstica fue de 0,1580 €/kWh y su PIB per cápita de 35.980 €, la situación es aún más llamativa, pues los alemanes no podrían empezar a quejarse hasta que su precio fuese de 0,2258 €/kWh. ¿Es cierto entonces que la energía eléctrica en España es más barata que el promedio de la Eurozona?

Este breve análisis pone de manifiesto dos hechos importantes sobre los que conviene que un alumno de Secundaria vaya tomando conciencia: El primero, que un mínimo de conocimiento y de sentido crítico resulta muy útil para evitar que nos tomen el pelo. El segundo, que no debiera sorprendernos que Nissan,

Alcoa y otras grandes industrias asentadas en España decidan irse en busca de territorios menos hostiles.

Por último, se introducirá el concepto de *interrumpibilidad* como herramienta del Gobierno para la ayuda a la industria electrointensiva que se ha venido utilizando durante los últimos siete años en España, así como en otros países como Francia, Italia, Alemania o Portugal, y cuyo futuro es hoy incierto (Figura 20)

Las subastas de interrumpibilidad asestan otro duro golpe a la industria electrointensiva

General, Opinión, diciembre 20, 2019

El resultado de las subastas de interrumpibilidad sitúa la retribución del servicio en 4,38 millones de euros para el primer semestre de 2020, una reducción del 95% con respecto a 2019.

ACTUALIDAD / ELÉCTRICAS / EN PORTADA / POLÍTICA ENERGÉTICA

¿Adiós al servicio de interrumpibilidad? Sin noticias de una nueva subasta para la gran industria electrointensiva

Ramón Roca 05/06/20

Figura 20. Noticias recientes sobre la interrumpibilidad (Fuentes: AEGE y elperiodicodelaenergia.com)

La interrumpibilidad es un sistema de remuneración que perciben una serie de grandes consumidores de energía por estar dispuestos a no consumir o consumir menos en momentos puntuales de alta demanda del sistema. Es un servicio controlado por Red Eléctrica de España para asegurar en todo momento la estabilidad del sistema eléctrico.

Este sistema de *gestión del riesgo* suponía hasta hace unos meses un balón de oxígeno para las empresas electrointensivas, que podían recibir del orden de

80.000 €/MW y año o incluso más. Pero también en este aspecto el futuro es incierto.

Esta actividad no contempla ninguna prueba de evaluación concreta, ya que está enfocada como una actividad divulgativa desarrollada casi al finalizar el curso y basada en un tema de actualidad en el que los alumnos puedan encontrar elementos de conexión con su entorno cercano, en este caso la maltrecha y maltratada industria de Cantabria.