



**Universidad Internacional de La Rioja**

**Facultad de Educación**

**Máster de Formación de Profesorado en Educación**

**Secundaria – Especialidad Física y Química**

**Trabajo Fin de Máster**

**El uso de las prácticas de laboratorio de Física y Química en Educación Secundaria Obligatoria. Una propuesta práctica de intervención para 4º de ESO**

**Presentado por:** Antonio F. Fernández Arroyo  
**Línea de investigación:** Propuesta de intervención  
**Directora:** Vanessa P. Moreno Rodríguez

**Ciudad:** Madrid

**Fecha:** 10 de Julio de 2015

## **Resumen / Abstract**

La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria de nuestro país ha ido sufriendo un paulatino y progresivo desinterés desde los años 90, siendo múltiples las causas. En este sentido, las prácticas de laboratorio se revelan como el recurso didáctico de mayor aceptación y contrastada efectividad tanto en opinión de los alumnos como en la de los profesores, ya sea para aumentar la motivación como para mejorar el aprendizaje significativo. Por consiguiente, estas experiencias deberían ser un recurso muy utilizado, pero en la práctica esto no es así. Este Trabajo Fin de Máster desarrolla una propuesta educativa consistente en un programa de experiencias prácticas para la materia concreta de Física y Química de 4º de ESO, en la que se combinan a lo largo de todo el curso escolar algunas de las actividades más innovadoras que ya están siendo aplicadas, con el doble objetivo de mejorar la motivación y potenciar el aprendizaje significativo de los alumnos, siguiendo unas pautas previas para optimizar la práctica de las mismas. Esta propuesta de intervención es asimismo ampliable y adaptable a cualquier materia relacionada con el ámbito científico dentro de la Educación Secundaria Obligatoria, lo cual por tanto podría ser objeto de nuevos estudios futuros.

## **Palabras clave / Keywords**

Prácticas de laboratorio, ciencias, motivación, aprendizaje significativo, propuesta educativa, 4º de ESO

## **Abstract**

Science-teaching in compulsory secondary education in Spain has been suffering from steady neglect since the 1990, owing to various causes. In this regard, laboratory practicals have been shown to be the teaching resource with the highest levels of acceptance and proven effectiveness for both pupils and teachers, whether to increase motivation or to improve significant learning. Consequently, these experiences should be a widely used resource, but in practice this is not the case. This dissertation develops an educational proposal that consists of a programme of practical experiences for the specific subject of secondary-year-4 physics and chemistry, combining over the course of the school year some of the most innovative activities that are currently being applied, with the dual objective of improving

pupils' motivation and strengthening their significant learning, by following preliminary guidelines to optimise their practice. This intervention proposal may also be extended and adapted to any science-related subject within the compulsory-secondary-education curriculum, which may therefore be studied further in the future.

### **Keywords**

Laboratory practicals, science, motivation, significant learning, educational proposal, secondary year 4.

## Índice

1. Introducción.....	6
1.1. Justificación teórica.....	6
1.2. Justificación personal.....	9
2. Planteamiento del problema.....	10
2.1. Objetivos.....	10
2.2. Descripción de los apartados.....	10
3. Marco teórico.....	12
3.1. Razones a favor y en contra del uso de los laboratorios.....	12
3.2. Diversas recomendaciones y soluciones concretas de laboratorios.....	13
3.3. Técnicas, metodologías y soluciones concretas utilizadas en la propuesta.....	17
4. Metodología.....	21
4.1. Metodología cualitativa y revisión bibliográfica.....	21
4.2. Propuesta de intervención educativa.....	21
5. Diseño de la propuesta de intervención.....	24
5.1. Marco legal.....	24
5.2. Objetivos de la propuesta.....	25
5.3. Consideraciones generales.....	27
5.4. Distribución de prácticas según los bloques de contenidos.....	29
6. Resultados previstos y discusión de los mismos.....	36
7. Conclusiones.....	39
8. Limitaciones del estudio.....	40
9. Prospectiva.....	42
10. Referencias bibliográficas.....	43
11. Anexos.....	46
11.1. Anexo 1 – Ejemplos de reacciones químicas.....	47
11.2. Anexo 2 – Ejemplo de encuesta.....	49

## **Índice de tablas**

Tabla 1. Causas del desinterés por las ciencias.....	8
Tabla 2. Razones a favor y en contra del uso de los laboratorios.....	13
Tabla 3. Diversas soluciones de laboratorios.....	14
Tabla 4. Puntos de partida de la propuesta educativa.....	22
Tabla 5. Metodología de cada práctica de la propuesta.....	23
Tabla 6. Bloques de contenidos de Física y Química de 4º de ESO en la Comunidad de Madrid.....	25
Tabla 7. Limitaciones de la propuesta educativa.....	41

## **Índice de figuras**

Figura 1. Consideraciones generales de la propuesta.....	28
--	----

## **1. Introducción**

### **1.1. Justificación teórica.**

La enseñanza de las ciencias en la Educación Secundaria en nuestro país ha ido sufriendo un paulatino y progresivo desinterés desde los años 90. Esto se refleja clara y unívocamente en que el número de alumnos que escogen estudiar el bachillerato científico ha ido disminuyendo, así como la elección de materias científicas de carácter optativo, y muy especialmente entre las chicas. Según datos extraídos de la web del Instituto Nacional de Estadística, el número de alumnos matriculados en primer curso de Bachillerato en la modalidad de Ciencias y Tecnología (antes Ciencias de la Naturaleza y la Salud y Tecnología) ha pasado de un 51% en 2001 a un 44% en 2012. Algunos estudios indican que en determinadas Comunidades Autónomas, desde principios de los ochenta hasta el año 2007, esta disminución llega a ser incluso peor, del 50% al 30% (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

Por otro lado, en la actualidad tienen mucha influencia en los alumnos las repercusiones negativas que la ciencia puede tener en la sociedad y el medio ambiente; es el fenómeno que denominamos la “valoración social negativa de las ciencias”, también conocida como “quimifobia”. Sirva de ejemplo el artículo de Mulet (2012) en el que se explica cómo la palabra “química” asociada a la alimentación lleva implícitos los calificativos de “malo o peligroso”, cuando la historia demuestra que esta afirmación es falsa. Además, en el mencionado estudio de Solbes, Montserrat y Furió de 2007 se da cuenta de la existencia de determinados grupos sociales fundamentalistas opuestos a la ciencia; otro dato revelador de este mismo estudio es que hasta un 80% de los alumnos encuestados dijeron conocer las relaciones de la Física y la Química con la industria armamentística y con las consecuencias negativas de las mismas para el medio ambiente.

Hay asimismo otros grupos sociales mucho más amplios que los anteriores que la consideran “difícil, aburrida, sólo apta para genios, etc.” (Solbes, Montserrat y Furió, 2007, p. 94), pudiendo considerarse estas percepciones como muy generalizadas.

Igualmente, otro factor muy importante es el estatus de las ciencias en el sistema educativo español. Una de las primeras causas puede ser observada ya en la educación primaria, donde se suele dar más importancia al conocimiento del medio social y natural que a los aspectos científicos y tecnológicos; de la misma manera hay

una escasa formación científica básica de los profesores. De la misma forma, la legislación educativa estatal establece por ejemplo que Física y Química sea sólo obligatoria hasta 3º de ESO, y las horas dedicadas a materias científicas en cursos posteriores son alarmantemente bajas, más si cabe comparadas con las de sistemas educativos de otros países (Tárraga, Bechtold y De Pro, 2007).

Las causas centradas en los alumnos que ya apuntan estos autores son múltiples. Ahondando en ellas, en el mencionado estudio de Solbes, Montserrat y Furió de 2007 se observa que hasta un porcentaje superior al 70% de los alumnos encuestados consideraban la enseñanza de las ciencias “aburrida y difícil” y hasta un 85% declaran que contienen “pocas prácticas y muchas fórmulas”.

En cuanto a las razones relacionadas estrictamente con el docente, podemos destacar que tradicionalmente la enseñanza de las ciencias en nuestro país ha estado completamente centrada en aspectos muy conceptuales y alejada por ejemplo de las relaciones CTS (ciencia – tecnología – sociedad), o de los aspectos y consecuencias prácticas de la misma observables en la vida cotidiana del día a día. Además la evaluación es también con frecuencia excesivamente tradicional. Otro factor adicional sería la contribución negativa de la coloquialmente conocida como “dictadura del libro de texto”: algunos trabajos de los años noventa ya indicaban que un 90% de los profesores de ciencias utiliza el libro de texto en el 95% de tiempo de la clase, siendo muchas veces el libro de texto el que dicta el programa que se ha de seguir (Dall’Alba et al, 1993). Otros estudios más recientes, como el de López (2007), van aún más lejos al ligar inequívocamente el supeditar el desarrollo de la docencia al libro de texto con la poca o mala profesionalidad.

Aunque este mismo fenómeno se observa en otros países cercanos del entorno europeo, como por ejemplo en Alemania (Tárraga, Bechtold y De Pro, 2007), lo cierto es que, como ya se ha comentado, las peculiaridades del sistema escolar español dificultan aún más el interés y la motivación de los alumnos por las materias científicas. En este estudio, los autores comparan situaciones de alumnos de las regiones de Murcia y de Renania-Palatinado con edades similares, y los resultados del mismo son muy ilustrativos para la problemática que se está tratando aquí. Se puede observar que los sistemas educativos alemanes (se utiliza el plural dado que son varios, uno por cada estado federal, aunque con elementos comunes entre ellos) dan mayor importancia a las materias de Física y Química que la que da el sistema español, importancia reflejada en el estudio cuantitativamente de forma clara y

unívoca (p. 150 – 151). Es notable esta diferencia legislativa incluso con el caso de Estados Unidos, en donde tanto los alumnos de ciencias como los que no lo son tienen que cursar obligatoriamente una materia de ciencias con prácticas de laboratorio (Fernández César, 2013).

Tabla 1. Causas del desinterés por las ciencias.

<b>Causas del desinterés por las ciencias</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Valoración social negativa de las ciencias</li><li>• Grupos sociales fundamentalistas opuestos a la ciencia</li><li>• Considerada difícil y aburrida</li><li>• Estatus de las ciencias en el sistema educativo español</li><li>• Enseñanza muy conceptual y alejada de las relaciones con la sociedad</li><li>• Contribución negativa de la dictadura del libro de texto</li></ul>

Fuente: elaboración propia a partir de Solbes, Montserrat y Furió, 2007

Por tanto, es evidente que existe un contexto generalizado de desinterés progresivo por las materias y contenidos científico-tecnológicos, más acusado aún si cabe en el caso español entre otras cosas por esta idiosincrasia legislativa particular en relación a la importancia que se da a las materias de ciencias. Surge por tanto la pregunta obvia y necesaria de cómo aumentar esa motivación, ese interés y ganas de aprender ciencia en los alumnos de Educación Secundaria Obligatoria.

La motivación y el dominio afectivo del aprendizaje son sin duda alguna claves para aumentar el interés de los alumnos y conseguir así también una mejora del aprendizaje significativo de éstos, como han demostrado ya numerosos autores. Por ejemplo, Ospina Rodríguez (2006) califica a la motivación como auténtico ‘motor del aprendizaje’; este estudio en particular incide además en la relación profesor – alumno en cuanto a cómo influye en esta motivación, y en cómo favorecer la motivación intrínseca (es decir, aquella que proviene de propio alumno y no de causas exteriores al mismo, como pudieran ser los premios o los castigos). En otro trabajo destacable, Lozano, García-Cueto y Gallo (2000) afirmaban que la idea de que el aprendizaje tan sólo depende de la inteligencia del alumno está completamente obsoleta y que “variables como la atención y la motivación son imprescindibles para que el aprendizaje no sea exclusivamente memorístico e implique un proceso de asimilación” (p. 344). Además, esta idea relaciona por tanto



motivación y aprendizaje significativo por contraposición al aprendizaje memorístico tradicional.

En este sentido, se observa que las prácticas de laboratorio son el tema que los propios alumnos escogen mayoritariamente como el que despertaría mayor interés en ellos mismos para el estudio de la Física y la Química, y los profesores demandan como las más aptas para las ciencias (Duque, Jiménez, y Cuerva, 1996; Ospina, 2006; Sanmartí, 2009; Solbes, Montserrat y Furió, 2007; Tárraga, Bechtold y De Pro, 2007).

A raíz de estos datos, se plantea que el uso de dichas prácticas de laboratorio debiera ser un recurso educativo muy habitual en la enseñanza de las ciencias, pero nada más lejos de la realidad. Hay un dato de peso muy sorprendente: el 40% del alumnado llega a afirmar que no las realiza “nunca”, sin embargo en países como Alemania declaran realizar prácticas de laboratorio “siempre” o “casi siempre” en torno al 70% de los alumnos preguntados (Tárraga, Bechtold y De Pro, 2007). Abundando en estas diferencias, está el caso ya comentado de Estados Unidos, que cuenta con la obligatoriedad de cursar una materia de ciencias con prácticas de laboratorio (Fernández César, 2013).

## 1.2. Justificación personal

A nivel personal, conocer durante el estudio del Máster de Formación del Profesorado en Educación Secundaria (en la especialidad de Física y Química) esta dicotomía entre la utilidad reconocida a múltiples niveles de las prácticas de laboratorio, y lo poco que se llevan a cabo durante el curso en un gran número de centros de educación secundaria obligatoria en España, llama poderosamente la atención. Profundizar en las causas y posibles soluciones parece el siguiente paso lógico, y a raíz de esto se decide convertir estas cuestiones en el tema de este Trabajo Fin de Máster, orientándolo hacia una propuesta de intervención práctica que recoge todas las causas de este contexto desfavorable hacia la realización de prácticas de laboratorio, apoyándose en algunas de las múltiples corrientes e innovaciones que existen en la actualidad relativas a este tema.

## **2. Planteamiento del problema**

### **2.1. Objetivos**

El objetivo general o principal de este Trabajo Fin de Máster (TFM) es:

- Desarrollar una propuesta de intervención de uso de prácticas de laboratorio para la materia Física y Química de 4º de ESO, que combine a lo largo de todo el curso escolar algunas de las actividades más innovadoras y eficaces que ya están siendo aplicadas, con objeto de mejorar la motivación y potenciar el aprendizaje significativo de los alumnos tras ser aplicada.

En cuanto a los objetivos teóricos de este TFM destacan:

- Efectuar un estudio de las causas del desinterés por la enseñanza de las ciencias en nuestro país, y del bajo uso del recurso de las prácticas de laboratorio
- Realizar una investigación teórica sobre los distintos modos que existen en la actualidad de realizar las prácticas de laboratorio, desde los tradicionales hasta los más innovadores
- Definir, a raíz de la investigación teórica, una serie de “buenas prácticas” o recomendaciones a la hora de llevar a cabo estas experiencias en laboratorio

### **2.2. Descripción de los apartados**

Tras haber realizado una introducción con las justificaciones teórica y personal y un planteamiento de los objetivos del problema, a continuación se aborda el marco teórico en el que puede circunscribirse este estudio: un breve repaso a la legislación vigente, las razones a favor y en contra del uso de las prácticas de laboratorio, una exposición de diversas recomendaciones y soluciones a la hora de implementarlos, y por último algunos modos concretos de llevarlas a cabo.

En el siguiente epígrafe se aborda la metodología del presente estudio: una breve definición de la metodología cualitativa, un repaso a la búsqueda bibliográfica efectuada, y una exposición de la propuesta de intervención educativa contenida aquí, con los puntos de partida de la misma.

A continuación se presenta la propuesta en sí, partiendo de unas consideraciones generales de amplia aplicación, para culminar con un programa de experiencias que propone una práctica por cada uno de los seis bloques temáticos según los contenidos legislativos marcados por la Comunidad de Madrid para la materia de Física y Química de 4º de ESO.

Seguidamente se exponen los resultados previstos teóricos (que son francamente positivos) y la discusión de los mismos, y tras esto, las conclusiones del presente estudio. En último lugar se encuentran las limitaciones de este Trabajo Fin de Máster, con especial énfasis en las variables que pueden afectar a la objetividad y la efectividad de esta propuesta, la prospectiva del mismo (con las posibles aplicaciones a otras materias científicas de la Educación Secundaria Obligatoria) y las referencias bibliográficas utilizadas.

### **3. Marco teórico**

#### **3.1. Razones a favor y en contra del uso de los laboratorios**

Según varios autores, las prácticas de laboratorio sirven para incrementar la motivación y el aprendizaje significativo de los alumnos en las clases de ciencias. Una de las razones de estas percepciones positivas la apuntaban ya Duque, Jiménez y Cuerva en 1997: la propia actividad manipulativa de objetos en comparación con el clásico y cotidiano trabajo en el aula es suficiente para que los alumnos reclamen más prácticas, y prácticas más atractivas.

Pero este motivo no es el único: Sanmartí (2009) apunta en su libro “Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria” que los trabajos prácticos sirven para que los alumnos visualicen los fenómenos, así como los instrumentos para medirlos; son asimismo una fuente importante de conflictos cognitivos, que han de ser aprovechados por el docente para fijar los nuevos conceptos correctos en lugar de los erróneos preconcebidos (aunque cabe destacar que estos conflictos se producen frecuentemente no durante el experimento en sí, sino en la discusión y análisis final).

Las principales causas que expone Sanmartí (2009) de esta poca utilización de los laboratorios son las siguientes:

- Porque son difíciles de gestionar, en cuanto a las dificultades espacio – temporales que explicaremos a continuación.
- Porque se cree que las actividades no son esenciales a la hora del aprendizaje de los conceptos, o al menos no tan importantes como las explicaciones y ejercicios tradicionales, y porque en cambio ocupan mucho tiempo.
- Porque se piensa que estas actividades están sólo para motivar a los alumnos y este objetivo se puede conseguir con medios menos costosos; del mismo modo, los procedimientos de la experimentación científica no se explican ni se evalúan.

Ahondando en ello, las prácticas de laboratorio se utilizan muchas veces como simples complementos educativos, como recursos para realizar sencillas comprobaciones de fenómenos ya estudiados, pero no como investigaciones reales siguiendo el método científico (Duque, Jiménez y Cuerva, 1997). En el lado negativo hay que destacar igualmente que la distribución de espacios y tiempos en los centros escolares muchas veces dificulta la realización de estas prácticas en condiciones óptimas. Además, la dotación, calidad y cantidad de las prácticas realizadas en institutos españoles siguen muy por debajo de las que se llevan a cabo en otros países como Alemania (Tárraga, Bechtold y De Pro, 2007).

Tabla 2. Razones a favor y en contra del uso de los laboratorios

<b>Razones a favor</b>	<b>Razones en contra</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aumentan el interés y la motivación</li> <li>• Mejoran el aprendizaje significativo</li> <li>• Sirven para visualizar los fenómenos</li> <li>• Son fuente de conflictos cognitivos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Son difíciles de gestionar</li> <li>• Se cree que no son esenciales para el aprendizaje</li> <li>• Se cree que únicamente sirven para motivar</li> <li>• Se utilizan únicamente como comprobaciones</li> <li>• Distribución de espacios y tiempos en los centros</li> <li>• Dotación, calidad y cantidad insuficientes</li> </ul>

Fuente: elaboración propia a partir de Sanmartí (2009) y otros

### 3.2. Diversas recomendaciones y soluciones concretas de laboratorios

Se plantea por tanto la duda lógica de no sólo por qué es esto así, cuestión a la que ya han respondido numerosos autores (entre los que ya se ha comentado a Neus Sanmartí), sino qué acciones concretas se pueden realizar para mejorar esta problemática. Varios estudios apuntan ya algunas soluciones determinadas para mejorar la efectividad de estas prácticas de laboratorio.

Tabla 3. Diversas soluciones de laboratorios

<b>Diversas soluciones de laboratorios</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Combinación de laboratorios reales y virtuales</li><li>• Realizar el mayor número posible de prácticas</li><li>• Prácticas sencillas y no peligrosas</li><li>• Implicar a los alumnos</li><li>• Planificarlas previamente</li><li>• Trabajar en equipos</li><li>• Realizar conexiones con la vida cotidiana</li><li>• Menos comprobaciones y más predicciones</li><li>• Una investigación real al año como mínimo</li><li>• Redistribuir tiempos y espacios</li><li>• Laboratorios asistidos por ordenador</li><li>• Laboratorios basados en la investigación</li><li>• Laboratorios de bajo coste con el uso de TIC</li><li>• Uso de laboratorios desde <i>gammification</i></li><li>• Batallas de prácticas</li><li>• Evaluación posterior a las mismas</li></ul>

Fuente: elaboración propia

Por ejemplo, Fernández Cézar (2013) afirma que la combinación de distintos tipos de laboratorios (reales y virtuales) mejora el aprendizaje. Tárraga, Bechtold y De Pro (2007) apuntan otras: realizar el máximo número posible de experiencias, que éstas sean sencillas y no peligrosas, implicar a los alumnos, planificarlas previamente, trabajar en equipos y realizar conexiones con fenómenos y materiales de la vida cotidiana. Por último, Rodríguez, Jiménez y Cuerva (1996) sugieren disminuir la carga de las comprobaciones y aumentar las predicciones, realizar una investigación real con periodicidad mínima anual, y redistribuir eficientemente espacios y tiempos para optimizar las prácticas.

Independientemente del tipo de estas prácticas de laboratorio (D'Agostino y Alvarado (1985) las dividen en abiertas, controladas, informales, tipificadas, objetivas, de ensayos, etc.), se plantea aquí cómo llevar a cabo estas prácticas y las distintas estrategias que se pueden escoger:

- Las llamadas coloquialmente “recetas”. Rodríguez, Jiménez y Cuerva (1996) indican que, aunque los alumnos comprenden con relativa facilidad estas recetas o indicaciones que aparecen en los manuales de prácticas, rara vez utilizan una metodología científica durante el desarrollo de las mismas. Por tanto, estas indicaciones tienen una dudosa utilidad para la consecución de un aprendizaje significativo. Ruiz (2012) señala que “aunque se ha evidenciado que las prácticas experimentales son piezas fundamentales en la enseñanza de las ciencias naturales y que estas proporcionan una oportunidad sin igual para que los estudiantes desarrollen una serie de competencias, se ha establecido que muchos docentes de ciencias [...] no siguen una metodología para desarrollar prácticas experimentales y debido a esto, no logran que sus estudiantes desarrollen las competencias que inicialmente se habían propuesto.” (p. 7)
- La investigación dirigida. Moya, Chaves y Castillo (2011) explican que “la idea general de la enseñanza mediante la investigación dirigida es que el estudiante construya por sí mismo y mediante el método científico un cuerpo de conocimientos que le permita explicar científicamente fenómenos cotidianos que son intrigantes para él, eso sí, todo el tiempo guiado por el docente” (p.2). En la investigación dirigida se parte siempre de una pregunta, que es el detonante del trabajo investigador de los alumnos, para realizar una verdadera construcción del conocimiento.
- El aprendizaje por descubrimiento. Aunque esta estrategia es más propia de cursos universitarios, Baro (2011) escoge esta metodología activa puesto que el proceso de construcción de significados, que es la base de la misma, constituye el elemento más importante del proceso enseñanza/aprendizaje, ya que el alumno aprende un contenido cuando es capaz de asignarle un significado; por ello hay que intentar que los aprendizajes sean lo más significativos posibles, para lo cual la enseñanza debe favorecer que los alumnos profundicen y amplíen los significados mediante su participación en actividades de aprendizaje, entre ellas las prácticas de laboratorio.

Entre los aspectos más destacados del uso de prácticas de laboratorio existentes en la actualidad, podemos destacar los siguientes:

- El empleo de simulaciones en el laboratorio. Se han realizado varios experimentos de Química mezclando experiencias reales y simulaciones, llegando a la comentada conclusión de la mejora de la motivación de los alumnos (Fernández, 2013).
- El empleo del laboratorio asistido por ordenador. Torres Climent (2010) realizó tres experimentos de Física y Química en un laboratorio asistido por ordenador que ayudaron a cambiar las ideas erróneas preconcebidas que los alumnos tenían respecto a esos fenómenos.
- El uso de laboratorios basados en investigación. Ramírez Unwin (2008) concluye que esta metodología de trabajo en laboratorio sirve para aumentar la motivación y para desarrollar múltiples habilidades como la búsqueda de información, la comunicación entre iguales, el desarrollo del juicio crítico, fomento de la autonomía personal y de la capacidad de trabajo en grupo, etcétera.
- Nueva generación de laboratorios de bajo coste con la incorporación de las TIC (Calderón et al., 2014): en este estudio los autores plantean una serie de experimentos que son posibles de realizar con muy pocos recursos o con algunos muy habituales (por ejemplo una cámara digital), pero cuya implementación ha de ir acompañada necesariamente de una formación extra del profesorado de cara a estos nuevos enfoques pedagógicos investigadores.
- Uso de los laboratorios desde ‘*gamification*’. En 2011 Murillo Castañeda llevó a cabo una aproximación al concepto de “edutainment” (literalmente, “aprender jugando”) mediante la utilización de un parque de atracciones como laboratorio de física mecánica, con resultados francamente buenos.



- Batalla de prácticas. Pañeda, Melendi, García, Blanco y Carrero (2009) proponen en un estudio centrado en el ámbito universitario de las carreras técnicas la realización de una “batalla de prácticas” que se asemeja mucho al entorno laboral competitivo y lleno de riesgos que los futuros profesionales se van a encontrar. Además, la técnica aplicada trataba de aumentar la motivación y disminuir la posibilidad de copia de los trabajos realizados.

Por otra parte, hay que señalar que la preparación previa a las prácticas de laboratorio se revela fundamental: Noguera, Tortajada, Atienza y Herrero (2011) pusieron en marcha una estrategia para mejorar los resultados del aprendizaje en las prácticas de laboratorio consistente en realizar una autoevaluación de los alumnos previa a dichas prácticas, con éxito tanto en lo que se refiere a la mejora del aprendizaje como en un incremento de la motivación y la implicación.

En cuanto a la evaluación de las mismas, D’Agostino y Alvarado (1985) señalan que la especificación y descripción de las tareas son también muy importantes, así como algunas técnicas de observación y algunas precauciones para asegurar la fiabilidad de los resultados obtenidos.

### 3.3. Técnicas, metodologías y soluciones concretas utilizadas en la propuesta

Parece obligado profundizar en algunas de las técnicas y metodologías concretas que se han escogido para la propuesta educativa. Especialmente importantes son las siguientes:

- Investigación dirigida: es una metodología educativa con raíces naturalistas y enriquecida por el constructivismo, en la que el aprendizaje de contenidos se realiza de forma activa por los alumnos, teniendo como base sus propios conocimientos previos, en la que el docente tiene un papel de moderador y orientador, en la que se asegura la utilización del método científico y que además potencia la adquisición de la competencia de “aprender a aprender” (Torres Salas, 2010, citado por Ruiz, 2012).

En el previamente mencionado estudio de Moya, Chaves y Castillo (2011), se explica que la investigación dirigida parte de un problema, una duda o una

pregunta que hay que resolver, y que en el transcurso de su resolución necesariamente se provoca un aprendizaje en el estudiante, convirtiéndolo en el sujeto activo situado en el centro del proceso de enseñanza/aprendizaje. Además, lleva aparejada una educación en valores, tanto sociales como los inherentes a las ciencias.

- Empleo de simulaciones por ordenador. Las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) han abierto un nuevo mundo inmenso de posibilidades para la docencia. Por citar algunas de las que ya han aparecido en este trabajo, están los laboratorios asistidos por ordenador, el uso de los laboratorios desde ‘*gamification*’, la implementación de laboratorios de bajo coste con apoyo de las TIC y el empleo de simulaciones por ordenador. Varias ideas relacionadas con todas ellas han sido usadas para esta propuesta educativa, pero tiene especial relevancia la última, el empleo de simulaciones.

En el estudio realizado por Fernández (2013) ya se consiguió un incremento de motivación en los alumnos tras aplicarse estas simulaciones a unas prácticas de laboratorio. Existen otros muchos trabajos al respecto que proponen la implementación de este recurso, como por ejemplo el realizado por Ré, Arena y Giubergia (2012) con estos objetivos (entre otros): “encontrar sentido lógico a las relaciones entre representaciones matemáticas (...), entender las ecuaciones como relaciones físicas entre medidas (...), construir modelos mentales de sistemas físicos (...), proporcionar experiencias de aprendizaje activas (...), fomentar la interacción entre los estudiantes (...) y favorecer el proceso de enseñanza-aprendizaje mediante herramientas que son de uso diario y que tienen un alto grado de motivación para los alumnos” (p. 17).

- Trabajo colaborativo. Aunque esta técnica está siendo muy utilizada en cursos universitarios, algunos de sus objetivos pueden ser muy útiles para la propuesta que se presenta aquí. Maldonado (2007) lo define como “un modelo de aprendizaje interactivo, que invita a los estudiantes a construir juntos, para lo cual demanda conjugar esfuerzos, talentos y competencias mediante una serie de transacciones que les permitan lograr las metas establecidas consensuadamente” (p. 269).

En las experiencias aplicadas en el estudio de Maldonado, se consiguió desarrollar la motivación y la capacidad emprendedora, mejoró el aprendizaje y el desarrollo personal de los alumnos, despertó sentimientos de satisfacción en los estudiantes por los logros alcanzados y facilitó la labor del docente.

- Batalla de prácticas. Se trata de una estrategia educativa que tiene muchas similitudes con el mundo laboral al que los estudiantes acabarán enfrentándose. En el estudio de Pañeda, Melendi, García, Blanco, y Cabrero (2009), se presenta como una solución ideal para aplicar a las prácticas de laboratorio con los objetivos de “aplicar conocimientos en la práctica (...), organizar y planificar el tiempo (...) [trabajar la] comunicación oral y escrita (...), [desarrollar la] capacidad de investigación (...), [potenciar las] habilidades para buscar, procesar y analizar información procedente de fuentes diversas (...), capacidad para tomar decisiones (...) y capacidad para el trabajo en equipo” (p. 22). Adicionalmente se consigue un incremento de motivación en los alumnos.

Este estudio concreto propone una forma de dividir a los alumnos en grupos “buenos”, que intentarán desarrollar con éxito las prácticas, y otros “malos” que procurarán lo contrario. La forma contenida en esta propuesta educativa cuenta tan sólo con grupos “buenos” que compiten entre sí para llegar a los resultados correctos.

- Relaciones Ciencia – Tecnología – Sociedad (CTS). El conocimiento de las relaciones que la ciencia guarda con la tecnología y la sociedad actuales por parte de los alumnos está ampliamente reconocido como una de las mejores soluciones para aumentar la motivación de los alumnos por las materias de contenidos científicos. Así, Cuevas y López (2009) repasan las distintas iniciativas que se han venido implementando en nuestro país en el ámbito CTS y algunas de las que habrían de producirse en el futuro. Concretamente, cuando habla del ámbito educativo, estos autores proponen “implantar un enfoque CTS en las materias de ciencias en enseñanza secundaria, que no convierta esta clase de contenidos en un mero elemento decorativo (historia, ética, filosofía) al final del currículum. Un momento privilegiado para adquirir la “perspectiva cívica” es en la enseñanza obligatoria,

debiendo considerarse como un elemento transversal en todas las asignaturas. Para ello, sería conveniente que los propios educadores en materias científicas reconociesen la importancia del enfoque CTS” (p. 45).

- Metodología expositiva. Pozo y Gómez (2006) indican esta metodología educativa como una de las más adecuadas para, fomentando el aprendizaje significativo, transmitir la estructura conceptual de la ciencia partiendo de las ideas previas de los alumnos.

En el caso concreto de la propuesta práctica del presente TFM, se va a utilizar con el complemento del enfoque CTS para partir de la lógica de los estudiantes y de sus ideas previas, construyendo el nuevo conocimiento a partir de ellas y siempre de lo general a lo específico. Como apuntan estos autores, las fases de la enseñanza expositiva son tres, que se aplicarán así: la primera consiste en una presentación del docente, la segunda en una presentación del material de trabajo y la tercera y última en una potenciación del aprendizaje significativo.

## **4. Metodología**

### **4.1. Metodología cualitativa y revisión bibliográfica**

Castaño y Quecedo (2002) definen la metodología cualitativa como aquella en la que “la investigación produce datos descriptivos: las propias palabras de las personas, habladas o escritas, y la conducta observable” (p.4). Entre las características más importantes de la misma que estos autores señalan, hay que destacar: su carácter inductivo, que entiende a las personas y al contexto de una forma “holística” (como un todo), el investigador aparta sus propias creencias sobre el tema, es humanista y da énfasis a la validez de la investigación.

La metodología para este trabajo ha sido necesariamente 100% cualitativa, a pesar de que, como hemos visto, se parte de datos estadísticos concretos sustentados por otros estudios completamente cuantitativos.

En cuanto a los instrumentos de búsqueda de bibliografía, se han usado varios de los potentes motores de búsqueda 100% accesibles a través de internet: Teseo, RERCE, Dialnet, la Biblioteca Virtual de la UNIR y Google Scholar.

### **4.2. Propuesta de intervención educativa**

Este estudio se basa en la realidad específica ilustrada a través del marco teórico del punto anterior y es fruto del aprendizaje del mismo, para a continuación realizar una propuesta de intervención teórica, no destinada a ser puesta en marcha inmediatamente y contrastada dentro del marco de este Trabajo Fin de Máster, sino que ha de ser llevada a la práctica a posteriori.

En resumen, los puntos de partida para la elaboración de la propuesta serán los siguientes:

- Las prácticas de laboratorio como actividad motivacional: las prácticas de laboratorio parecen tanto para profesores como para alumnos de forma

unánime un buen método para responder al desinterés del alumnado por la ciencia.

- Bajo uso real de estas prácticas de laboratorio: se llevan a cabo con poca frecuencia por los problemas ya enumerados de dificultad espacio-temporal para gestionarlas, creencia errónea de que no son esenciales, etc.
- Excesivas comprobaciones y poco método científico: se trata de una forma de “empobrecer” estas prácticas que sin embargo es la más usada con más frecuencia en la Educación Secundaria Obligatoria.
- Recomendaciones de varios autores para mejorar la efectividad de estas prácticas, entre ellas: correcta distribución temporal y espacial, análisis previo y posterior de las mismas, realización de trabajos de investigación pura, etc.
- Algunas de las nuevas tendencias en las prácticas de laboratorio que se han detallado en anteriores epígrafes: entre ellas podemos nombrar el laboratorio asistido por ordenador, los laboratorios basados en investigación, las simulaciones, el denominado “edutainment”, etc.

Tabla 4. Puntos de partida de la propuesta educativa

<b>Puntos de partida de la propuesta</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Las prácticas de laboratorio como actividad motivacional</li><li>• Bajo uso real de estas prácticas</li><li>• Muchas comprobaciones y poco método científico</li><li>• Recomendaciones para mejorar su efectividad</li><li>• Nuevas tendencias en las prácticas de laboratorio</li></ul>

Fuente: elaboración propia

Esta propuesta por tanto intenta recoger todas estas premisas para trazar una idea de prácticas realista y realizable, que pueda ser llevada a cabo en el contexto de la

Educación Secundaria Obligatoria del sistema educativo español, y más concretamente en Física y Química de 4º de ESO. La propuesta es en sí misma original e innovadora por aunar todos estos factores.

Las metodologías concretas utilizadas en cada práctica son las siguientes:

Tabla 5. Metodología de cada práctica de la propuesta

<b>Práctica</b>	<b>Metodología</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Aparatos de medida</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Trabajo colaborativo e investigación dirigida</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Dinámica de fluidos</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación dirigida y simulaciones por ordenador</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Transferencia de energía por diferencia de temperaturas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investigación dirigida</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Reacciones químicas</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Batalla de prácticas y trabajo colaborativo</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Química del carbono</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciones CTS y metodología expositiva</li> </ul>
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Ciencia y sostenibilidad</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Relaciones CTS</li> </ul>

Fuente: elaboración propia

## **5. Diseño de la propuesta de intervención**

### **5.1. Marco legal**

La enseñanza de la Física y la Química en la Educación Secundaria Obligatoria está regulada en España por la legislación vigente. Concretamente, para la realización del presente Trabajo Fin de Máster se ha consultado la siguiente legislación, atendiendo a la Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo, de Educación, que es la vigente a fecha de lectura del TFM para ESO y Bachillerato.

- Ley Orgánica 2/2006 de 3 de mayo, de Educación (conocida como “LOE”, vigente en el nivel de 4º de ESO a día de hoy). Publicada en el BOE del 4/05/2006.
- Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria. BOE nº 5 de 5 de enero de 2007 .
- Decreto 23/2007, de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. BOCM nº 126 de 29 de mayo de 2007.

Para la confección de la propuesta educativa se partirá del currículo normativo más particular de aplicación en la Comunidad de Madrid, por ser ésta la comunidad en la cual se ha realizado este estudio. En el Decreto 23/2007 de enseñanzas mínimas para la Educación Secundaria Obligatoria en dicha comunidad autónoma, se establecen los siguientes bloques de contenidos para la materia de Física y Química de 4º curso:



Tabla 6. Bloques de contenidos de Física y Química de 4º de ESO en la Com. de Madrid.

<b>Número</b>	<b>Bloque</b>
1	Introducción al trabajo experimental
2	Fuerzas y movimiento
3	Energía, trabajo y calor
4	Estructura y propiedades de la materia
5	Iniciación a la estructura de los compuestos del carbono
6	La contribución de la ciencia a un futuro sostenible

Fuente: elaboración propia a partir de Decreto 23/2007 de enseñanzas mínimas en ESO en la Comunidad de Madrid

Siguiendo por tanto las sugerencias de, entre otros, Tárraga, Bechtold y De Pro (2007) sobre realizar el máximo número posible de experiencias, se ha programado una práctica de laboratorio por cada bloque temático de esta materia. La propuesta está estructurada en unas consideraciones generales, a llevar a cabo en todas y cada una de las prácticas concretas, y seis prácticas diferentes en cuanto a metodología, objetivos, organización espacio-temporal, etcétera.

## 5.2. Objetivos de la propuesta

Mención especial merecen los objetivos de esta propuesta didáctica. Los objetivos prácticos y concretos derivados de la propuesta serían:

- Desarrollar primeramente la competencia básica de conocimiento e interacción con el medio, y todas las demás en la medida que tengan que ver con estas prácticas.
- Comprender y asimilar las estrategias del método científico, y no usar las prácticas como simples comprobaciones de lo ya aprendido o siguiendo una “receta de cocina”

- Combinar distintos tipos de prácticas de laboratorio a lo largo de todo un curso académico, adaptando cada uno de ellos a los contenidos marcados por la ley.

Los objetivos prácticos competenciales tras la aplicación de esta propuesta (a largo plazo) serían:

- Competencia lingüística: ampliar y afianzar el vocabulario científico para poder expresar correctamente los fenómenos del mundo físico, y más concretamente los que se practican en esta propuesta.
- Competencia matemática: cuantificar estos fenómenos de forma clara y unívoca, y comprender la relación de los resultados numéricos con la realidad observada en las prácticas; del mismo modo, potenciar las habilidades matemáticas básicas necesarias para estas cuantificaciones.
- Competencia de conocimiento e interacción con el mundo físico: siendo la competencia clave en las materias de ciencias, el objetivo competencial aquí asociado sería observar y comprender los fenómenos científicos de estas prácticas, y entender las leyes físicas y químicas que los sustentan.
- Competencia de tratamiento de la información y competencia digital: seleccionar y procesar adecuadamente la información científica relacionada con esta propuesta y muy especialmente con la ayuda de las TIC para transformar unas tradicionales prácticas de laboratorio en algo mucho más actual y atractivo para los alumnos.
- Competencia social y ciudadana: tomar conciencia de las relaciones de la ciencia con la sociedad, la importancia en todas las aplicaciones cotidianas de la misma y poder aplicarlas en el proceso personal de crecimiento como ciudadanos libres.

- Competencia para aprender a aprender: fomentar el aprendizaje significativo de los alumnos de los fenómenos concretos que van a experimentar en estas prácticas, en contraposición al tradicionalmente memorístico.
- Competencia de autonomía e iniciativa personal: potenciar las habilidades personales y la autonomía mediante el trabajo y el descubrimiento individual de los fenómenos experimentados.

### 5.3. Consideraciones generales

En primer lugar hay que realizar una serie de recomendaciones para poner en práctica en cada una de las seis experiencias. Estas recomendaciones están basadas y reelaboradas desde los documentos que se han explicado en los apartados anteriores de Marco teórico y Metodología. Se trata de las siguientes:

- Programar y planificar las prácticas con anterioridad y con detalle. Partiendo de lo establecido legislativamente, se han de programar unas prácticas de laboratorio que persigan cumplir unos objetivos concretos, poner en marcha unas competencias determinadas y adquirir unos contenidos específicos. Es decir: es fundamental definir claramente “para qué” se realizan las prácticas. Aquí tiene especial importancia la planificación de tiempos y espacios, puesto que ya se ha comentado que son un factor limitador de la efectividad de las prácticas.
- Es fundamental detectar las necesidades formativas concretas de los alumnos en cada bloque en particular y adaptar la práctica a dichas necesidades reales, a su nivel académico, a sus inquietudes, a la diversidad de la clase, etc. Para ello, una autoevaluación previa de los alumnos (en forma de test de ideas previas o similar) puede ser de gran utilidad. Se puede obtener así información sobre, por ejemplo, las ideas preconcebidas erróneas que tengan para incidir en ellas al analizar los resultados de las prácticas.
- La implicación de los alumnos desde el principio parece también vital. Hay que conseguir que ayuden en la preparación de materiales, estén concienciados de las normas básicas de uso y seguridad, que conozcan el por qué de esa práctica, la metodología que se va a seguir, cómo se van a evaluar,

qué papel va a realizar cada alumno, etc. Se trata de iniciar el proceso motivacional desde el primer momento.

- La realización de conexiones explícitas con la vida real y cotidiana. Los alumnos han de percibir claramente que la ciencia no es algo aislado sino que tiene múltiples conexiones con la realidad que nos rodea, y cada práctica concreta ha de mostrar estas relaciones con precisión.
- Al finalizar la práctica en sí, hay que reflexionar sobre los resultados obtenidos y las conclusiones que se pueden extraer de los mismos. Sin esto, las prácticas de laboratorio son del todo inútiles, pues es aquí donde los alumnos fijan los contenidos de forma significativa. La reflexión puede realizarse de múltiples formas: debates abiertos, redacción de trabajos o informes sobre las prácticas, presentación de conclusiones al resto de la clase, etc. En este punto el papel del docente es también fundamental, puesto que ha de dirigir y acompañar a los alumnos para que lleguen a las conclusiones correctas.

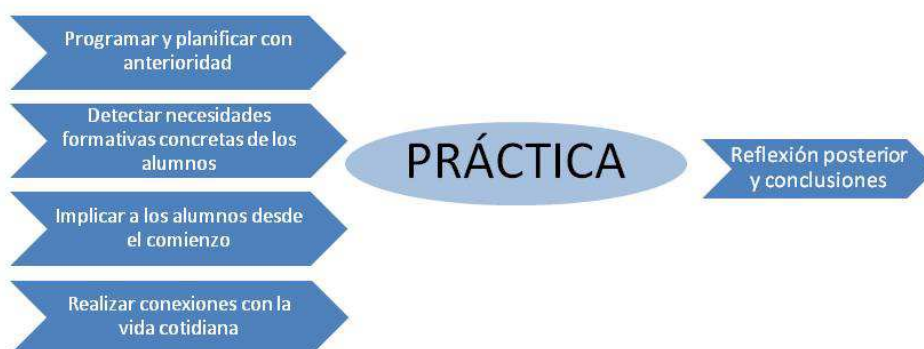


Figura 1. Consideraciones generales de la propuesta (Elaboración propia)

#### 5.4. Distribución de prácticas según los bloques de contenidos

En cada una de las seis siguientes páginas se encuentra una experiencia práctica para cada uno de los bloques de contenidos vistos anteriormente. En ellas se analiza no sólo a los contenidos de los que va a tratar, sino a los objetivos y competencias que se trabajarán en las mismas, una descripción completa de la actividad propuesta, el marco espacio – temporal necesario, los recursos que han de utilizarse y la metodología sugerida para la realización de la práctica.

## BLOQUE 1 – PRÁCTICA SOBRE APARATOS DE MEDIDA

### • CONTENIDOS

- Las magnitudes y su medida. Aparatos de medida
- El trabajo en el laboratorio

### • OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Objetivo principal: familiarizarse con los aparatos de medida más usuales y comprender el funcionamiento básico de los mismos, desde los más tradicionales hasta los más actuales.
- Competencias
  - o Matemática: carácter aproximado de las medidas, notación científica, redondeos
  - o Conocimiento e interacción con el mundo físico: en relación a todos los contenidos
  - o Cultural y artística: fabricación manual de una balanza
  - o Para aprender a aprender: trabajo colaborativo y las habilidades que se practican
  - o Autonomía e iniciativa personal: trabajo y aprendizaje individual

### • DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

A partir de la pregunta “¿Cómo construiríais una balanza sencilla lo más precisa posible?”, se diseñará una balanza con materiales sencillos. Para ello se necesita únicamente una varilla larga de la que se colgarán un par de tapas de envases haciendo las veces de platillos, atravesada por una aguja fina que haga de eje y permita girar a la varilla, unas tablillas de madera que hagan de soporte y un trozo de alambre para indicar el estado de equilibrio o desequilibrio en que se encuentran los cuerpos pesados. Para hacer mediciones exactas harán falta pesos estandarizados, que se encuentran habitualmente en los laboratorios. Finalmente, se comprobará la exactitud comparándolas con una balanza electrónica.

### • MARCO ESPACIO TEMPORAL

Se necesita una sesión preparatoria para planificar el diseño de las balanzas entre los grupos de alumnos, mas una sesión para la construcción propiamente dicha, y una última de análisis, comparación y discusión de resultados. El espacio físico no tiene por qué ser un laboratorio, pudiendo realizarse esta práctica en el aula habitual sin complicaciones.

### • RECURSOS UTILIZADOS

En general se trata de materiales sencillos y asequibles, incluso en el caso de los pesos estandarizados o la balanza electrónica. El profesor ha de ayudar en la obtención y elección de los mismos y orientar en el diseño de la balanza a cada grupo de alumnos.

### • METODOLOGÍA

El trabajo se realizará por grupos de 4 o 5 alumnos elegidos por el profesor de la forma más heterogénea posible, debiendo cada grupo presentar un diseño de la balanza para luego llevarlo a cabo. La metodología combina elementos del trabajo colaborativo y de la investigación dirigida con otros completamente tradicionales, comenzando con el diseño ayudado por una búsqueda inicial en una serie de páginas webs (actividad denominada “búsqueda del tesoro”), a saber:

- <http://cienciasnaturalesegb.blogspot.com.es/2011/10/construccion-de-instrumentos-balanza.html>
- <http://es.calameo.com/books/00000223232022680a9f9>
- [http://cienciaslacoma.blogspot.com.es/2011/03/blog-post\\_30.html](http://cienciaslacoma.blogspot.com.es/2011/03/blog-post_30.html)
- [http://www.lacomet.go.cr/descargas/experimentos/Balanza\\_exp.pdf](http://www.lacomet.go.cr/descargas/experimentos/Balanza_exp.pdf)

## BLOQUE 2 – PRÁCTICA SOBRE DINÁMICA DE FLUIDOS

### • CONTENIDOS

- Las fuerzas y sus efectos estáticos. Equilibrio de fuerzas.
- Fuerzas en fluidos. Principio de Arquímedes

### • OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Objetivo principal: comprender los principios básicos de la dinámica de fluidos, el Principio de Arquímedes y los fenómenos de flotación y hundimiento
- Competencias
  - o Matemática: cuantificación de los fenómenos de empuje, peso, etc.
  - o Conocimiento e interacción con el mundo físico: observación y comprensión de los fenómenos de flotación y hundimiento
  - o Tratamiento de la información y competencia digital: uso de simulaciones flash en ordenador para completar la práctica
  - o Autonomía e iniciativa personal: aprovechamiento de conflicto cognitivo

### • DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad comenzará con la pregunta: “¿Por qué flotan los barcos, a pesar de su enorme masa?”. Así se da comienzo a una investigación dirigida. Se miden unas figuras geométricas de cuerpos regulares (cubo, esfera, cono cilindro) escogidas previamente por el profesor, de distintos materiales, y a continuación se pesan; tras sumergirlas en un recipiente con agua, se observa que alguno de ellos flota y otro de ellos se hunde, a pesar de ser más pesado el primer cuerpo que el segundo. Después, se realizan simulaciones por ordenador de cómo se producen estos fenómenos cambiando las variables (material y volumen de los cuerpos, tipo de fluido en el que se sumergen, etc.)

*Página web: <http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/eureka.html>*

### • MARCO ESPACIO TEMPORAL

Se trata de una práctica a realizar en un mínimo de dos sesiones, más la preparación previa y la evaluación posterior. En la primera se realizan los experimentos de medida y pesaje de cuerpos y su inmersión en agua, y en la segunda las simulaciones en PCs.

### • RECURSOS UTILIZADOS

En esta práctica se combina el uso de recursos tradicionales de laboratorio (cuerpos geométricos, balanza, reglas e instrumentos de medida, recipiente con agua, etc.) con otros recursos de simulaciones flash empleando las TIC. Todos ellos pueden considerarse de bajo coste por lo que la realización de la misma es asequible y sencilla.

### • METODOLOGÍA

La forma de trabajo será por grupos de 4 o 5 alumnos elegidos de forma aleatoria en la primera sesión, cada uno de ellos con cuerpos distintos en volumen y masa. En la segunda sesión el trabajo será individual o por parejas, dependiendo de la disponibilidad de ordenadores en cada centro concreto. La metodología coge elementos de la investigación dirigida, en cuanto que busca que el alumno construya el conocimiento a partir de una pregunta inicial y tras observar un fenómeno, y se complementa con las simulaciones por ordenador.

## BLOQUE 3 – PRÁCTICA SOBRE TRANSFERENCIA DE ENERGÍA POR DIFERENCIA DE TEMPERATURA

### • CONTENIDOS

- Concepto de temperatura y energía térmica
- Transferencia de energía por efecto de diferencias de temperatura
- Conservación de la energía. Efectos del calor sobre los cuerpos

### • OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Objetivo principal: comprobar cómo la energía se transfiere entre cuerpos en contacto con distintas temperaturas, y comprender el concepto de calor específico.
- Competencias:
  - o Matemática: cuantificación de los fenómenos observados en esta práctica
  - o Conocimiento e interacción con el mundo físico: observación y comprensión de los fenómenos de transferencia de energía entre cuerpos con distinta temperatura
  - o Social y ciudadana: trabajo en equipo; aplicaciones para la sociedad
  - o Para aprender a aprender: fomento del aprendizaje significativo mediante la experimentación

### • DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

La actividad comenzará con la pregunta: “¿Qué ocurre cuando ponemos dos cuerpos en contacto con temperaturas diferentes, y por qué?”. Así se da comienzo a una investigación dirigida. Para ello, se usa un cuerpo metálico que calentaremos y sumergiremos en agua a temperatura ambiente, no sin antes registrar la temperatura a la que están tanto el cuerpo como el agua. Tras alcanzarse el equilibrio, se toma la temperatura final. De esta forma se explica también el concepto de calor específico de un material.

### • MARCO ESPACIO TEMPORAL

Se trata de una sencilla práctica de laboratorio que puede resolverse en una única sesión, aunque sin contar lógicamente con la preparación previa y la discusión de conclusiones final. La práctica en sí es conveniente realizarla en el espacio físico del laboratorio.

### • RECURSOS UTILIZADOS

Balanza, mechero Bunsen, recipiente con agua, objeto metálico, termómetro. Todos ellos habituales en cualquier laboratorio de Física o de Química.

### • METODOLOGÍA

Para hacer esta práctica más participativa e interesante, se propone utilizar el método de investigación dirigida. El docente debe partir de la pregunta propuesta y orientar a sus alumnos sobre los contenidos básicos iniciales que la sustentan, y sobre cómo plantear la práctica para llegar a un resultado correcto. Así, los alumnos se dividirán en grupos de dos o tres elegidos aleatoriamente y realizarán la práctica trabajando en equipos de forma simultánea, registrando todos los datos obtenidos. Finalmente se discutirá entre todos los resultados y el porqué de este fenómeno, discusión que será guiada por el profesor.



## BLOQUE 4 – PRÁCTICA SOBRE REACCIONES QUÍMICAS

### • CONTENIDOS

- Las reacciones químicas y sus tipos. Relaciones estequiométricas y volumétricas
- Calor de reacción, exotermia y endotermia. Velocidad de una reacción química

### • OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Objetivo principal: aprender los distintos tipos de reacciones químicas, a la vez que trabajar en equipo y familiarizarse con los instrumentos habituales de un laboratorio.
- Competencias:
  - o Lingüística: ampliación de vocabulario científico para expresar estos fenómenos
  - o Matemática: cuantificaciones de los mismos
  - o Conocimiento e interacción con el medio: aprendizaje de los distintos tipos de reacciones químicas
  - o Social y ciudadana: trabajo en equipo; implicaciones para la vida cotidiana
  - o Aprender a aprender: fomento de aprendizaje significativo mediante experimentación
  - o Autonomía e iniciativa personal: en cuanto aprendizaje individual de los contenidos

### • DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Se propone realizar una batalla de prácticas por grupos de 4 o 5 alumnos como máximo, escogidos por el docente de la forma más heterogénea posible para igualar el nivel de los mismos, que llevarán a cabo una reacción química de cada uno de los tipos más representativos: oxidación/reducción, desplazamiento o sustitución, combinación, ácido/base y neutralización, etc. Las prácticas son las clásicas para explicar todas estas reacciones, pero lo novedoso aquí es la metodología para conseguir una mayor implicación emocional de los alumnos. Aún así, la sesión final de discusión y conclusiones sigue siendo fundamental. En el Anexo 1 pueden encontrarse dos ejemplos concretos.

### • MARCO ESPACIO TEMPORAL

Esta práctica conlleva más sesiones de lo habitual; es esperable que no se puedan realizar más de dos o tres reacciones en cada sesión, por lo que la planificación temporal aquí adquiere gran importancia. El lugar de trabajo obvio será el laboratorio de Química.

### • RECURSOS UTILIZADOS

De igual forma, hay que planificar bien los materiales, sustancias e instrumentos que serán necesarios para llevar a cabo todo este bloque de prácticas, en función del número de alumnos y del número de reacciones que finalmente se lleven a cabo; en cualquier caso, la mayoría se encuentran con facilidad en un laboratorio de Química.

### • METODOLOGÍA

Como ya se ha avanzado, se llevará a cabo una “batalla de prácticas” entre distintos grupos de alumnos, motivándoles con una competencia sana y que potencie el aprendizaje (por ejemplo, el premio al grupo ganador puede ser una bonificación en la nota final; el ganador no será el grupo que más rápido realice las reacciones, sino aquel que mejor comprenda cualitativa y cuantitativamente las mismas) a la vez que incentivando el trabajo colaborativo dentro de los grupos, y siempre remarcando el docente las conclusiones finales de cada tipo de reacción química.

## BLOQUE 5 – PRÁCTICA SOBRE MATERIALES Y COMPUESTOS DEL CARBONO

- **CONTENIDOS**

- El carbono como componente esencial de los seres vivos
- El carbono y la gran cantidad de compuestos orgánicos. Descripción de algunos de los más sencillos.

- **OBJETIVOS Y COMPETENCIAS**

- Objetivo principal: conocer las relaciones entre la química del carbono, la tecnología y la sociedad (CTS).
- Competencias que se pretende adquirir con ella son las de
  - o Conocimiento e interacción con el mundo físico: reacción de saponificación
  - o Social y ciudadana: aplicaciones de las ciencias para la sociedad
  - o Cultural y artística: fomento de la creatividad y del reciclaje
  - o Aprender a aprender: potenciando el aprendizaje mediante la experimentación

- **DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD**

Se llevará a cabo una reacción de saponificación, esto es, se mezclarán aceites usados con sosa para obtener jabón. Dado que la reacción es exotérmica y la sosa es peligrosa, deberán extremarse las precauciones. Está basada en una reacción de química orgánica de un nivel relativamente complejo, pero aquí lo que importa es que los alumnos vean la relación práctica con la vida cotidiana de los compuestos del carbono.

- **MARCO ESPACIO TEMPORAL**

Aparte de la sesión previa de explicación y debate, se trata de una práctica bastante larga, por lo que a ser posible habrá que juntar dos o incluso tres sesiones consecutivas

- **RECURSOS UTILIZADOS**

Recipientes, sosa, aceites, varios aromas, moldes de distintas formas, varillas, balanza. Habrá que planificar la adquisición de los materiales y cantidades adecuadas con antelación, puesto que alguno de ellos no son habituales en los laboratorios de los centros de educación secundaria.

- **METODOLOGÍA**

Será una combinación de metodología expositiva (el docente dará las explicaciones precisas al inicio) con relaciones CTS: se reciclarán aceites, se harán jabones de distintos aromas y formas, etc. Lo importante es provocar el conflicto con esa valoración social negativa de la química preconcebida que tienen los alumnos para concienciarles de la gran cantidad de avances positivos y aplicaciones prácticas que esta materia tiene en la sociedad actual.

## BLOQUE 6 – PRÁCTICA SOBRE CIENCIA Y SOSTENIBILIDAD

### • CONTENIDOS

- El desafío medioambiental
- Contribución del desarrollo tecno-científico a la sostenibilidad. Energías limpias

### • OBJETIVOS Y COMPETENCIAS

- Objetivo principal: aquí es doble: por un lado, conocer el funcionamiento de un parque eólico, y por otro y muy importante, tomar conciencia de una de las aplicaciones positivas de la ciencia para la tecnología y la sociedad actual.
- Competencias
  - o Lingüística: aprender vocabulario específico de estas instalaciones
  - o Conocimiento e interacción con el mundo físico: observación de la transformación de la energía de eólica a eléctrica
  - o Tratamiento de la información y competencia digital: procesamiento de datos y elaboración de informe con ayuda de las TIC
  - o Social y ciudadana: implicaciones CTS; trabajo en equipo
  - o Aprender a aprender: mejora de los procesos de enseñanza/aprendizaje al “tocar” una realidad sobre sostenibilidad, en contraste con una fría explicación tradicional

### • DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD

Se propone realizar una salida de campo a un parque eólico. Además de comprender el funcionamiento básico de los mismos (de cómo la fuerza del viento mueve las aspas generando electricidad en unas turbinas), los alumnos verán de primera mano una de las contribuciones positivas que la ciencia ha tenido para la sociedad, la tecnología y el medio ambiente mediante la producción de energías limpias. Los alumnos la prepararán previamente en grupos de dos o tres, y realizarán al finalizar un pequeño trabajo expositivo sobre las energías renovables y sobre la visita en sí.

### • MARCO ESPACIO TEMPORAL

Esta práctica hay que estructurarla en un mínimo de tres tiempos: una primera sesión previa preparatoria, después la salida en sí (que ocupará un día entero) y por último una sesión presentación y discusión de conclusiones. Habrá que planificar con antelación el contacto con una compañía de parques eólicos, la logística del traslado, etcétera. Se proponen las siguientes opciones cercanas a Madrid: Parque Eólico “El Romeral” en Villacañas (Toledo), y el Parque Eólico “Monte Navas” en Navalperal de Pinares (Ávila). Ambos cuentan con centros de interpretación y están preparados para visitas escolares.

### • RECURSOS UTILIZADOS

Las instalaciones del parque eólico en sí, los medios auxiliares para el transporte de alumnos y profesores, y los recursos TIC que ayuden a los alumnos a hacer sus informes.

### • METODOLOGÍA

En cada una de las partes se utilizará una metodología diferente. En la primera se realizará una explicación expositiva preparatoria por parte del profesor, a la vez que se forman los grupos de trabajo aleatoriamente. En la salida, la exposición correrá a cargo del técnico responsable de las instalaciones. En la tercera se culminará el trabajo en equipos con la presentación de conclusiones de cada grupo y una discusión conjunta de las mismas.

## **6. Resultados previstos y discusión de los mismos**

Las prácticas de laboratorio sirven para incrementar la motivación de los alumnos por las clases de ciencias. Según Solbes, Montserrat y Furió (2007), hasta un 54% de los alumnos consultados en este estudio afirman que su interés se vería acrecentado si en sus clases se llevasen a cabo más prácticas de laboratorio, superando ampliamente al porcentaje que demandan aspectos más amenos en las mismas (un 29%) o los que piden que se expliquen contenidos con aplicaciones en la vida real y cotidiana (16%) (Solbes, Montserrat y Furió, 2007).

Además, en el estudio de Fernández Cézar (2013) se demuestra que la introducción de prácticas de laboratorio manuales y simuladas en la muestra estadística escogida consigue una clara mejora en el dominio afectivo del aprendizaje. Un gran número de los encuestados en este trabajo consideraron que las prácticas les ayudaron, que fueron más útiles que los ejercicios numéricos y que las entendieron a nivel cuantitativo.

Por otro lado, los alumnos preguntados por Tárraga, Bechtold y De Pro en 2007 afirmaron que las prácticas de laboratorio les gustaron “siempre” en porcentajes alrededor del 60%, en contraste con a los que nos les gustaron “nunca” que contabilizaron un 3% de media. El porcentaje es incluso mucho mayor si los encuestados son los profesores: hasta un 91% de ellos la mencionan como actividad a realizar para aumentar el interés de los estudiantes, por encima del tratamiento de temas relacionados con la historia de la ciencia (66%) u otros.

Como se ha apuntado ya antes, los profesores encuentran también las prácticas de laboratorio “útiles” o incluso “muy útiles”. En el ya mencionado estudio de Tárraga, Bechtold y De Pro de 2007, hay prácticamente unanimidad entre los profesores encuestados tanto en Alemania como en España sobre la necesidad de estas prácticas. Sin embargo, tan sólo un porcentaje cercano al 45% de los profesores españoles de esta misma encuesta declara usarlas con asiduidad.

Por todas estas razones, y por la combinación que se ha realizado aquí entre las tendencias más innovadoras en prácticas de laboratorio y una serie de consideraciones generales previas aplicables a todas ellas para aumentar su efectividad, es totalmente esperable que la aplicación de la propuesta educativa

anteriormente descrita tenga resultados positivos en una doble vertiente: el incremento de la motivación de los alumnos por las clases de ciencias, y la mejora del aprendizaje significativo de sus contenidos.

Para comprobar si se han cubierto estos dos objetivos, habrá que realizar dos evaluaciones diferentes:

- Por un lado, para verificar si efectivamente se ha producido una mejora de la motivación de los alumnos, tendrán que realizarse encuestas a un grupo de alumnos y sus profesores preguntándoles entre otras cosas por su interés por las materias científicas antes de comenzar el curso y después de haberlo finalizado, y comparar estadísticamente los resultados. A la vez, habrá que asegurarse de que las prácticas de laboratorio implementadas fueron el factor que, en su caso, incrementó dicha motivación.
- Por otra parte, para comprobar que realmente se produjo una mejora del aprendizaje significativo, habría que comparar los resultados académicos de dos grupos distintos de alumnos: uno en el cual se implementase esta propuesta educativa, y otro en el cual no se hiciese. Simultáneamente tendrá que estar lo más claro posible que ese progreso académico se debe a la puesta en práctica de esta propuesta.

Lógicamente la dificultad mayor de la comprobación posterior radicará en asegurar que efectivamente esas mejoras en la motivación y en el aprendizaje son directamente imputables a la implementación de esta propuesta educativa.

En este Trabajo Fin de Máster se ha expuesto por tanto una propuesta concreta para la materia de Física y Química de 4º de ESO que, a falta de comprobar su efectividad con las comprobaciones posteriores comentadas, puede afirmarse que conseguirá con gran probabilidad los objetivos que se propone de aumentar la motivación y mejorar el aprendizaje significativo de los contenidos por parte de los alumnos.

Sin embargo hay que destacar que uno de los aspectos más positivos de esta propuesta es que puede ser adaptada a otros cursos y materias de la Educación Secundaria Obligatoria, e incluso partiendo de las mismas premisas podrían elaborarse otros programas similares con experiencias prácticas distintas. Lo importante sería en esos casos no perder de vista los objetivos fundamentales y los

supuestos básicos de los que parte el presente estudio, puesto que en ellos se fundamenta el éxito esperado a la hora de llevar a la práctica este programa.

En resumen, este estudio persigue mejorar el interés de los alumnos por las ciencias y a la vez incrementar el aprendizaje significativo mediante un programa de prácticas flexible y dinámico. Cualquier otra propuesta similar que parta de las mismas ideas que ésta y consiga esos objetivos es sin duda muy positiva y necesaria para el sistema educativo actualmente vigente en este país.

## 7. Conclusiones

La enseñanza de las ciencias en nuestro país necesita de nuevas ideas, nuevas metodologías y recursos educativos para conseguir revertir la tendencia actual de desinterés por parte de los alumnos. Hace falta sin duda un esfuerzo importante por parte del profesorado en buscar nuevas soluciones a esta problemática, y en esta línea se ha presentado aquí una propuesta educativa de experiencias prácticas de laboratorio que intenta recoger recomendaciones de varios autores y utilizar algunas de las estrategias educativas más innovadoras que se están usando en la actualidad. La planificación de una práctica por cada bloque de contenidos parece la solución más acertada para una programación de por sí muy amplia y unos recursos temporales bastante limitados para los docentes.

Para llevar a cabo unas buenas prácticas de laboratorio que consigan los objetivos principales aquí expuestos (aumento de la motivación y mejora del aprendizaje significativo de los alumnos), son fundamentales las siguientes premisas:

- Programar y planificar las prácticas con anterioridad y con detalle.
- Detectar las necesidades formativas concretas de los alumnos en cada bloque en particular y adaptar la práctica en consecuencia
- Implicar a los alumnos desde el principio
- Combinar distintas metodologías para así también atender a la diversidad
- Realizar conexiones explícitas con la vida real y cotidiana.
- Reflexionar sobre los resultados obtenidos y las conclusiones que se pueden extraer de los mismos.

Es por todo ello que se puede afirmar que la presente propuesta educativa, al combinar todos estos factores que se han detectado como necesarios, conseguirá sus propósitos al ser aplicada.

## **8. Limitaciones del estudio**

Como se ha comentado anteriormente, la propuesta expuesta en este Trabajo de Fin de Máster no ha sido ideada para ser llevada a la práctica y comprobada en el marco del mismo. Las razones de esta imposibilidad de comprobación en el momento presente son las siguientes:

- Marco temporal: el presente TFM ha debido ser realizado en un plazo establecido incluyendo su entrega final a mediados del mes de julio, lo cual imposibilita cualquier puesta en práctica antes de dicha fecha, por coincidir con el periodo vacacional de los alumnos de ESO en nuestro país.
- Amplitud de la propuesta: la propuesta que se ha realizado, aunque está centrada en 4º de ESO, expone unas consideraciones generales lo suficientemente amplias como para poder ser aplicada en varios niveles y materias de la ESO, y por lo tanto la comprobación de la efectividad de la misma obligaría a otro segundo estudio mucho más extenso que éste.

En cualquier caso, hay que reconocer que esta propuesta tiene implícito un importante factor de subjetividad. Habría muchas otras prácticas, muchas otras metodologías, muchos otros recursos que proponer para conseguir el objetivo principal que persigue este TFM, y probablemente todas ellas serían igual de válidas siempre que partieran de los mismos supuestos que ésta.

Además, es también importante la dificultad de poder identificar unívocamente la mejora en motivación y aprendizaje que supuestamente se conseguiría con la implementación de esta propuesta educativa, puesto que dichas mejoras podrían ser debidas a otros motivos. Sería fundamental por tanto ser muy estricto en la evaluación final de estos resultados, considerando todas las variables estadísticamente posibles.

Por último, hay que decir que la puesta en práctica de todas estas experiencias de laboratorio puede no ser suficiente por sí misma para aumentar el interés por las ciencias (muchas de éstas ya están siendo utilizadas en la actualidad, aunque en porcentajes menores de los deseables), sino que necesitarán el acompañamiento de otros factores, otros recursos didácticos, otras metodologías, cambios legislativos y



un largo etcétera para poder volver a dar a las ciencias la importancia y el prestigio que se merecen, al menos desde el sistema educativo.

Tabla 7. Limitaciones de la propuesta educativa

<b>Limitaciones de la propuesta</b>
<ul style="list-style-type: none"><li>• Marco temporal</li><li>• Amplitud de la propuesta</li><li>• Factor subjetivo implícito</li><li>• Dificultad para identificar unívocamente las mejoras esperadas con la implementación de esta propuesta</li><li>• La puesta en práctica de esta propuesta puede no ser por sí misma suficiente para aumentar el interés</li></ul>

Fuente: elaboración propia

## 9. Prospectiva

Por todo lo expuesto, sería necesario un trabajo posterior a éste en el que se llevase a cabo la propuesta de prácticas de laboratorio aquí presentada y se comprobase con posterioridad la efectividad de las mismas, y si efectivamente se da una mejora estadística tanto en la motivación e interés de los alumnos (mediante la realización de encuestas a alumnos y profesores), como en el aprendizaje significativo de los contenidos tratados (mediante la observación estadística de la mejora en el rendimiento escolar de los alumnos en cuya clase se haya implementado esta propuesta).

Como ejemplo de encuesta que podría ser aplicada para medir estadísticamente la mejora esperada en la motivación de los alumnos, en el Anexo 2 se puede encontrar una de ellas, concretamente la que propone Vázquez (2015) para una unidad didáctica concreta de Química de 2º de Bachillerato.

Sin embargo, y dado que se ha tratado de tener en cuenta todos los factores que numerosos autores declaraban como muy beneficiosos de cara a la motivación de los alumnos y al incremento del aprendizaje significativo, y que se han combinado algunas de las últimas tendencias en realización de prácticas de laboratorio, es esperable que la aplicación de esta propuesta consiga los efectos deseados en cuanto a motivación y aprendizaje.

Esta propuesta de intervención es asimismo ampliable y adaptable a otros cursos de la Educación Secundaria Obligatoria, a cualquier materia relacionada con el ámbito científico (por ejemplo, Física y Química de 3º de ESO, la cual tiene carácter obligatorio), y esto por tanto podría ser el objeto de nuevos estudios futuros.

## 10. Referencias bibliográficas

- Baro, A. (2011). Metodologías activas y aprendizaje por descubrimiento. Revista digital innovación y experiencias educativas. n.40. Recuperado de [http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod\\_ense/revista/pdf/Numero\\_40/ALEJANDRA\\_BARO\\_1.pdf](http://www.csi-csif.es/andalucia/modules/mod_ense/revista/pdf/Numero_40/ALEJANDRA_BARO_1.pdf)
- Calderón, S. E., Núñez, P., Di Laccio, J. L., Iannelli, L. M. y Gil, S. (2014). Aulas-laboratorios de bajo costo, usando TIC. Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias 12(1), p. 212-226
- Castaño, C. M. y Quecedo, M. R. (2002). Introducción a la metodología de investigación cualitativa. Revista de psicodidáctica, (14), p. 5-40. Recuperado el 21 de junio de 2015, de <http://redined.mecd.gob.es/xmlui/bitstream/handle/11162/44015/01520073000044.pdf?sequence=1>
- Cuevas, A. y López, J.A. (2009). Ciencia, tecnología y sociedad en la España del siglo XXI. Revista de investigaciones políticas y sociológicas, vol. 8, n°1, p. 37-49.
- D'Agostino, G. y Alvarado, J. (1985). Consideraciones sobre la evaluación de experiencias de laboratorio. Revista Educación, 9 (1 y 2), p. 81-88
- Dall'Alba et al, (1993). Textbook treatments and students' understanding of acceleration. Journal of Research in Science Teaching, v. 30, p. 621-635.
- Decreto 23/2007 de 10 de mayo, del Consejo de Gobierno, por el que se establece para la Comunidad de Madrid el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria. Boletín Oficial de la Comunidad de Madrid, n° 126, de 29 de mayo de 2007.
- Duque, L., Jiménez, S. y Cuerva, J. (1996). Análisis de las prácticas de laboratorio realizadas en Institutos de Enseñanza Secundaria. Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales, n° 10, p. 3-9.

iEureka!, Web del IES Aguilar y Cano de Estepa (Sevilla).  
<http://www.iesaguilarycano.com/dpto/fyq/eureka.html>

Fernández, R. (2014). Incorporación de simulaciones en el laboratorio de Química general: influencia en el dominio afectivo del aprendizaje. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, nº 28, p. 197-219.

I.E.S. Santa María de Carrizo (sin fecha). Relación de Prácticas para 4º de ESO. Recuperado el 5 de julio de 2015 de <http://ficus.pntic.mec.es/vmad0017/wfq4eso/wfq4eso.html>

Instituto Nacional de Estadística (Sin fecha). Alumnado. Régimen general. Cursos 2001-2002 y 2012-2013. Bachillerato. Recuperado el 21-06-2015 de [www.ine.es](http://www.ine.es)

López, A. (2007). Libros de texto y profesionalidad docente. *Avances en supervisión educativa*, revista nº 6, recuperado el 5 de julio de 2016 de [http://www.adide.org/revista/index.php?Itemid=47&id=202&option=com\\_content&task=view](http://www.adide.org/revista/index.php?Itemid=47&id=202&option=com_content&task=view)

Lozano, L.M., García-Cueto, E. y Gallo, P. (2000). Relación entre motivación y aprendizaje. *Psicothema*, Vol. 12, Supl. nº 2, p. 344-347.

Maldonado, M. (2007). El trabajo colaborativo en el aula universitaria. *Laurus*, vol. 13, núm. 23, p. 263-278

Moya, A., Chaves, E. y Castillo, K. (2011). La investigación dirigida como un método alternativo en la enseñanza de las ciencias. *Ensayos Pedagógicos*, 6(1), 115-132. Recuperado el 22 de junio de 2015, de <http://revistas.una.ac.cr/index.php/ensayospedagogicos/article/download/4484/4313>

Mulet, J.M. (2012). Historia contra la quimiofobia alimentaria. *Anales de la Real Sociedad Española de Química*, Nº. 3, 2012, págs. 263-267

- Murillo, X. (2011). El parque de diversiones como laboratorio de física mecánica. *Góndola V6N1*, p. 34-48
- Noguera, P., Tortajada, L. A., Atienza, J. y Herrero, M.A. (2011). Auto-evaluación previa a las prácticas de laboratorio químico: introducción al auto-aprendizaje. *ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura*, Vol. 187, Extra 3, p. 267-272
- Ospina, J. (2006). La motivación, motor del aprendizaje. *Revista Ciencias de la Salud*, vol. 4, núm. Esp, p. 158-160.
- Pañeda, X., Melendi, D., García, R., Blanco, R. y Cabrero, S. (2009). Batalla de prácticas, una estrategia para el trabajo de laboratorio que refleja el mundo real. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa*, nº 10, p. 19-30.
- Pozo, J.I. y Gómez, M.A. (2006). *Aprender y enseñar ciencia*. Madrid: Ediciones Morata
- Ramírez, B. (2008). Laboratorios basados en investigación: Una metodología que incentiva la participación intelectual del estudiante en el proceso de su aprendizaje. CPU-e, *Revista de Investigación Educativa*, 7. Recuperado el 15 de mayo de 2015, de: [http://www.uv.mx/cpue/num7/practica/ramirez\\_laboratorios\\_investigacion.html](http://www.uv.mx/cpue/num7/practica/ramirez_laboratorios_investigacion.html)
- Ré, M., Arena, L. y Giubergia, M. (2012). Incorporación de TICs a la enseñanza de la Física. Laboratorios virtuales basados en simulación. *Revista Iberoamericana de Educación en Tecnología y Tecnología en Educación N°8*, p. 16-22.
- Ruiz L., (2012). La investigación dirigida como estrategia metodológica, para orientar prácticas experimentales de Biología, en la básica secundaria de la sede educativa Bachillerato Patía del municipio del Patía – Cauca. (Tesis) Universidad Nacional de Colombia. Recuperado el 21 de junio de 2015, de <http://www.bdigital.unal.edu.co/7580/1/7815012.2012.pdf>

- Sanmartí, N. (2009). *Didáctica de las ciencias en la educación secundaria obligatoria*. Madrid: Editorial Síntesis Educación
- Solbes, J., Montserrat, R. y Furió, C. (2007). El desinterés del alumnado hacia el aprendizaje de la ciencia: implicaciones en su enseñanza. *Didáctica de las Ciencias Experimentales y Sociales*, nº 21, p. 91-117.
- Tárraga, P., Bechtold, H. y De Pro, A. (2007). El uso de las prácticas de laboratorio en Física y Química en dos contextos educativos diferentes: Alemania y España. *Educatio Siglo XXI*, nº 25, p. 145-166.
- Torres, A. L. (2010). Empleo del laboratorio asistido por ordenador en la enseñanza de la Física y Química de Secundaria y Bachillerato. *Revista Eureka sobre Enseñanza y Divulgación de las Ciencias*, 7(3), p. 693-707.
- Vazquez, P. (2015). Estudio y aplicación de la metodología 'Investigación Dirigida'. Interés y comprensión en el alumnado con respecto a la metodología tradicional en la unidad didáctica 'Disoluciones', en Química de Segundo de Bachillerato. Trabajo Fin de Máster, p. 49-50.

## 11. Anexos

### 11.1. Anexo 1 - Ejemplos de reacciones químicas

(Fuente :Página web del IES Santa María de Carrizo. Relación de prácticas para 4º de ESO)

#### 4º ESO. PRÁCTICA 7. REACCIONES QUÍMICAS

**MATERIAL:** Gradilla con 6 tubos de ensayo, espátula, pinzas de metal, pinzas de madera, gafas de seguridad, mechero Bunsen, base soporte con pinza, aro y rejilla de amianto, vaso de precipitados de 100 ml, termómetro.

**REACTIVOS:** Mg, HCl ¿CUIDADO!, Zn granalla, KI,  $\text{Pb}(\text{NO}_3)_2$ ,  $\text{NH}_4\text{NO}_3$ , NaOH,  $\text{Ba}(\text{OH})_2$

#### EXPERIMENTACIÓN:

##### 1.- Observar diferentes tipos de reacciones:

a) Reacciones de **combinación o síntesis:**  $\text{Mg} + \text{O}_2 \rightarrow \text{MgO}$

Vas a realizar la reacción anterior quemando cinta de magnesio con oxígeno del aire. (NO MIRES DIRECTAMENTE A LA LLAMA DEL MAGNESIO. PUEDE DAÑARTE LA VISTA).

El magnesio es un metal. ¿Qué aspecto tiene? .....

Ponte las gafas de seguridad. Sujeta un trozo de cinta de magnesio con las pinzas de metal y enciende el mechero. Sobre el fregadero, acerca la llama del mechero a la cinta de magnesio y déjala arder durante unos instantes. Cuando veas que se consume, déjala caer sobre el fregadero. ¿Qué aspecto tiene el óxido de magnesio ( $\text{MgO}$ ), obtenido después de la combustión?..... Ajusta la ecuación

b) Reacciones de **simple desplazamiento o sustitución:**  $\text{HCl} + \text{Zn} \rightarrow \text{ZnCl}_2 + \text{H}_2$

(EL HCl ES MUY PELIGROSO. PRODUCE GRAVES QUEMADURAS. EVITA SU CONTACTO SOBRE TODO EN LOS OJOS). Con las gafas de seguridad puestas, vierte sobre un tubo de ensayo disolución de HCl hasta unos 2 cm de altura. ¿Qué aspecto tiene? .....

¿Qué aspecto tiene el cinc, Zn? .....

Añade un trozo de Zn a la disolución de ClH. ¿Qué observas? .....

¿Identificas lo observado con los productos de la reacción? .....

¿Qué aspecto tiene cada uno? .....

..... Ajusta la reacción

c) Reacciones de **doble desplazamiento:**  $\text{KI} + \text{Pb}(\text{NO}_3)_2 \rightarrow \text{PbI}_2 + \text{KNO}_3$

En un tubo de ensayo bien seco, coloca con la espátula bien limpia una pequeña cantidad de KI. ¿Qué aspecto tiene? .....

Añádele agua hasta aproximadamente 2 cm. ¿Qué aspecto tiene la disolución?.....

Limpia y seca muy bien la espátula y en otro tubo de ensayo bien seco, coloca una pequeña cantidad de nitrato de plomo ¿Qué aspecto tiene? .....

Añádele agua hasta aproximadamente 2 cm. ¿Qué aspecto tiene la disolución?.....

Mezcla el contenido de ambos tubos. ¿Qué observas? .....

¿Identificas lo observado con los productos de la reacción? .....

¿Qué aspecto tiene cada uno? (Puede servirte de ayuda saber que el  $\text{PbI}_2$  no se disuelve en agua)..... Ajusta la reacción

##### 2., Intercambios de calor en las reacciones químicas

Con las gafas de seguridad puestas y mucho cuidado pon HCl (unos 2 cm) en el tubo de ensayo. Introduce el termómetro y cuando la temperatura se estabilice anótala temperatura inicial =.....

Saca el termómetro, deja el tubo en la gradilla y añade, con mucho cuidado, 2 ó 3 lentejas de NaOH. Introduce de nuevo el termómetro, observa lo que ocurre y anota la temperatura temperatura final =.....

Toca el fondo del tubo. ¿Cómo está? .....

El proceso, ¿ha absorbido o desprendido calor? .....

Es exo o endotérmico? .....

Escribe y ajusta la ecuación química correspondiente: ácido clorhídrico + hidróxido de sodio  $\rightarrow$  cloruro de sodio + agua + calor

En un tubo de ensayo, bien seco, pon una pequeña cantidad de  $\text{NH}_4\text{NO}_3$  (1 cm de altura). Introduce el termómetro y anota su temperatura: temperatura inicia l=.....

Saca el termómetro, añade aproximadamente la misma cantidad de  $\text{Ba}(\text{OH})_2$ . Mézclalos con la ayuda del termómetro y anota la temperatura temperatura final =.....

Toca el fondo del tubo. ¿Cómo está? .....

El proceso, ¿ha absorbido o desprendido calor? .....

Es exo o endotérmico? .....

Puesto que no le has proporcionado calor, ¿de donde lo ha tomado? .....

¿Qué aspecto tenían los reactivos? .....

¿Y los productos de la reacción? .....

Huele el contenido del tubo. ¿Reconoces el olor? .....

Escribe y ajusta la ecuación química correspondiente: nitrato de amonio + hidróxido de bario  $\rightarrow$  nitrato de bario + amoniaco.....

## 11. Anexos

### 11.1. Anexo 1 - Ejemplos de reacciones químicas

(Fuente :Página web del IES Santa María de Carrizo. Relación de prácticas para 4º de ESO)

#### 4º ESO. PRÁCTICA 8. REACCIONES ÁCIDO-BASE

**MATERIAL:** Gradilla con 9 tubos de ensayo, varilla de vidrio, espátula, gafas de seguridad, 9 etiquetas, Matraz erlenmeyer, un globo.

**REACTIVOS:** Vinagre, Bicarbonato de sodio, cinc, mármol ( $\text{CaCO}_3$ ), papel indicador, fenofaleína.

##### 1.- INDICADORES DE ÁCIDOS Y BASES

En nuestra casa hay sustancias (limón, vinagre, yogur) que presentan carácter **ácido**. También son ácidos muchas sustancias del laboratorio que sabes formular. Se caracterizan por tener sabor agrio, producir escozor en la piel, ser capaz de reaccionar con metales desprendiendo hidrógeno, etc.

También en nuestra casa hay sustancias que son **bases** (detergentes, champús, bicarbonato...). También son bases muchas sustancias del laboratorio como el amoníaco ( $\text{NH}_3$ ) y todos los hidróxidos. Se caracterizan por tener sabor amargo, son suaves al tacto, irritan la piel, tacto jabonoso.

Una sustancia es **neutra** si no tiene carácter ácido ni básico, por ejemplo el agua pura.

El grado de acidez o basicidad de una sustancia se puede conocer mediante **Indicadores de pH**, que son sustancias que cambian de color al ponerse en contacto con un ácido o con una base (papel indicador, fenofaleína).

Las sustancias ácidas tienen  $\text{pH} < 7$ , las básicas  $\text{pH} > 7$  y las neutras  $\text{pH} = 7$ .

Etiqueta tres tubos de ensayo con la inscripción Vinagre, Otros tres con Bicarbonato y Otros tres con NaCl.

- **Con las gafas** de seguridad puestas y mucho cuidado pon en los tubos correspondientes vinagre (3 cm de altura)

- En los otros tubos de ensayo, la misma cantidad de agua y una pequeña cantidad de bicarbonato. Agítalo para que se disuelva.

- En los restantes tubos de ensayo, la misma cantidad de agua y NaCl. Agítalo para que se disuelva.

Corta tres trocitos de papel indicador (1 cm). Introduce la varilla de vidrio en el tubo de vinagre y humedece el papel con ella. Anota en la tabla el color que adquiere. Repite la experiencia con los tubos que contienen bicarbonato y NaCl.

Añade a cada uno de los tres tubos anteriores dos gotas de fenofaleína. Anota el color que adquiere cada sustancia.

Añade a cada uno de los otros tres tubos diferentes un trocito de cinc. Anota lo que observas.

Añada a cada uno de otros tres tubos diferentes un trocito de mármol. Anota lo que observes.

SUSTANCIA	PAPEL	FENOFTALEÍNA	CINC	MÁRMOL
Ácido: vinagre				
Base: bicarbonato				
Neutra: NaCl				

##### 2.- REACCIONES DE NEUTRALIZACIÓN

Los ácidos y las bases pueden reaccionar entre sí y perder ambos sus propiedades. Los productos de una neutralización suelen ser una sal y agua.  $\text{Ácido} + \text{Base} \rightarrow \text{Sal} + \text{Agua}$ .

La reacción entre vinagre y bicarbonato es:  $\text{CH}_3\text{COOH} + \text{NaHCO}_3 \rightarrow \text{CH}_3\text{COONa} + \text{CO}_2 + \text{H}_2\text{O}$

- Coloca en el matraz erlenmeyer unos 20 mL de vinagre y añade un chorro de fenofaleína. ¿Color? .....

- En el globo, introduce una cucharita de bicarbonato.

- Sin que caiga el bicarbonato, ajusta el globo a la boca del erlenmeyer.

- Deja caer el bicarbonato sobre el vinagre y anota lo que observes.....

- ¿De qué color está la sustancia del erlenmeyer?..... ¿Cual es la razón?..

- Dibuja todo el material que has utilizado.



11.2. Anexo 2 - Ejemplo de encuesta  
(Fuente: Vázquez, 2015, p. 49-50)

## ENCUESTA

Marca con una X la opción elegida en el recuadro correspondiente

1	¿Te interesaba la Química antes de realizar el trabajo de laboratorio?	Sí		No	
2	¿Te interesa la Química tras el trabajo de laboratorio?	Sí		No	
3	¿Cuál es la clase que más te ha gustado?	Teórica (Aula)		Laboratorio	
4	¿La clase realizada en el laboratorio te ha resultado motivadora?	Sí		No	
5	Si has contestado que sí indica en qué grado	Poco	Suficiente	Bastante	Mucho
6	¿Ha aumentado tu curiosidad por la materia tras la realización del trabajo de laboratorio?	Sí		No	
7	Si has contestado que sí indica en qué grado	Poco	Suficiente	Bastante	Mucho
8	¿Crees que tus conocimientos previos de la asignatura eran suficientes?	Sí		No	
9	Si has contestado que sí indica en qué grado	Poco	Suficiente	Bastante	Mucho
10	¿Te ha resultado útil el trabajo en el laboratorio para afianzar conceptos teóricos y prácticos?	Sí		No	

11.2. Anexo 2 - Ejemplo de encuesta  
(Fuente: Vázquez, 2015, p. 49-50)

11	Si has contestado que sí indica en qué grado	Poco	Suficiente	Bastante	Mucho
12	¿Consideras que tú nivel de conocimientos teóricos ha aumentado?	Sí		No	
13	Si has contestado que sí indica en qué grado	Poco	Suficiente	Bastante	Mucho
14	¿Has adquirido habilidades en los procedimientos prácticos?	Sí		No	
15	Si has contestado que sí indica en qué grado	Poco	Suficiente	Bastante	Mucho
16	¿Eras capaz de relacionar los conceptos teóricos con los problemas?	Sí		No	
17	Si has contestado que sí indica en qué grado	Poco	Suficiente	Bastante	Mucho
18	¿Eres capaz ahora de relacionar los conceptos teóricos con los problemas?	Sí		No	
19	Si se pudiera implantar en tu colegio la metodología basada en el trabajo de laboratorio, ¿Lo aceptarías?	Sí		No	
20	¿Eres capaz de plantear y resolver problemas similares de forma adecuada?	Sí		No	