



**Universidad Internacional de La Rioja**  
**Facultad de Educación**

**Trabajo fin de máster**

Pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas como alternativa a los trabajos de laboratorio tradicionales de Física y Química en 3º ESO

**Presentado por:** María Teresa García Segura  
**Línea de investigación:** Investigación mixta no experimental  
**Director/a:** Vanessa P. Moreno Rodríguez

**Ciudad:** Albufera (Alicante)  
**Fecha:** 30 de Julio de 2015

## Resumen

La Educación Científica es fundamental para la formación de unos alumnos que como futuros ciudadanos deberán disponer de las herramientas necesarias para enfrentarse a un futuro laboral muy diferente al actual. La enseñanza tradicional de las ciencias no ha contribuido a desarrollar esas habilidades y competencias necesarias en los alumnos y prueba de ello son los malos resultados obtenidos en el último informe PISA (2012), tanto respecto a motivación y actitud hacia la ciencia, como en cuanto al desarrollo de la competencia científica.

El propósito de este trabajo de investigación ha sido poner de manifiesto el importante papel de las prácticas de laboratorio dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y la necesidad de reorientar las prácticas de laboratorio tipo ‘receta’ que habitualmente se realizan por los profesores de ciencias, con el fin de que tengan en cuenta las características reales de la actividad científica y que contribuyan a la adquisición y desarrollo de competencias y habilidades necesarias en los alumnos.

Por ello, se ha propuesto la realización de pequeñas actividades de investigación dirigidas basadas en la resolución de problemas utilizando el aprendizaje basado en problemas (ABP), como posible estrategia metodológica alternativa a los trabajos de laboratorio de química tradicionales tipo ‘receta’ en la materia de Física y Química de 3º de ESO.

**Palabras clave:** prácticas de laboratorio tipo ‘receta’, investigación dirigida, aprendizaje basado en problemas (ABP), estrategia metodológica alternativa, competencias, Física y Química.

## Abstract

Science education is essential for the formation of students that as future citizens must have the necessary tools in order to approach a different future in the labour market. Traditional science teaching has not contributed to develop the appropriate skills and competences in students as has been shown in the latest PISA report of 2012.

The aim of this research has been to highlight the central role of laboratory activities for learning science and the need for restructuring the labwork that usually is framed like a cookbook-style lab, in order to show the real features of scientific activity and to contribute to acquisition and development of competences and skills in students.

For this purpose, in the present work it has been proposed to involve students in a guided-inquiry-based investigation activities using the problem based learning (PBL) as an alternative to the traditional laboratory sessions of Chemistry characterized by recipe-like activities in the third course of Physics and Chemistry subject.

**Keywords:** recipe-like laboratory work, guided-inquiry-based education, problem based learning (PBL), alternative methodology, competences, Physics and Chemistry.

# Índice

<b>1. Introducción.....</b>	<b>7</b>
1.1. Justificación del trabajo .....	7
1.2. Justificación personal.....	8
<b>2. Planteamiento del problema.....</b>	<b>10</b>
2.1. Objetivos.....	10
<b>3. Materiales y métodos.....</b>	<b>12</b>
3.1. Metodología cualitativa.....	13
3.1.1. Revisión bibliográfica.....	13
3.1.2. Trabajo de campo.....	14
3.1.3. Propuesta de intervención.....	20
<b>4. Marco teórico.....</b>	<b>22</b>
4.1. Análisis bibliográfico.....	22
4.1.1. El trabajo de laboratorio: pequeñas investigaciones.....	22
4.1.2. Papel y objetivos del trabajo de laboratorio.....	24
4.1.3. El trabajo de laboratorio tradicional: las prácticas ‘receta’ .....	26
4.1.4. Orientación de prácticas de laboratorio como investigación dirigida..	29
4.1.5. El aprendizaje basado en problemas (ABP) y su utilización como estrategia en las prácticas de laboratorio.....	36
<b>5. Resultados.....</b>	<b>39</b>
5.1. Resultados cuestionarios a profesores.....	39
5.2. Resultados entrevista a profesores de Física y Química de 3º de ESO.....	45
5.2.1. Entrevista al Profesor A.....	45
5.2.2. Entrevista a la Profesora B.....	48
<b>6. Propuesta de intervención.....</b>	<b>54</b>
6.1. Contexto y destinatarios.....	55
6.2. Marco legal.....	55
6.3. Actividad de investigación.....	56
<b>7. Discusión.....</b>	<b>67</b>
7.1. Profesores encuestados mediante cuestionarios.....	67
7.2 . Profesores entrevistados.....	69
<b>8. Conclusiones.....</b>	<b>72</b>
<b>9. Limitaciones.....</b>	<b>74</b>
<b>10. Prospectiva.....</b>	<b>75</b>

11. Bibliografía.....	76
11.1. Referencias bibliográficas.....	76
11.2. Páginas Web y vídeos.....	79
12. Anexos.....	80

## Índice de tablas

Tabla 1: Información personal de los profesores encuestados.....	16
Tabla 2: Relación entre variable y número de pregunta del cuestionario.....	17
Tabla 3: Relación entre los apartados estudiados en marco teórico y las preguntas del cuestionario a profesores.....	17
Tabla 4: Preguntas comunes realizadas en entrevista al profesor A y profesora B....	19
Tabla 5: Preguntas específicas realizadas en la entrevista a la profesora B.....	20
Tabla 6: Objetivos planteados por los profesores al planificar prácticas de laboratorio.....	25
Tabla 7: Estrategias de enseñanza para un aprendizaje como investigación.....	32
Tabla 8: Aspectos que deben incluir las prácticas de laboratorio orientadas de forma investigativa.....	35
Tabla 9: Ejemplos de transformación de títulos habituales en títulos interrogativos.....	36
Tabla 10: Características fundamentales del ABP.....	37
Tabla 11: Objetivos competenciales que se pretenden alcanzar con la actividad de investigación propuesta.....	58
Tabla 12: Criterios de evaluación de la actividad de investigación propuesta.....	59
Tabla 13: Apartados que debe contener el informe de la actividad de investigación.....	64
Tabla 14: Rúbrica para la evaluación mediante observación indirecta individual.....	66

## Índice de Figuras

Figura 1: Fases de elaboración del trabajo.....	12
Figura 2: Consecuencias de las preconcepciones erróneas sobre la actividad científica.....	27
Figura 3: Etapas del proceso ABP.....	36
Figura 4: Gráfico correspondiente a las materias impartidas por los profesores encuestados.....	39

Figura 5: Gráfico correspondiente a los años de experiencia docente de los profesores encuestados.....	39
Figura 6: Gráfico correspondiente a la pregunta número 1 del cuestionario.....	40
Figura 7: Gráfico correspondiente a la pregunta número 2 del cuestionario.....	40
Figura 8: Gráfico correspondiente a la pregunta número 3 del cuestionario.....	41
Figura 9: Gráfico correspondiente a la pregunta número 4 del cuestionario.....	41
Figura 10: Gráfico correspondiente a la pregunta número 5 del cuestionario.....	41
Figura 11: Gráfico correspondiente a la pregunta número 6 del cuestionario.....	41
Figura 12: Gráfico correspondiente a la pregunta número 9 del cuestionario.....	42
Figura 13: Gráfico correspondiente a la pregunta número 11 del cuestionario.....	43
Figura 14: Gráfico correspondiente a la pregunta número 15 del cuestionario.....	44
Figura 15: Gráfico correspondiente a la pregunta número 17 del cuestionario.....	44
Figura 16: Gráfico correspondiente a la pregunta número 19 del cuestionario.....	45

# 1. Introducción

## 1.1. Justificación del trabajo

En la actualidad los alumnos han de prepararse para un futuro laboral muy diferente. Los problemas que estos futuros profesionales deberán enfrentar sobrepasan las fronteras de las disciplinas y demandan enfoques innovadores y habilidades para la resolución de problemas complejos (Morales y Landa, 2004), y los docentes de ciencias han de ser conscientes de ello.

La Educación Científica en general y en particular la Educación de la Química, suponen una herramienta esencial en la formación de esos futuros ciudadanos para la adquisición de habilidades, y para que dispongan de un espíritu crítico y la capacidad de tomar decisiones fundamentadas.

Sin embargo, la enseñanza tradicional de las ciencias difícilmente ha contribuido a desarrollar esas habilidades o competencias necesarias en los alumnos ya que, el conocimiento científico se ha venido enseñando en las aulas fundamentalmente como un ‘conocimiento verbal’ (Pozo, 1998).

Prueba de ello son los resultados obtenidos en el último informe PISA (2012) que distan de ser de los esperados, tanto respecto a motivación y actitud hacia la ciencia, como en cuanto al desarrollo de la competencia científica.

Durante las últimas décadas se ha producido un importante desarrollo de la innovación e investigación en los diferentes aspectos de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las ciencias (Gil y Valdés, 1996), donde los trabajos prácticos de laboratorio “...juegan un papel esencial en el aprendizaje con comprensión (aquel que se puede justificar) de las ciencias y de la naturaleza del conocimiento científico” (Martínez-Torregrosa et al., 2012, p.112).

Sin embargo, a pesar de su importancia continúan siendo un problema por resolver desde del punto didáctico (Martínez-Torregrosa et al, 2012). En la bibliografía se describe que muy pocos profesores planifican trabajos en el laboratorio (Sanmartí, 2002); fundamentalmente porque es un trabajo difícil de gestionar, se opina que no son esenciales en el aprendizaje de conceptos y que por tanto no está justificada la elevada inversión en recursos tanto materiales como humanos requerida.

Desafortunadamente, las prácticas de laboratorio no cumplen las expectativas u objetivos con las que son planteadas por los profesores porque a menudo son concebidas como simples ‘recetas’, guiones con una serie de pasos a seguir por parte de los alumnos, que no invitan a la reflexión y que transmiten una visión muy distorsionada y pobre de la actividad científica (Gil, 1991).

Existe un consenso en torno a la necesidad de ‘reorientar’ las prácticas de laboratorio para que dejen de ser simples ilustraciones de los conocimientos transmitidos y se conviertan en actividades de investigación dirigidas por el profesor (Gil et al., 1991; González, 1992; Hodson, 1992 y 1993; Tamir y García, 1992; Grau, 1994; Lillo, 1994; Watson, 1994., citado en Gil y Valdés, 1996), así como de integrarlas de forma articulada y justificada dentro de cualquier actividad de enseñanza de las ciencias (Martínez-Torregrosa et al., 2012).

En ese sentido, el aprendizaje basado en problemas (ABP) es una estrategia de enseñanza-aprendizaje que puede constituir un marco privilegiado para desarrollar el modelo de enseñanza como investigación dirigida (Gil, 1993). Además, por sus características puede considerarse una concreción de la orientación constructivista del aprendizaje de la ciencia que puede favorecer la adquisición tanto de las competencias básicas establecidas en la ESO, como de otras competencias genéricas necesarias para el futuro tanto personal como profesional de los alumnos.

## 1.2. Justificación Personal.

La idea de este trabajo surge de la propia visión personal sobre cómo los docentes deberían de plantear la enseñanza de la Física y la Química en Secundaria y Bachillerato.

Antes de comenzar el Máster de Secundaria no se conocía en profundidad, ni los diferentes modelos didácticos de enseñanza de las ciencias, a excepción por supuesto del modelo tradicional de enseñanza con el que la autora del trabajo ha estudiado y con el que nunca ha estado conforme, ni tampoco el amplio abanico de recursos y estrategias de enseñanza-aprendizaje que disponen los docentes para mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Sin embargo, a pesar de ese desconocimiento, siempre se ha tenido presente que para aprender ciencia o química y realmente comprenderla, había que



experimentarla. Por tanto, la visión como ‘futura docente’ era que los alumnos aprendieran ciencia ‘haciendo ciencia’, experimentando en el laboratorio, y por eso las prácticas de laboratorio siempre han sido consideradas como un recurso imprescindible.

A medida que ha ido avanzando el Máster, y sobre todo durante el segundo módulo de la especialidad de Física y Química, esa idea inicial de que era importante que los alumnos experimentaran en el laboratorio, se ha ido afianzando y perfeccionando. De hecho, al diseñar la Unidad Didáctica “Importancia de las reacciones químicas y repercusiones en la sociedad” en la asignatura de Diseño Curricular, para que los alumnos aprendieran a distinguir algunos de los tipos más importantes de reacciones químicas que existen, no se recurrió a su explicación mediante una clase magistral, sino que se propuso la realización de experimentos sencillos de laboratorio.

Lo que se planteó en ese momento fue una especie de ‘investigación dirigida’ pero muy básica y poco elaborada. Una propuesta de práctica de laboratorio con una orientación de investigación dirigida necesita ser más refinada y elaborada. Además de experimentación, debe contener otros aspectos esenciales de la actividad científica para no caer en la planificación de las tradicionales prácticas de laboratorio ‘receta’, que sin duda proporcionan a los estudiantes una visión muy pobre y distorsionada de lo que significa el trabajo científico.

Por tanto, se considera que los trabajos prácticos de laboratorio son un recurso imprescindible en la materia de Física y Química a partir de 3º de la ESO (ahora con la LOE, pero a partir de 2º de la ESO con la LOMCE). Pero para conseguir los objetivos que son planteados como docentes deben ser algo más que simples ‘recetas de manipulación’. Y en ese sentido, se plantea como alternativa a las prácticas de laboratorio tradicionales, la utilización de pequeñas investigaciones dirigidas basándose en la resolución de problemas (ABP) que proporcionan una visión al menos aproximada, pero correcta, de lo que es el trabajo científico.

Como afirmaba Hodson (1996), uno de los autores consultados en este trabajo y con cuyas palabras me siento muy identificada: “...los estudiantes pueden aprender ciencia y pueden aprender más sobre ciencia llevando a cabo investigaciones científicas bien diseñadas, bajo la mirada vigilante (recogiendo, debatiendo y apoyando la reflexión sobre el progreso realizado) de un profesional experto” (p. 757).

Cuando ejerza como docente me gustaría implementar éste tipo de metodología (investigación dirigida) y estrategias (Aprendizaje basado en problemas, ABP) en mis clases de química. Pero soy consciente de las dificultades e inconvenientes que entraña su puesta en práctica en alumnos de secundaria y me surgen dudas al respecto. Sin duda este TFM puede ser un punto de partida para resolverlas.

## 2. Planteamiento del problema

Los trabajos prácticos de laboratorio son un recurso específico y propio de la enseñanza de las ciencias y, en particular de la química, que lo diferencia de otras disciplinas.

Además, el trabajo de laboratorio es considerado de forma habitual por muchos profesores como un recurso imprescindible en la enseñanza de la química. Durante las últimas décadas se han producido enormes esfuerzos por innovar e investigar acerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y el papel que juegan las prácticas de laboratorio en dicho proceso.

A pesar de su importancia, en la bibliografía aparece descrito que existen muy pocos profesores que los planifiquen y existen evidencias que muestran que los trabajos de laboratorio, tal y como se han venido planteando hasta ahora, no alcanzan los objetivos o expectativas creadas por los profesores que justifique su difícil gestión y la elevada inversión en recursos tanto materiales como humanos requerida.

El problema que se plantea en este trabajo de investigación es la orientación de las prácticas de laboratorio como pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas como posible estrategia metodológica alternativa a los trabajos de laboratorio de química tradicionales en la materia de Física y Química de 3º de la ESO.

### 2.1. Objetivos

Partiendo del problema expuesto con anterioridad, en el presente trabajo se plantean una serie de objetivos que se detallan a continuación:

Como **objetivo general** se pretende:

- Elaborar una propuesta de intervención educativa orientada a la realización de prácticas de laboratorio de química mediante el desarrollo de pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas, como alternativa a las tradicionales prácticas de laboratorio tipo 'receta', contextualizada en la materia de Física y Química de 3º de la ESO.

Pero además se consideran los **siguientes objetivos específicos**:

- Estudiar el papel y objetivos de los trabajos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias y la utilización de las prácticas de laboratorio tradicionales tipo 'receta'.
- Analizar la orientación de dichas prácticas utilizando la enseñanza por investigación dirigida y el aprendizaje basado en problemas (ABP), mediante un análisis bibliográfico.
- Evaluar el tipo de trabajo de laboratorio que se está realizando en la actualidad en diversos institutos de secundaria de la provincia de Alicante, realizando un estudio de campo mediante entrevistas y cuestionarios a profesores.

### 3. Materiales y métodos

En base a los objetivos planteados con anterioridad en este trabajo, se ha utilizado una metodología diversa/variada que permitiera la consecución de dichos objetivos y ha constado de tres fases fundamentales (figura 1).

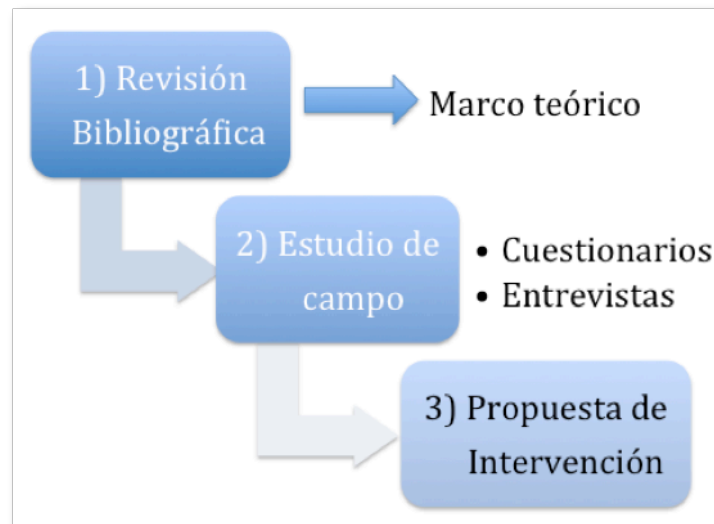


Figura 1: Fases de elaboración del trabajo  
Fuente: Elaboración propia

En primer lugar se ha realizado una investigación bibliográfica que ha servido de base y marco teórico para justificar la elaboración de una propuesta de intervención educativa, orientada a la realización de prácticas de laboratorio de química mediante el desarrollo de pequeñas investigaciones dirigidas basadas a su vez en la resolución de problemas, como modo alternativo a las tradicionales prácticas de laboratorio tipo ‘receta’.

Una vez realizada la investigación bibliográfica, y para seguir cumpliendo con los objetivos planteados en este trabajo, se ha llevado a cabo un estudio de campo mediante cuestionarios y entrevistas para recabar información sobre ciertos aspectos relevantes contemplados en el marco teórico y poder así contrastar los resultados obtenidos.

Por último, se ha diseñado una propuesta de intervención basada en la orientación de las prácticas de laboratorio siguiendo la metodología propuesta en este trabajo.

### 3.1. Metodología cualitativa

En ciencias sociales, la metodología a seguir es cualitativa desde la consideración de que lo que se analiza son cualidades. Como se ha explicado con anterioridad (figura 1), se han desarrollado tres tipos de metodologías cualitativas: una revisión bibliográfica, fruto de esta revisión se ha elaborado una propuesta de intervención y por último un estudio con herramientas cuantitativas mediante cuestionarios y entrevistas a profesores.

#### 3.1.1. Revisión bibliográfica

La investigación bibliográfica se ha centrado en tres aspectos clave que se detallan a continuación:

- Papel de los trabajos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias y la utilización de las prácticas de laboratorio tradicionales tipo ‘receta’.
- Utilización de la enseñanza por investigación dirigida como orientación en las prácticas de laboratorio.
- Análisis del aprendizaje basado en problemas (ABP) y su utilización como estrategia en las prácticas de laboratorio.

Para el análisis del papel que desempeñan la utilización de los trabajos prácticos de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, se ha recurrido a diferentes artículos de revisión (fuentes secundarias) que han ofrecido una perspectiva general y cronológica sobre el estado de la cuestión del objeto de estudio en el presente trabajo (las prácticas de laboratorio) e información sobre los autores de referencia en este ámbito (fuentes primarias). Cabe destacar a autores como Barberá y Valdés que realizan una revisión a través de más de cien referencias bibliográficas acerca de la eficacia de los trabajos prácticos en la enseñanza de las ciencias durante las últimas décadas. Los autores evidencian numerosos resultados negativos al respecto que en su opinión son debidos entre otros factores a la complejidad del tema.

Resaltar también a Hodson, un autor que realiza un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. Dicho autor hace una revisión de los supuestos que han justificado desde finales del siglo pasado los beneficios educativos de los trabajos de laboratorio, y un análisis crítico de su uso y ‘mal uso’ en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias.

Para la investigación sobre la orientación de las prácticas de laboratorio como investigaciones dirigidas se han consultado diferentes autores entre los que destaca Gil como autor de referencia y diversos autores como Furió o Martínez-Torregrosa y colaboradores.

En cuanto al estudio del ABP, se han tenido en cuenta a autores como Morales y Landa que hacen una revisión muy completa sobre el ABP que incluye; orígenes, características fundamentales, efectos del ABP en el aprendizaje, cómo implementarlo en el aula y la evaluación del proceso y a Llorens-Molina, que propone el uso del ABP como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio, como estrategia para favorecer la adquisición de competencias genéricas en un curso introductorio de química orgánica y han resultado de gran ayuda para la extrapolación de dichas estrategias al aula de Física y Química de 3º de la ESO.

Para el análisis de la situación de la educación científica actual en España se ha recurrido al último informe PISA (2012) empleando como fuentes organismos internacionales como la OCDE y nacionales como el INNE y el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte.

Para finalizar, para la búsqueda de toda la información bibliográfica citada se han utilizado diversas herramientas y motores de búsqueda como Google académico, Biblioteca virtual UNIR, Dialnet...etc.

### 3.1.2. Trabajo de campo

La revisión bibliográfica se ha complementado con un estudio de campo mediante cuestionarios y entrevistas a profesores para evaluar el tipo de trabajo de laboratorio que se está realizando en la actualidad en diversos institutos de secundaria de la provincia de Alicante y poder así contrastarlo con lo expuesto en el marco teórico. Además, con dicho estudio de campo se ha pretendido analizar otras cuestiones relacionadas con el conocimiento y uso tanto de la investigación dirigida como del ABP por parte de los profesores de ciencias encuestados y entrevistados, así como su percepción ante la posibilidad de orientar las prácticas de laboratorio tradicionales como pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas.

#### a) Muestra a estudio

### a.1) Muestra Cuestionarios (profesores de 'Física y Química' y 'Química')

Para la realización del estudio cuantitativo mediante cuestionarios, se ha utilizado una muestra 'causal o incidental' de profesores del área de ciencias correspondientes a las materias de 'Física y Química' y 'Química' tanto de Secundaria como de Bachillerato de diversos centros de la provincia de Alicante.

En esta primera fase no se ha restringido el estudio a profesores de Física y Química de 3º de la ESO y se ha considerado interesante ampliar el estudio a todas las materias que son susceptibles de utilizar las prácticas de laboratorio como recurso.

Se repartieron un total de 40 cuestionarios a profesores. De ellos, se han entregado 25 cuestionarios en persona y todos fueron respondidos. Se optó por enviar vía correo electrónico los 15 cuestionarios restantes para que los centros estuvieran lo más dispersos geográficamente posible dentro de la provincia de Alicante y sólo se recibió contestación de 7. Por tanto la muestra de estudio ha sido en este caso bastante reducida, un total de 32 profesores de ciencias encuestados.

Conviene resaltar que ha existido un problema de viabilidad en esta parte de la investigación (limitación temporal) debido a que la encuesta se ha realizado entre los meses de Junio y Julio.

Al tratarse de un muestreo no probabilístico, ya que no se tiene la certeza de que la muestra seleccionada sea representativa, dicho estudio exploratorio no servirá para realizar una posterior generalización a toda la población. Sin embargo, se utilizará como aproximación a la problemática planteada.

### a.2) Muestra entrevistas (profesores de 'Física y Química' de 3º de ESO)

Por un lado, se ha realizado una entrevista a un profesor de un centro privado de la provincia de Alicante (en adelante profesor A), Ingeniero Químico y con 14 años de experiencia docente en diversas materias del área de ciencias. Durante el año académico 2014-2015 ha impartido Física y Química de 3º de la ESO entre otras materias, y su centro cuenta con dos laboratorios muy bien equipados.

Por otro lado, la segunda entrevista se realizó a una profesora de un centro concertado de la misma provincia (en adelante profesora B), Licenciada en Química y con 8 años de experiencia docente. Durante este año académico ha compaginado la

docencia en Física y Química de 3º de la ESO con una materia optativa de laboratorio en ese mismo curso denominada ‘Laboratorio de Física y Química’ y se da la circunstancia que el próximo año, con la entrada en vigor de la LOMCE, desaparecerá dicha optativa en su centro.

### b) Instrumentos de análisis cuantitativo

Tanto los cuestionarios como las entrevistas a profesores se han realizado con el consentimiento informado de los mismos, manteniendo su anonimato y respetando la confidencialidad tanto de los participantes como de los centros educativos donde se ha desarrollado el estudio.

#### b.1) Cuestionarios

Para la encuesta a profesores de ciencias se ha diseñado un cuestionario de 23 preguntas (Anexo I) basado en otros estudios realizados con anterioridad (Aramburu, 2014), pero modificados y adaptados convenientemente para poder alcanzar los objetivos específicos planteados en este trabajo.

Las tres primeras preguntas del cuestionario sin numeración son de un carácter informativo más personal y están relacionadas con los aspectos detallados en la tabla 1.

Tabla 1: Información personal del profesor encuestado

Variable
Materia impartida
Años de experiencia
Curso

Fuente: Elaboración propia

Las 20 preguntas restantes del cuestionario tienen como objetivo global evaluar el tipo de trabajo de laboratorio que se está planificando actualmente por parte de estos profesores del área de ciencias. Pero también se ha analizado si consideran imprescindible la utilización del trabajo de laboratorio como recurso, si lo utilizan normalmente, con qué frecuencia lo utilizan y otras cuestiones que se especifican en la tabla 2.



Tabla 2: Relación entre variable y número de la pregunta del cuestionario

Variable	Preguntas
Utilización y frecuencia de uso de trabajos de laboratorio	1 y 2
Impresiones acerca del trabajo de laboratorio	3, 4 y 5
Utilización de laboratorios virtuales como alternativa	6
Razones por las que no se planifican trabajos de laboratorio	7
Objetivos que se pretenden alcanzar con la realización de prácticas	8
Grado de consecución de los objetivos planteados	9
Características del trabajo de laboratorio que planifica	10, 11,12 y 13
Dificultades en la realización de prácticas de laboratorio	14
Conocimiento y uso de la enseñanza por investigación dirigida	15 y 16
Conocimiento y uso de ABP	17 y 18
Percepción sobre la orientación de las prácticas como pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución problemas	19 y 20

Fuente: Elaboración propia

Además, las preguntas del cuestionario están relacionadas con los diferentes apartados tratados en el marco teórico para corroborar ciertos aspectos de la problemática planteada. Dicha relación se muestra en la tabla 3.

Tabla 3: Relación entre los apartados estudiados en marco teórico y las preguntas

Variable	Preguntas
El trabajo práctico de laboratorio	1, 2, 3, 4, 5, 6 y 7
Papel y objetivos del trabajo de laboratorio	8 y 9
El trabajo de laboratorio tradicional 'tipo receta'	10, 11, 12, 13, 14
Enseñanza mediante investigación dirigida	15 y 16
Aprendizaje basado en problemas (ABP)	17 y 18

Fuente: Elaboración propia

### b.1) Entrevistas

Las preguntas de las entrevistas han sido diseñadas de forma independiente para cada uno de los profesores entrevistados teniendo en cuenta su diferente contexto educativo y docente, pero siempre relacionándolas con los apartados descritos en el marco teórico, tal y como ya se hizo con las preguntas de los cuestionarios, para poder contrastar las respuestas y establecer unas conclusiones.

La manera en la que se han desarrollado las dos entrevistas ha sido completamente diferente.

#### b.1.1) Profesor A

En el caso del profesor A se ha enviado la entrevista con las preguntas escritas (Anexo II) vía correo electrónico y una vez cumplimentada ha sido recibida por el mismo medio. La entrevista al profesor A (Anexo II) consta de 13 preguntas y en la tabla 4 se muestra la relación con el tipo de variable que plantean.

#### b.1.2) Profesora B

Tal y como se ha comentado con anterioridad, la profesora B además de impartir Física y Química en 3º de la ESO, imparte una materia optativa de laboratorio también en el mismo curso pero que desaparecerá el próximo año académico 2015-2016. Debido esta circunstancia se ha diseñado una entrevista (Anexo II y III) con algunas preguntas comunes a las del profesor A (tabla 4), otras totalmente diferentes y otras que han ido surgiendo durante el desarrollo de la entrevista y encaminadas a conocer cuál va a ser su forma de plantear u orientar las prácticas de laboratorio a partir del próximo año académico (tabla 5).

Tabla 4: Preguntas comunes realizadas al profesor A y a la profesora B

Preguntas	Variable
1. ¿Utilizas las prácticas de laboratorio como recurso? ¿Con qué frecuencia?	El trabajo de laboratorio
2. ¿Crees que son necesarias para la enseñanza y el aprendizaje?	
3. ¿Para qué las utilizas? ¿Cuáles son los objetivos que pretendes alcanzar con tus alumnos con su realización?	Objetivos del trabajo de laboratorio
4. ¿Los alcanzas? ¿En qué grado?	
5. ¿Qué tipo de prácticas realizas? ¿Las denominarías como 'tradicionales'?	Prácticas de laboratorio tradicionales 'tipo receta'
6. ¿Les proporcionas un guión de prácticas? ¿Cómo son? ¿Son detallados con todos los pasos a seguir? ¿Son de elaboración propia o utilizas las proporcionadas por los libros de texto? ¿Elaboran un informe de prácticas?	
7. ¿Has utilizado siempre la misma metodología? ¿Crees que es la adecuada? ¿Te has planteado utilizar otra diferente?	
8. ¿Cuáles son los principales dificultades con las que te encuentras a la hora de planificar prácticas en el laboratorio?	Dificultad en la planificación de prácticas de laboratorio
9. ¿Cómo te organizas en tu centro? ¿Existen desdobles de grupos, profesores de apoyo, ayudantes de laboratorio...? ¿Existen recursos y material de laboratorio suficientes?	
10. ¿Conoces el modelo de enseñanza por investigación dirigida? ¿Lo has utilizado alguna vez?	Enseñanza mediante investigación dirigida
11. ¿Conoces la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas? ¿La has utilizado alguna vez?	Aprendizaje basado en problemas (ABP)
12. ¿Crees que orientar las prácticas de laboratorio como pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas sería una alternativa viable al tipo de metodología que estás realizando en la actualidad? ¿Qué ventajas y desventajas puede tener?	Propuesta de intervención: pequeñas investigaciones dirigidas mediante ABP

Fuente: Elaboración propia

Tabla 5: Preguntas específicas realizadas a la profesora B

Preguntas	Variable
1. ¿Cuántos años llevas impartiendo la materia optativa de 'Laboratorio de Física y Química' en 3º de la ESO?	Materia optativa 'Laboratorio de Física y Química'
2. ¿Por qué tu centro decidió ofertar el 'Laboratorio' como optativa?	
3. ¿De cuántas horas lectivas dispones en el laboratorio?	
4. ¿Te planteas los mismos objetivos al planificar las prácticas de laboratorio en la materia de Física y Química de 3º de la ESO que en la materia optativa de 'Laboratorio de Física y Química'?	Tipo de prácticas y objetivos planteados en 'Laboratorio de Física y Química'
5. ¿Por qué desaparece la materia optativa de laboratorio el próximo año académico?	Desaparición de 'Laboratorio de Física y Química'
6. ¿Cómo te planteas el realizar las prácticas de laboratorio el próximo curso académico?	Planificación de prácticas de laboratorio el próximo curso académico
7. ¿Te refieres a proyectos de investigación dirigidos por el profesor?	
8. ¿Te parece que en este caso sería viable la orientación de las prácticas de laboratorio como pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas de interés para los alumnos?	Orientación de las prácticas siguiendo la metodología de propuesta de intervención

Fuente: Elaboración propia

### 3.1.3. Propuesta de intervención

Para finalizar, fruto de la revisión bibliográfica se ha elaborado una propuesta alternativa a las prácticas de laboratorio tipo 'receta' orientándolas como pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas de interés para los alumnos y utilizando el aprendizaje basado en problemas (ABP).

Por otra parte, para la elaboración de la propuesta práctica, además de toda la bibliografía mencionada anteriormente donde se destaca a Daniel Gil como autor de referencia en el estudio del modelo de enseñanza mediante investigación dirigida, también se ha tenido en cuenta otros autores. Por un lado, el trabajo reciente de Martínez-Torregrosa y colaboradores, que propone la integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida. Por otro lado, mencionar a Llorens-Molina, que propone el uso del ABP como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio, como estrategia para favorecer

la adquisición de competencias genéricas en un curso introductorio de química orgánica y han resultado de gran ayuda para la extrapolación de dichas estrategias al aula de Física y Química de 3º de la ESO.

Finalmente, mencionar el trabajo de Furió, Valdés y González de la Barrera (2005) en cuyo trabajo presentan, a título de ejemplo, la transformación de una práctica de laboratorio de química habitual en una actividad investigativa de resolución de un problema de interés profesional para los alumnos, cuyos resultados han sido prometedores.

## 4. Marco teórico

### 4.1. Análisis Bibliográfico

#### 4.1.1. El trabajo práctico de laboratorio: pequeñas investigaciones.

El trabajo práctico, y en concreto el que se realiza en el laboratorio, constituye un hecho diferencial propio de la enseñanza de las ciencias. Ya en el siglo XVII, John Locke, uno de los más destacados representantes del ‘Empirismo’, propuso la necesidad de que los estudiantes realizaran trabajos prácticos (Barberá y Valdés, 1996), ya que en su opinión para que el conocimiento sea válido ha de proceder y originarse desde la experiencia.

Desde entonces, ha existido la idea predominante entre los profesores de ciencias de que la experiencia práctica es la esencia del aprendizaje científico y de ahí la importancia que se le ha concedido al trabajo de laboratorio dentro de la enseñanza de las ciencias.

Los trabajos prácticos se han venido definiendo cronológicamente, y ya a finales del siglo XX, bajo el punto de vista de Hodson (1994), “...cualquier método de aprendizaje que exija a los aprendices que sean activos en lugar de pasivos concuerda con la idea de que los estudiantes aprenden mejor a través de la experiencia directa, por lo que podría ser descrito como trabajo práctico”(p.305).

Además, según Gómez y Crespo (1998), se entiende por pequeñas investigaciones, aquellos problemas en los que se plantea una pregunta a los alumnos y cuya respuesta necesita de la realización de un trabajo práctico.

El tipo de problemas que se plantean en las denominadas ‘pequeñas investigaciones’ según Gómez y Crespo (1998) “...constituyen una aproximación al trabajo científico, ayudando a relacionar los conceptos teóricos con algunas de sus aplicaciones prácticas, y a transferir los conocimientos escolares a ámbitos más cotidianos” (p.198).

Según Sanmartí (2002): “Por trabajos prácticos se entiende cualquier actividad que comporte la manipulación de materiales, objetos u organismos con la finalidad de observar y analizar fenómenos” (p. 210). Por tanto, desde este punto de

vista no sólo se pueden realizar trabajos prácticos en el laboratorio, también se pueden llevar a cabo en el mismo aula o incluso en el campo.

Es cierto que cuando se plantean actividades fuera del aula, en un contexto cotidiano, pueden llegar a ser muy enriquecedoras y motivadoras para el aprendizaje de los alumnos en el área de las ciencias. Sin embargo, cuando hablamos de materias como la Física y Química, sobre todo en química, se necesitan materiales e instrumentos que sólo encontramos en los laboratorios escolares.

Por eso cuando se habla de este tipo de trabajo práctico, las pequeñas investigaciones en Física y Química, de forma intuitiva se identifican con las prácticas realizadas en una bancada de laboratorio (prácticas de laboratorio). La razón podría radicar en el hecho de que, de forma tradicional, las actividades de laboratorio siempre han tenido un papel central en los currículos de ciencias debido a los beneficios sugeridos por muchos profesores en este área (Pickering, 1980; Hofstein y Lunetta, 1982; Garnet et al., 1995; Lunetta, 1998; Tobin, 1990; Hofstein y Lunetta, 2004, citados en Hofstein, 2004).

Muchos de los autores y de la bibliografía consultada en el presente trabajo hablan de forma indistinta de trabajos prácticos y de trabajos prácticos de laboratorio, cuando en el fondo se refieren a las actividades realizadas por los alumnos en un laboratorio.

Como ya se ha mencionado con anterioridad, el trabajo práctico de laboratorio es un recurso específico y propio de la enseñanza de las ciencias y, en particular de la química, que lo diferencia de otras disciplinas. Cuando se hace una revisión de cualquier currículo del área de la química, tal y como comenta Hernández (2004), la idea que subyace a la planificación de trabajos prácticos en el laboratorio, es la de implicar a los estudiantes en actividades que conllevan la investigación y resolución de problemas.

El trabajo práctico ha sido considerado de forma habitual por muchos profesores de ciencias como un recurso imprescindible, hasta el punto que consideran que la educación científica de los alumnos puede quedar incompleta si no se realizan experiencias en el laboratorio (Barberá y Valdés, 1996).

En ese sentido, y más recientemente, Martínez-Torregrosa et al. (2012), abogan por “la importancia de la confrontación de las ideas con lo real para caracterizar la ciencia’ y añaden que los trabajos prácticos ‘juegan un papel esencial en el aprendizaje por comprensión (aquel que podemos justificar) de las ciencias y de la naturaleza del conocimiento científico” (p. 112).

Se ha investigado mucho acerca de la efectividad del trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias y existe mucha controversia al respecto. Aunque existen suficientes datos que avalan su importancia, tal y como afirma Hofstein (2004), no sería razonable afirmar que el laboratorio es un medio de enseñanza eficaz y eficiente para alcanzar todas las metas en educación química, pero sí gran parte de los objetivos planteados. El sentido común dice que el que se alcancen o no dichos objetivos dependerá de muchos factores: recursos materiales e instrumentos, tiempo, predisposición/características de los alumnos...etc. Pero jugará un papel crucial la manera en la que se planteen las experiencias en el laboratorio por parte del docente.

#### 4.1.2. Papel y objetivos del trabajo práctico de laboratorio.

Según Lynch (1987, citado por Hodson, 1994) “cuando un grupo de profesores muestra su aprobación sobre el trabajo práctico es probable que lo haga teniendo en mente objetivos muy dispares”(p. 300). En los años 90 Hodson (1994) agrupaba dichos objetivos fundamentalmente en cinco categorías: motivación del alumno, adquisición de habilidades y técnicas de laboratorio, reforzar el aprendizaje de conocimientos científicos, familiarización con el método científico y por último, desarrollo de actitudes científicas en los alumnos.

No existe un consenso entre investigadores, profesores, diseñadores curriculares y alumnos sobre los objetivos del trabajo de laboratorio, y tampoco sobre qué aporta a la educación científica (Barberá y Valdés, 1996).

Más recientemente, Martínez-Torregrosa et al. (2012) también detallan, después de realizar un estudio, cuáles son los objetivos que los profesores quieren conseguir con sus alumnos mediante las prácticas de laboratorio (Tabla 6).

Hay que puntualizar que según estos mismos autores, el que los profesores pretendan que sus alumnos adquieran autonomía en la realización de



investigaciones en el laboratorio, es un objetivo mucho más frecuente en la etapa Universitaria y no de las etapas de Secundaria o Bachillerato.

Tabla 6: Objetivos planteados por los profesores al planificar prácticas de laboratorio

Objetivo	Consecuencia para los alumnos
<b>'Ligar' teoría y práctica</b>	Que comprendan con mayor facilidad los conceptos, ideas, modelos...etc
<b>Habilidad en el manejo instrumental</b>	Adquirir habilidad en la realización de procedimientos básicos de laboratorio: filtrar, preparación de disoluciones...etc
<b>Tomar conciencia de las relaciones CTSA (Ciencia, Tecnología, Sociedad y Medio ambiente)</b>	Que comprendan mediante las relaciones CTSA el mundo en el que vivimos y facilitar la respuesta a preguntas que surgen del entorno cotidiano.
<b>Introducción a la metodología científica</b>	Familiarización con la manera en la que se producen y aceptan los conocimientos científicos.
<b>Motivar hacia el aprendizaje</b>	Generación de una actitud positiva hacia el aprendizaje de las ciencias.
<b>Autonomía para investigar</b>	Adquirir autonomía en la realización de una investigación de tipo práctico.

Fuente: Elaboración propia a partir de Martínez Torregrosa et al (2012).

Parece que dependiendo de la etapa educativa los objetivos varían y por ejemplo, en la Etapa de Educación Secundaria, los profesores utilizan más este recurso como herramienta motivadora, mas bien como una solución a la falta de interés por el aprendizaje de las ciencias, o como se ha dicho con anterioridad para 'ligar teoría y práctica'.

Sin embargo, Hofstein (2004) después de hacer una revisión de 30 años de experiencia en el ámbito de la química, afirmaba que si las actividades en el laboratorio se planifican de forma apropiada pueden ser efectivas en promover habilidades cognitivas y metacognitivas, habilidades prácticas, y de actitud e interés hacia la química y en aprender química.

#### 4.1.3. El trabajo de laboratorio tradicional: Las prácticas ‘receta’.

Las prácticas de laboratorio son a menudo concebidas como simples ‘recetas’, guiones con una secuencia de actividades a seguir por parte de los alumnos, que no invitan a la reflexión y que transmiten una visión distorsionada y muy pobre de la actividad científica (Gil et al, 1991).

En ese mismo sentido, Payá (1991) señala que tal y como son orientadas por los profesores y planteadas por los libros de texto, además de no familiarizar a los estudiantes con la metodología científica, no contribuyen al aprendizaje significativo de conceptos.

Prueba de ello es que en los años noventa, tras un análisis de los trabajos prácticos propuestos en 75 libros de libros de texto, se pudo comprobar que apenas un 15% de los trabajos hacían referencia a la hipótesis; menos del 8% invitaban a los alumnos a reflexionar, bien proponiendo que fueran ellos mismos los que formularan hipótesis o pensaran el diseño experimental; y por último, sólo el 30% explicaba ‘el porqué’ de la práctica, es decir, cuál era el problema que ‘daba sentido’ a lo que se proponía que realizaran los alumnos (Payá, 1991).

Existen evidencias que muestran que los trabajos prácticos de laboratorio, tal y como se han venido planteando durante las últimas décadas, están mal concebidas, son confusas, carecen de valor educativo real y no alcanzan los objetivos que los profesores esperan (Hodson, 1994) y que ya se han detallado con anterioridad.

Posteriormente, años después, un estudio europeo que analizaba qué papel desempeña el trabajo de laboratorio en la enseñanza de las ciencias (‘Labwork in Science education’), puso de manifiesto que el patrón más frecuente tanto en Secundaria, Bachillerato, como en la Universidad, es el de estudiantes trabajando en pequeños grupos, interactuando con materiales reales y/o equipamiento y siguiendo las instrucciones detalladas en una guía de laboratorio proporcionada por el profesor (Séré et al., 1998, p.30).

Este mismo estudio también revelaba que, las actividades de laboratorio que implicaban cierta autonomía en la toma de decisiones por parte de los alumnos eran menos frecuentes en Secundaria y Bachillerato. No se les pedía reflexionar, decidir o probar predicciones a partir de conjeturas, simplemente que midieran y registraran

las observaciones directamente y, particularmente en el aprendizaje de la química, se hacía hincapié en aprender a utilizar procedimientos estándar (Séré et al., 1998, p.35).

La ciencia escolar se enseña como si la actividad científica fuese inductiva (Barberá y Valdés, 1996). Se transmite por parte de los profesores una imagen de los científicos como empiristas-inductivistas que procede de la propia concepción del método científico formulada por Bacon ya en el siglo XVI, en la que se considera dicho método como un proceso con una serie de pasos específicos y consecutivos a seguir.

Gil et al. (1999) afirma que para cambiar lo que se está haciendo en las clases de ciencias por parte de los profesores y los alumnos, es necesario en primer lugar modificar ciertas preconcepciones erróneas sobre el llamado ‘Método Científico’ instaladas de forma generalizada en los docentes (figura 2) que transmiten a los estudiantes una visión deformada y empobrecida de la ciencia y constituyen un verdadero obstáculo en el proceso de enseñanza aprendizaje de la ciencia.

Las prácticas de laboratorio orientadas bajo esta concepción distorsionada y simplista del método científico lleva a los estudiantes a pensar que la ciencia consiste en verdades absolutas, incontrovertibles e introduce la impresión de rigidez e intolerancia ante otros razonamientos alternativos (Salcedo et al, 2005)

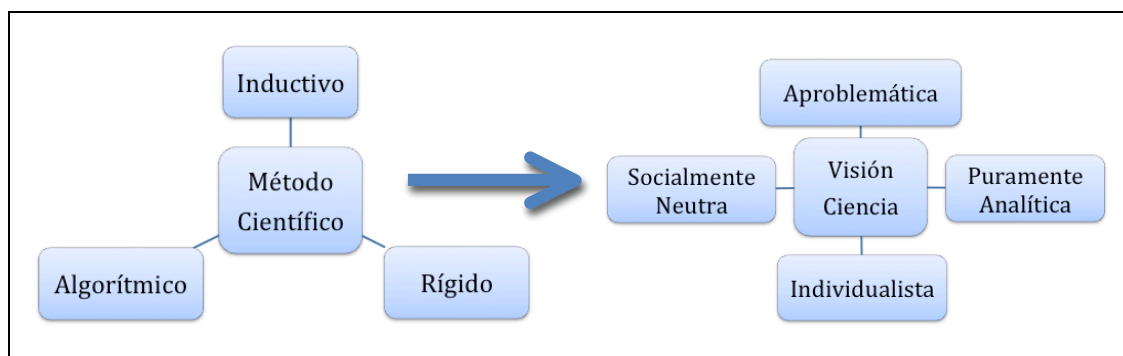


Figura 2: Consecuencias de las preconcepciones erróneas sobre la actividad científica.  
Fuente: Elaboración propia a partir Gil et al. (1999) y Carrascosa et al (2006)

Esta visión empobrecida y empírico-inductivista de la ciencia se pone de manifiesto cuando las prácticas de laboratorio se realizan con el único propósito de observar algún fenómeno para extraer de él, un concepto. De esta forma también se ponen de manifiesto otras deformaciones igualmente graves. Por ejemplo, no se indican las cuestiones a las que se pretende dar respuesta contribuyendo a una

visión ‘aprobématica’ de la ciencia y tampoco se discute su posible interés y relevancia social, proporcionando una visión descontextualizada y socialmente neutra (Carrascosa et al, 2006).

Lo que se les pide a los estudiantes, según estos mismos autores, es que sigan una guía detallada sin análisis crítico de los resultados obtenidos y sin cabida para el planteamiento de nuevos problemas. Todo ello contribuye a una percepción rígida, algorítmica y cerrada de la ciencia.

Por tanto, a pesar de la importancia que se le concede a las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias, continúan siendo un problema por resolver desde el punto de vista didáctico. Y según algunos autores, la solución pasa por dejar de lado las concepciones empiristas y ‘ateóricas’ sobre la ciencia e integrar las prácticas de laboratorio dentro de toda la actividad de enseñanza de las ciencias (Martínez-Torregrosa et al, 2012).

Los propios profesores cuestionan las llamadas prácticas ‘receta’ y reconocen que es necesario un replanteamiento a la hora de formular las prácticas de laboratorio (Gil, 1999).

Se realizan pocas prácticas, y cuando se realizan, se presentan a los estudiantes como una simple secuencia de pasos a seguir, sin cabida para la reflexión, y en la mayoría de los casos como una confirmación de la teoría.

Tal y como comentaba Sanmartí (2002), se realizaron estudios que demostraban que en España sólo un tercio de los profesores de Secundaria planificaba la realización de algún trabajo práctico y que, en la mayoría de los casos, el objetivo de éstos era simplemente la de comprobar o demostrar los conceptos científicos introducidos mediante las clases magistrales.

Según comenta esta misma autora, la principales razones que aducían los profesores para no planificarlos eran las siguientes:

- Es un trabajo difícil de gestionar. El coste en tiempo de preparación y esfuerzo es muy alto, y no siempre es fácil disponer de todos los recursos materiales y utensilios. Además requiere una organización del grupo

distinta, y no es fácil atender a la gran cantidad de preguntas que se generan, etc.

- Se opina que los trabajos prácticos de laboratorio no son esenciales en el aprendizaje de conceptos, más aún, se argumenta que los alumnos que los realizan no obtienen mejores resultados en los exámenes y que en cambio, ocupan mucho tiempo.
- El principal valor que se da a los trabajos prácticos es el de aumentar la motivación de los alumnos, pero se piensa que ésto también se puede conseguir por otros medios que no resulten tan costosos.

Más recientemente, otro estudio también ha puesto de manifiesto que los obstáculos más frecuentes en las prácticas de laboratorio según los profesores encuestados son las limitaciones referidas a: el material de trabajo, el espacio reducido y el elevado número de alumnos por grupo (López y Tamayo, 2012).

En relación a esto, Gil et al. (1999) ya expuso con anterioridad que estos mismos obstáculos se presentan frecuentemente en la enseñanza tradicional, limitando el desarrollo de un trabajo experimental adecuado y pudiendo generar desmotivación en los estudiantes frente al trabajo experimental.

#### 4.1.4. Orientación de las prácticas de laboratorio como investigaciones dirigidas.

Durante las últimas décadas se han producido enormes esfuerzos por innovar e investigar a cerca del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias y el papel que juegan las prácticas de laboratorio en dicho proceso. Es raro encontrar testimonios de profesores o investigadores que duden de la importancia de las prácticas de laboratorio, y pese a ello, continúan siendo un problema por solventar desde el punto de vista didáctico (Martínez-Torregrosa et al., 2012).

En el modelo de enseñanza tradicional, la familiarización con la metodología científica aparece como un objetivo independiente y separado del aprendizaje de conceptos. De hecho, la investigación e innovación en el campo de la didáctica de las ciencias, de forma tradicional, siempre ha diferenciado entre la ‘teoría’ o el ‘aprendizaje de conceptos’, las ‘prácticas de laboratorio’ y los ‘problemas’, investigando dichas actividades de forma autónoma (Gabel, D.L., 1994, citado por Gil et al.,1999).

Como se ha explicado con anterioridad, las prácticas de laboratorio ‘tradicionales’ no alcanzan los objetivos esperados por los profesores de ciencias, y existen autores que defienden que si se utiliza el ‘enfoque por investigación’ se obtienen mejores resultados (Hofstein, 1994; Abraham, 2011, citado por Hernández, 2012).

Como afirmaba Hodson (1996, citado por Martínez-Torregrosa et al., 2012): “...los estudiantes pueden aprender ciencia y pueden aprender más sobre ciencia llevando a cabo investigaciones científicas bien diseñadas, bajo la mirada vigilante (recogiendo, debatiendo y apoyando la reflexión sobre el progreso realizado) de un profesional experto” (p. 114).

En esa misma línea, existe un enorme consenso entre diversos autores en torno a la orientación de las prácticas de laboratorio como actividad investigativa (Gil et al., 1991; González, 1992; Hodson, 1992 y 1993; Tamir y García, 1992; Grau, 1994; Lillo, 1994; Watson, 1994., citado en Gil y Valdés, 1996).

### Modelo de enseñanza por investigación dirigida

El modelo didáctico de enseñanza por investigación dirigida está basado y representa una de las principales corrientes del constructivismo, donde el aprendizaje significativo de los conocimientos científicos se produce de forma activa por parte del alumno, se requiere de su participación, y se basa en sus conocimientos previos, para lograr, lo que Pozo y Crespo (1998) denominan cambio conceptual.

Desde el punto de vista del constructivismo, las actividades experimentales cumplen un papel importante dentro del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias, siempre que se enfoquen de forma correcta para lograr que las ideas previas de los estudiantes evolucionen a conceptos más elaborados y próximos a los científicos (Tamayo y Sanmartí, 2007; Tamayo, 2009, citado en López y Tamayo, 2012).

Además, la presencia de actividades prácticas en el currículo, en los objetivos de la enseñanza y en la evaluación ha sido diferente dependiendo del modelo de enseñanza de las ciencias (García, Insausti y Merino, 2003). Mientras que en el modelo tradicional de transmisión-recepción, el tiempo dedicado a las prácticas era reducido y su objetivo principal era ejemplificar la teoría, en el modelo de

aprendizaje por descubrimiento planteado por Bruner, otra de las corrientes dentro del constructivismo, la presencia del trabajo práctico se incrementa notablemente y su objetivo es aprender ciencias ‘haciendo ciencia’ (López y Tamayo, 2012).

Bruner añade a la investigación dirigida planteada por Vigotsky dentro del constructivismo social, que para aprender una información de forma significativa, la condición indispensable es tener la experiencia personal de descubrirla.

El concepto de ‘investigación’ como medio de enseñanza-aprendizaje en ciencias no es algo nuevo, pero en los años noventa, las propuestas relacionadas con la idea del aprendizaje de las ciencias como un proceso de investigación, pero desde un punto de vista constructivista, cobraron mucha importancia (Campanario y Moyá, 1999).

Pero el modelo de investigación dirigida va más allá del simple cambio conceptual en la mente de los alumnos, asume que los cambios conceptuales deben ir acompañados de cambios metodológicos y actitudinales, y para conseguirlo es necesario que los alumnos se sitúen en un contexto similar al que vive un científico, pero siempre bajo la supervisión y la dirección de un profesor (Gil, 1993).

Existe cierto paralelismo con el modelo de aprendizaje por descubrimiento planteado por Bruner, pero se aleja un poco del total inductivismo planteado por este modelo y que ha sido tan criticado. Además, en la enseñanza por investigación dirigida, la investigación científica y la construcción de conocimientos científicos se concibe como un proceso de construcción social.

El constructivismo social, representado por la posición de Vigotsky (1978), insiste en la idea de que aunque la interacción social es esencial en el proceso educativo, la relación entre el profesor y el alumno será también especialmente importante; Vigotsky enfatiza en el papel activo que tiene el alumno en el proceso de aprendizaje, sin embargo insiste en que el alumno no actúa solo, sino que aprende con la ayuda de los demás, en el ámbito de la interacción social, y esta interacción social como posibilidad de aprendizaje es la zona de desarrollo próximo.

Ya en los años noventa, García y Cañal (1995) hacen una revisión de las diferentes propuestas que defienden el aprendizaje por investigación en España. Siguiendo esta línea de investigación, uno de los autores más destacados es Daniel

Gil, Catedrático de Didáctica de las Ciencias Experimentales de la Universidad de Valencia.

La investigación dirigida desde un punto de vista constructivista, es esencial asociar la construcción de conocimientos a problemas y tanto él como otros autores abogan por la necesidad de plantear el aprendizaje de las ciencias, en la enseñanza secundaria, como una investigación dirigida de situaciones problemáticas abiertas que los alumnos puedan considerar de interés (Gil 1982<sub>b</sub>; Gil y Martínez-Torregrosa, 1983 y 1987; Driver y Oldham, 1986; Burbules y Linn, 1991; Gil *et al.*, 1991; Wheatley, 1991, citado en Gil, 1993).

En la tabla 7 se muestra un esquema de la estrategia de enseñanza propuesta por Gil (1993).

Tabla 7. Estrategias de enseñanza para un aprendizaje como investigación.

1. Plantear <b>situaciones problemáticas que generen interés</b> y proporcionen una concepción preliminar de la tarea.
2. Proponer a los estudiantes el <b>estudio cualitativo de las situaciones problemáticas</b> planteadas y la toma de decisiones. Con la ayuda de búsquedas bibliográficas, comienzan a acotar el problema y a explicitar sus ideas. Los alumnos trabajan en grupo.
3. <b>Orientación de los problemas mediante un tratamiento científico:</b> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Emisión de hipótesis e invención de conceptos (ocasión para que se realicen predicciones utilizando las ideas previas).</li> <li>• Elaboración de posibles estrategias de resolución para la contrastación de hipótesis, incluyendo si es necesario diseños experimentales.</li> <li>• Resolución y análisis de los resultados obtenidos y comparación con otros grupos de alumnos y con la comunidad científica. Puede convertirse en una <b>ocasión para conflicto cognitivo entre distintas concepciones</b> (hipótesis) y replanteamiento del problema (elaboración de nuevas hipótesis).</li> </ul>
4. <b>Aplicación de los nuevos conocimientos a nuevas situaciones</b> con el objetivo de afianzarlos y profundizar en los mismos, haciendo énfasis en las <b>relaciones ciencia, tecnología y sociedad (CTS)</b> que enmarcan el desarrollo científico, para mostrar el carácter de cuerpo coherente de la ciencia.

Fuente: adaptada a partir de Gil (1993)



La propuesta está esquematizada en cuatro fases que, según el autor, integran aspectos esenciales de la actividad científica y que a menudo no son tenidos en cuenta en la enseñanza de las ciencias. Son aspectos como los problemas de contextualización del trabajo científico (relaciones CTS, toma de decisiones...) y los componentes afectivos (mantener un buen clima de trabajo, interés por la tarea...).

La estrategia de enseñanza que se propone en la Tabla 7 es calificada por Gil (1993) de “*radicalmente constructivista*” porque “...contempla una participación efectiva de los alumnos en la construcción de conocimientos...”(p.41) y no una reconstrucción subjetiva de ellos, contraponiéndose a la mera recepción pasiva de conocimientos ya elaborados por parte del alumno.

Además, ésta forma el aprendizaje de las ciencias no sólo pone énfasis exclusivamente en el ‘cambio conceptual’ en la mente de los alumnos, sino que va acompañado de un cambio tanto metodológico como en la forma de actuar de los alumnos.

El ‘cambio conceptual’ deja de ser el objetivo explícito y adquiere un carácter funcional e instrumental. Ahora la investigación no se plantea para poner en cuestión ideas o para provocar cambios conceptuales, sino para resolver problemas de interés, que se abordan a partir de los conocimientos previos y de nuevas ideas que se van construyendo de forma tentativa (Gil, 1994). El cambio conceptual se produce a lo largo de todo el proceso como un resultado más (Gil, 1993., citado por Campanario y Moya, 1999).

Como se ha mencionado, esta propuesta se orienta fundamentalmente a la enseñanza de la ciencia en secundaria. Pero desde principios de los 80 se ha trabajado en el desarrollo de un modelo de enseñanza por investigación ‘guiada’ a alumnos desde 13/14 años (secundaria) hasta la universidad, con el objetivo convertirla en una alternativa global y diferente a la enseñanza convencional de las ciencias (Gil, 1983; Gil y Martínez Torregrosa, 1983; Gil et al., 1991; Gil, 1993; Martínez Torregrosa et al., 1999; Becerra et al., 2011., citado en Martínez Torregrosa et al. 2012, p. 114).

### Orientación de las prácticas de laboratorio como investigación dirigida

En un intento de resolver desde un punto didáctico el ‘problema’ de las prácticas de laboratorio, ya se ha comentado con anterioridad el consenso existente en torno a su orientación como una actividad investigativa.

Una reorientación que tiene como objetivo (Gil y Valdés, 1996) “...que dejen de ser simples ilustraciones de conocimientos transmitidos...”, es decir, lo que se ha venido denominando prácticas ‘receta’ y “...pasen a constituir actividades de investigación”(p. 155).

Desde este punto de vista, según Gil y Valdés (1996), un trabajo de laboratorio ha de dejar de ser algo exclusivamente experimental y debe integrar otros aspectos esenciales de la actividad científica. Los autores resumen en 10 puntos aquellos aspectos que deben incluir las prácticas de laboratorio orientadas de forma investigativa que se detallan en la tabla 8.

Lo interesante de la propuesta de reorientación de las prácticas de laboratorio como una investigación es que cuestiona la idea de la práctica de laboratorio como actividad autónoma. “La actividad científica abarca mucho más que el trabajo experimental y éste no tiene sentido tomado aisladamente” (Gil y Valdés, 1999, p. 157).

En ese sentido, Gil et al. (1999) cuestionan la distinción clásica entre ‘teoría’, ‘prácticas’ y ‘problemas’ mencionada ya con anterioridad. En su opinión, “...la orientación del aprendizaje como una investigación dirigida priva de sentido a esta separación...” (p.313) porque no tiene nada que ver con la actividad científica real y se está proporcionando al alumnado una visión incorrecta del trabajo científico. Bajo su punto de vista, al trabajarlos de manera unificada se convierten en propuesta alternativa al aprendizaje de las ciencias como una investigación dirigida.

Por otra parte, Martínez-Torregrosa et al. (2012) proponen integrar las prácticas de laboratorio en el desarrollo de las Unidades Didácticas, o lo que ellos denominan ‘temas’. Es decir, tratan de integrar las prácticas de laboratorio en la enseñanza de la química ‘transformándolas’ basándose en el modelo de ‘enseñanza por investigación guiada en torno a problemas fundamentales’, para que según ellos “...contribuyan de forma coherente con el resto de actividades de enseñanza, a conseguir los objetivos pretendidos” (p.113).

Tabla 8: Aspectos que deben incluir las prácticas de laboratorio orientadas de forma investigativa

<p><b>1. Presentar situaciones problemáticas abiertas</b> de un <b>nivel de dificultad adecuado a los estudiantes</b> (correspondiente con su <i>zona de desarrollo potencial</i>). De esta forma podrán tomar decisiones y <b>transformar dichas situaciones problemáticas abiertas en problemas más precisos.</b></p>
<p><b>2. Contextualización de las situaciones propuestas</b> considerando posibles <b>implicaciones CTS</b> para favorecer la reflexión sobre la relevancia e interés de las mismas.</p>
<p><b>3. Potenciar los análisis cualitativos</b>, que ayuden a comprender y acotar las situaciones planteadas, y a formular preguntas operativas sobre lo que se busca.</p>
<p><b>4. Plantear la emisión de hipótesis como actividad central</b> de la investigación científica, susceptible de orientar el tratamiento de las situaciones y de hacer explícitas las preconcepciones de los estudiantes.</p>
<p><b>5. Conceder importancia a la elaboración de diseños y a la planificación de la actividad experimental</b> por los <b>propios estudiantes.</b></p>
<p><b>6. Plantear el análisis detenido de los resultados</b> en base a los conocimientos disponibles, de las hipótesis manejadas y de los resultados de otros equipos de estudiantes.</p>
<p><b>7. Plantear la consideración de posibles perspectivas</b> como el replanteamiento del estudio a otro nivel de complejidad y <b>contemplar las posibles implicaciones CTS del estudio realizado.</b></p>
<p><b>8. Pedir un esfuerzo de integración</b> que considere la contribución del estudio realizado a la construcción de un cuerpo coherente de conocimientos y las posibles implicaciones en otros campos de conocimientos.</p>
<p><b>9. Conceder especial importancia a la elaboración de memorias científicas</b> que reflejen el trabajo realizado.</p>
<p><b>10. Potenciar la dimensión colectiva del trabajo científico</b> organizando equipos de trabajo y facilitando la interacción entre cada equipo y la comunidad científica, representada en la clase por el resto de equipos, el profesor como experto, los libros de texto...etc.</p>

Fuente: adaptada a partir de Gil y Valdés (1996)

Estos autores proponen transformar los títulos habituales que aparecen en de las Unidades Didácticas de cualquier libro de texto de Física y Química de 3º o 4º de la ESO en títulos interrogativos, es decir, en preguntas con sentido para los

alumnos para que tomen conciencia de su interés. En la Tabla 9 se muestran algunos ejemplos.

Tabla 9: Ejemplos de transformación de títulos habituales en títulos interrogativos

Títulos habituales	Título como problema
• Volumen, Masa, Densidad	¿Cómo están formadas las cosas 'por dentro'?
• Modelo corpuscular	¿Son totalmente distintas o tienen algo en común?
• Electrostática	¿Qué es lo que hace que haya gases, líquidos y sólidos?
• Estructura de sustancias	¿Cómo es posible que desaparezcan sustancias y
• <b>Reacciones químicas</b>	aparezcan otras distintas?

Fuente: Adaptado a partir de Martínez-Torregrosa et al. (2012)

#### 4.1.5. El aprendizaje basado en problemas (ABP) y su utilización como estrategia de enseñanza-aprendizaje en las prácticas de laboratorio.

##### Aprendizaje basado en problemas (ABP).

Llorens-Molina (2010) define el ABP como una estrategia de enseñanza-aprendizaje que trata de introducir a los alumnos en el contexto de un problema vinculado a la realidad social y profesional, de modo que deba planificar, mediante un trabajo cooperativo y bajo la supervisión del profesorado, una resolución a dicho problema siguiendo una serie de etapas (figura 3).

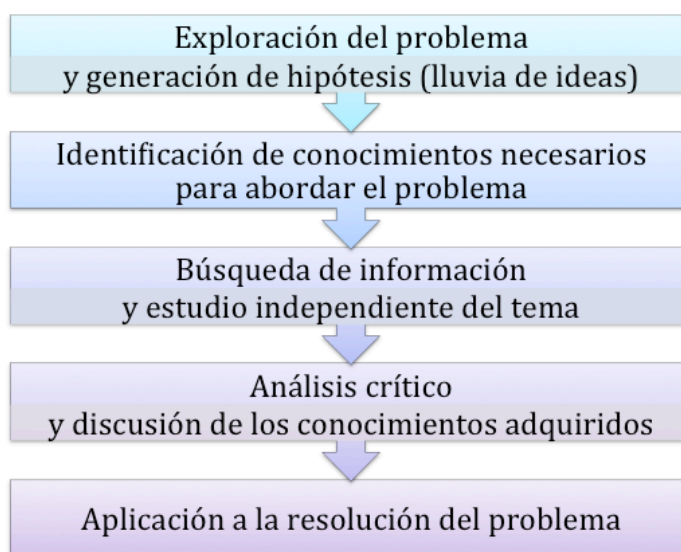


Figura 3: Etapas del proceso ABP.

Fuente: Elaboración propia a partir de Llorens-Molina (2010)

El Aprendizaje basado en Problemas (ABP) tiene su origen en la Escuela de Medicina de la Universidad de McMaster (Canadá) en la década de los 60 y surgió con el objetivo preparar a sus estudiantes ante las nuevas demandas de la práctica profesional y la adquisición de habilidades para la resolución de problemas, siguiendo un proceso que denominaron de Razonamiento Hipotético Deductivo (Morales y Landa, 2004).

El ABP se presentó como una metodología innovadora que se ha extendido desde sus inicios a numerosos campos de conocimiento. Por tanto, ha ido evolucionando y adaptándose a las necesidades de cada disciplina, pero presenta unas características básicas que se detallan en la tabla 10.

Tabla 10: Características fundamentales del ABP

Características del ABP
El aprendizaje está centrado en el alumno y es activo.
El profesor es un guía o facilitador del aprendizaje.
Promueve el trabajo cooperativo.
Se orienta hacia la solución de un problema que resulte interesante o motivador para el alumno.
El problema debe relacionarse con los objetivos del curso y con situaciones de la vida real.
Promueve el trabajo interdisciplinario.
Favorece que el alumno 'aprenda a aprender'.
Conduce a la toma de decisiones y adquisición de pensamiento crítico en el alumno.

Fuente: Elaboración propia a partir de Morales y Landa (2004)

Estos mismos autores señalan que mediante el ABP se promueve un aprendizaje significativo y se adquieren una serie de competencias y habilidades que son indispensables en un entorno laboral como el actual y que la enseñanza tradicional difícilmente contribuye a desarrollar (Morales y Landa, 2004).

En ese sentido, Llorens Molina (2010) incide en la importante contribución que el ABP puede aportar al desarrollo de competencias genéricas, aspecto clave en la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES).

El aprendizaje basado en problemas es una metodología relativamente nueva en las aulas de secundaria, enmarcada en la tendencia constructivista que intenta dar respuesta a los problemas actuales de la educación, y cuya implementación y adaptación a la etapa de Educación Secundaria por parte del profesorado necesita ser ampliamente investigado (Pecore, 2009, citado en Mozo, 2013).

Además, debido a las características del ABP, se requiere un tipo de evaluación diferente al tradicional. El llegar a la solución del problema genera una gran cantidad de actividades susceptibles de ser evaluadas como: el aporte individual, aporte en equipo, evaluación del compañero (coevaluación) y autoevaluación (Morales y Landa, 2004).

### ABP e investigación dirigida

El ABP puede constituir un marco privilegiado para desarrollar el modelo de enseñanza como investigación dirigida (Gil, 1993) y por sus características puede considerarse una concreción de la orientación constructivista del aprendizaje.

En cuanto al aprendizaje de la química, existen numerosas propuestas basadas en el ABP, fundamentalmente con un enfoque experimental (Mcdonell, C., O'Connor, C., Seery, M. K., 2007, citado en Llorens-Molina, 2010).

En ellas, esta metodología se propone como una estrategia de cambio metodológico y de integración del trabajo de laboratorio en el currículo y al mismo tiempo se justifica su contribución al desarrollo de habilidades cognitivas de alto nivel.

En lo concerniente a su puesta en práctica, existen diversos autores que detallan un modelo de aplicación del ABP en la enseñanza universitaria de la química. En concreto, Llorens-Molina (2010) proponen el diseño, experimentación y evaluación de actividades basadas en el ABP como estrategia para favorecer la adquisición de competencias en un curso introductorio de química orgánica.

## 5. Resultados

### 5.1. Resultados cuestionarios a profesores

En este apartado se presentan mediante gráficos los resultados del cuestionario proporcionado a profesores de las materias de Física y Química y Química tanto de Secundaria como de Bachillerato.

#### a) Información personal

Las primeras preguntas (sin numeración) del cuestionario hacían referencia a la materia que impartían (figura 4) y a los años de experiencia académica de cada profesor encuestado (figura 5). A continuación se muestran los resultados:

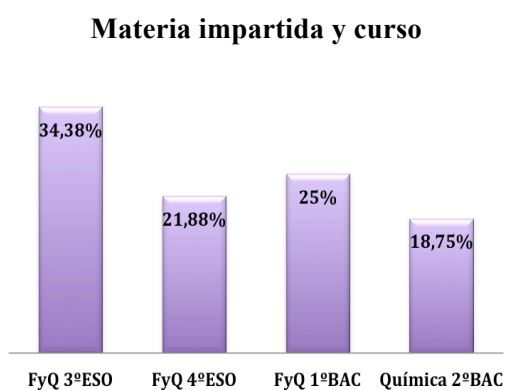


Figura 4: Gráfico correspondiente a las materias impartidas por los profesores

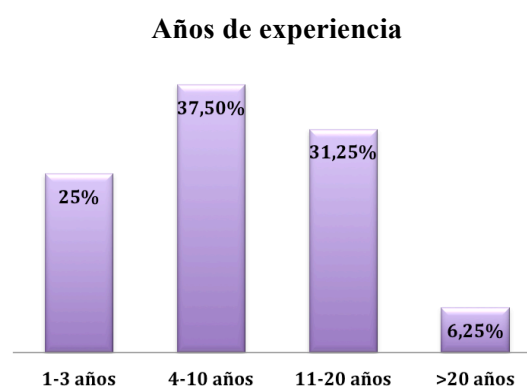


Figura 5: Gráfico correspondiente a los años de experiencia de los profesores

Seguidamente se presentan las respuestas a las 20 preguntas numeradas del cuestionario que se dividen en apartados según las variables o ítems a las que hacen referencia (ver tabla 2):

#### b) Utilización y frecuencia de realización de prácticas de laboratorio (PL)

La primera pregunta del cuestionario está relacionada con el hecho de si utilizan o no las prácticas de laboratorio como recurso. La respuesta ha sido mayoritaria, el 68,75% de los profesores encuestados realiza prácticas de laboratorio y sólo un 31,25%, aproximadamente un tercio de los profesores, no las utiliza como recurso al impartir su materia (figura 6). Cabe resaltar que casi el 90% de los profesores que no realiza actividades en el laboratorio se corresponden con los que imparten Química en 2º de Bachillerato.

Pregunta 1: Utilización de PL	Pregunta 2: Frecuencia de utilización de PL														
<table border="1"> <caption>Datos para Figura 6</caption> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>68,75%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>31,25%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Sí	68,75%	No	31,25%	<table border="1"> <caption>Datos para Figura 7</caption> <thead> <tr> <th>Frecuencia</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Cada quincena</td> <td>9,09%</td> </tr> <tr> <td>Una vez al mes</td> <td>63,64%</td> </tr> <tr> <td>Una vez al trimestre o menos</td> <td>22,27%</td> </tr> </tbody> </table>	Frecuencia	Porcentaje	Cada quincena	9,09%	Una vez al mes	63,64%	Una vez al trimestre o menos	22,27%
Respuesta	Porcentaje														
Sí	68,75%														
No	31,25%														
Frecuencia	Porcentaje														
Cada quincena	9,09%														
Una vez al mes	63,64%														
Una vez al trimestre o menos	22,27%														
Figura 6: Gráfico correspondiente a la pregunta número 1 del cuestionario	Figura 7: Gráfico correspondiente a la pregunta número 2 del cuestionario														

Además, de los 22 profesores que afirmaron realizar prácticas de laboratorio, el 63,64% los planifica una vez al trimestre o menos, el 22,27% una vez al mes, y una minoría, el 9,09% los realiza cada quince días (figura 7).

### c) Impresiones acerca del trabajo de laboratorio

La tercera, cuarta y quinta pregunta hacen referencia a las percepciones que pueden tener los profesores sobre la realización de prácticas de laboratorio. Al preguntarles si les parecía un recurso imprescindible, el 62,5% ha respondido que no, mientras que de forma minoritaria, el 37,5% ha contestado que sí (figura 8).

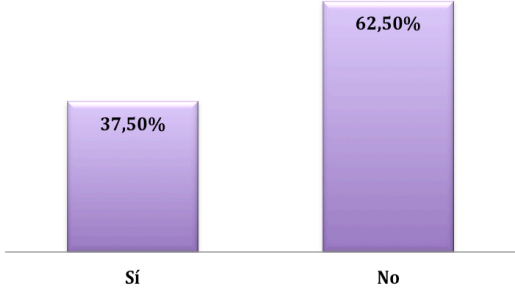
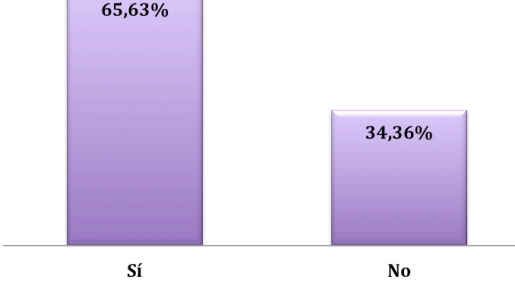
Por otra parte, la mayoría de los profesores, en concreto un 65,63 %, piensan que realizarlas sería positivo para el desarrollo de la materia que imparten y llama la atención que no coincida con el porcentaje de profesores que contestaron que sí consideraban que fuera imprescindible su uso. Por su parte, un 34,36% de los profesores no piensan que resulte positivo (figura 9).

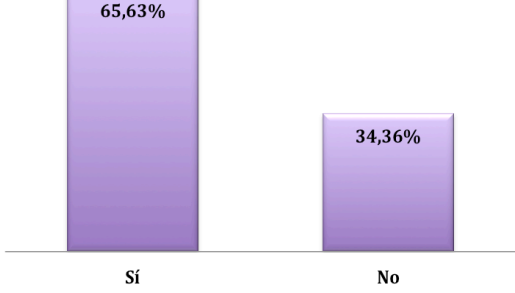
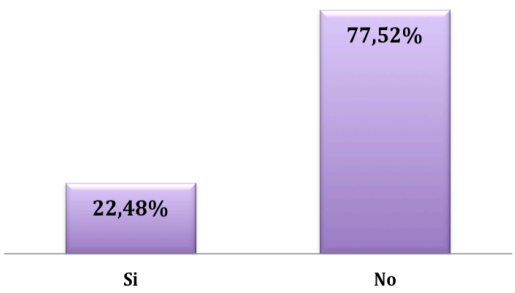
Con la quinta pregunta se pretende averiguar si bajo el punto de vista de los profesores, realizar prácticas de laboratorio es motivador para sus alumnos. En esta ocasión los profesores que consideraron que realizar prácticas de laboratorio era positivo para el desarrollo de la materia, también respondieron que era un recurso motivador para los alumnos, como se puede deducir al comparar los porcentajes resultantes en las preguntas 4 y 5 (figuras 9 y 10).

### d) Utilización de otros recursos alternativos para impartir la materia



Cuando se preguntó si utilizaban otros recursos alternativos como la utilización de laboratorios virtuales, sólo el 22,48% afirmó utilizarlos como alternativa, mientras que el 77,52% de los profesores no recurre a ellos (figura 11).

Pregunta 3: ¿Te parece imprescindible su uso?	Pregunta 4: ¿Crees que realizar PL es positivo para tu materia?												
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>37,50%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>62,50%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Sí	37,50%	No	62,50%	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>65,63%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>34,36%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Sí	65,63%	No	34,36%
Respuesta	Porcentaje												
Sí	37,50%												
No	62,50%												
Respuesta	Porcentaje												
Sí	65,63%												
No	34,36%												
Figura 8: Gráfico correspondiente a la pregunta número 3 del cuestionario	Figura 9: Gráfico correspondiente a la pregunta número 4 del cuestionario												

Pregunta 5: ¿Crees que realizar PL es motivador para los alumnos?	Pregunta 6: ¿Utilizas laboratorios virtuales como alternativa a las PL?												
 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Sí</td> <td>65,63%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>34,36%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Sí	65,63%	No	34,36%	 <table border="1"> <thead> <tr> <th>Respuesta</th> <th>Porcentaje</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>Si</td> <td>22,48%</td> </tr> <tr> <td>No</td> <td>77,52%</td> </tr> </tbody> </table>	Respuesta	Porcentaje	Si	22,48%	No	77,52%
Respuesta	Porcentaje												
Sí	65,63%												
No	34,36%												
Respuesta	Porcentaje												
Si	22,48%												
No	77,52%												
Figura 10: Gráfico correspondiente a la pregunta número 5 del cuestionario	Figura 11: Gráfico correspondiente a la pregunta número 6 del cuestionario												

#### e) Razones por las que no se planifican trabajos de laboratorio

Con la séptima pregunta se pretendió saber cuáles eran los motivos de todos aquellos profesores para no planificar prácticas en el laboratorio. El 75,3 % de los profesores aludieron como razón principal el hecho de que es un trabajo difícil de gestionar debido al elevado coste en tiempo y falta de recursos, como segunda razón principal que no eran esenciales para el aprendizaje de los alumnos ya que no

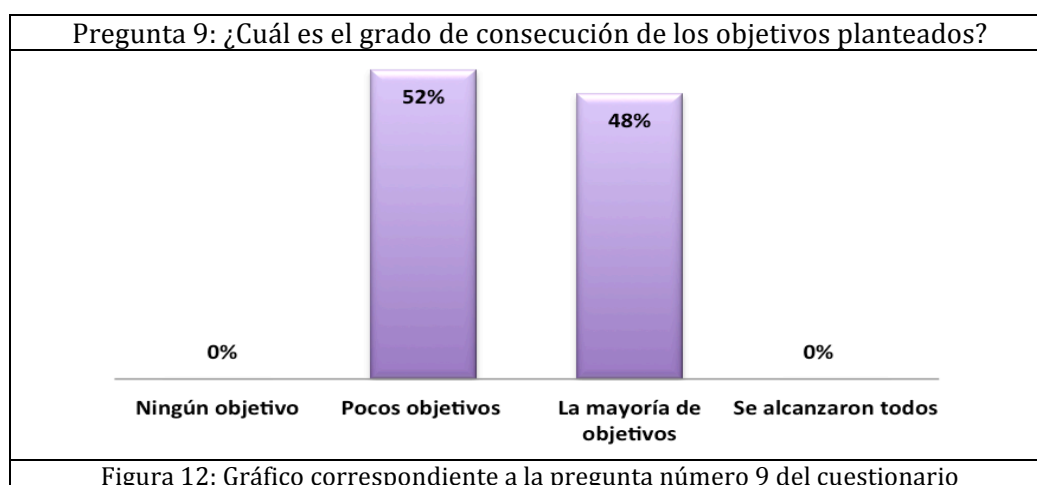
implicaba mejores resultados y en tercer lugar indicaron como razón de menor importancia el hecho de que existieran otros recursos alternativos para motivar a los alumnos. Por otra parte, el 88,5 % de éstos especificaron en otras razones la falta de tiempo por lo extenso de los temarios a impartir. Añadir el hecho de que no hubo ningún profesor que indicó como razón principal que existieran otros recursos para conseguir motivar a los alumnos.

#### f) Objetivos que se pretenden alcanzar con la realización de prácticas

Cuando se les preguntó a los profesores cuáles eran los objetivos que como docentes pretendían alcanzar con el uso de las prácticas de laboratorio, de forma unánime, el 92,7% indicaron como objetivo principal el motivar a los alumnos, en segundo lugar para mejorar el aprendizaje de conocimientos científicos, en tercer lugar para enseñar las técnicas de laboratorio y en último lugar, que el objetivo sea el que sean capaces de llevar a cabo investigaciones desarrollando el método científico. Llama la atención esta respuesta tan unánime a la hora de establecer por orden prioritario los objetivos ya que coincide con el orden en el que fueron escritos en el cuestionario (Pregunta 7, Anexo I).

#### g) Grado de consecución de los objetivos planteados

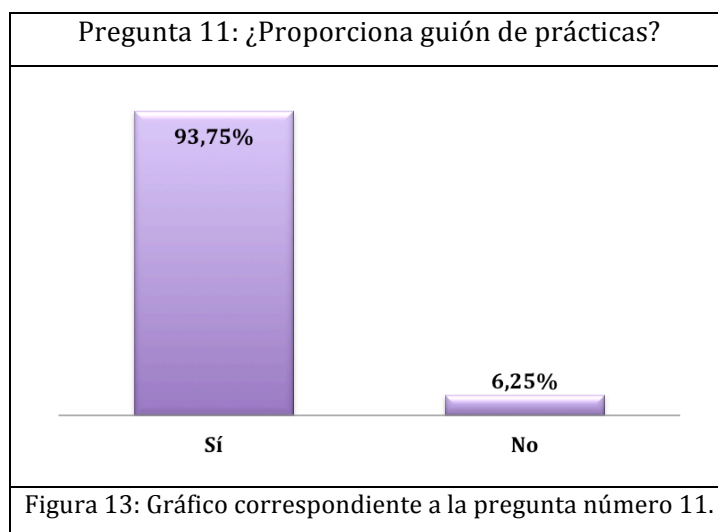
También se les consultó en la novena pregunta cuál era el grado de consecución de los objetivos planteados en relación a los expuestos en la pregunta anterior. El 47,72% manifestaron que alcanzan la mayoría de los objetivos y el 52,28% sólo unos pocos. Ningún profesor respondió que se alcanzaran ni todos los objetivos y tampoco ninguno de ellos (figura 12).



## h) Características del trabajo de laboratorio que planifica

Las cuatro siguientes preguntas del cuestionario están relacionadas con el tipo de trabajo de laboratorio que realizan y están encaminadas a sondear si son las típicas prácticas ‘receta’ mencionadas en el marco teórico. En ese sentido, en relación a la pregunta 10, el 59,1% llevan a cabo demostraciones, donde los alumnos no participan de forma activa, para contrastar los conceptos científicos introducidos en clase, mientras que el 40,9% implica a sus alumnos en la realización de experiencias sencillas pero relacionadas con lo que se expone en las clases teóricas. Ninguno de los profesores encuestados planifica pequeños trabajos de investigación guiados.

Con respecto a la cuestión de si proporcionan o no un guión de prácticas a los alumnos (pregunta 11), el 93,75% lo hacen y sólo el 6,25% no proporcionan ninguna guía de prácticas (figura 13). De los profesores que si facilitan el guión (pregunta 12), el 63,33% detallan perfectamente tanto los pasos a seguir como los resultados obtenidos y el 36,67%, detallan los pasos a seguir pero no los resultados, para que sea el propio alumno el que extraiga sus propias conclusiones.



En relación al motivo por el cual los profesores no facilitan un guión de prácticas a los alumnos (pregunta 13), la mayoría de los profesores indican que explican la actividad en el propio laboratorio sobre la marcha, 2 de los profesores apuntan que la razón de no proporcionarlos es porque es innecesario ya que no los leen, y llama la atención que sólo uno de los profesores no lo hace porque prefiere que sea el propio alumno el que elabore su propio guión de prácticas.

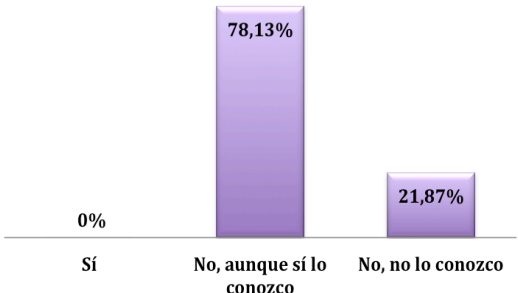
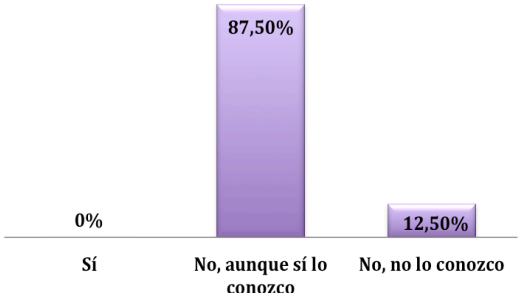
### i) Dificultades en la realización de prácticas de laboratorio

Se les preguntó a los profesores que sí planificaban prácticas de laboratorio, cuáles eran las principales dificultades con las que se encontraban a la hora de llevarlas a cabo, tanto con los alumnos como en las condiciones de trabajo (pregunta 14). Con respecto a los alumnos, todos indicaron algún tipo de dificultad. De forma unánime, 18 de los profesores, lo que se corresponde con un 81,82%, pusieron de manifiesto que el principal obstáculo es la falta de conocimientos ‘técnicos’ y los problemas de comprensión por parte de los alumnos. Los 4 profesores restantes, el 18,18%, aludieron a la falta de interés y compromiso de los alumnos. Ningún profesor hizo referencia al exceso de entusiasmo.

En relación a las dificultades que encuentran los profesores en las condiciones de trabajo, una vez más todos los profesores encontraron alguna. La mayoría de los profesores, el 63,64% (14 profesores), indicaron que el mayor problema es la falta de tiempo debido a lo extenso del temario. El 27,27% (6 profesores) aluden a la falta de recursos como la principal desventaja y el 9,1% indican como problema fundamental la existencia de numerosos grupos de alumnos y la falta de apoyo docente.

### j) Conocimiento y uso de la enseñanza por investigación dirigida

Ninguno de los profesores encuestados ha utilizado en alguna ocasión el modelo didáctico de enseñanza basada en investigación dirigida. El 78,13% de los profesores encuestados no lo ha utilizado aunque sí lo conoce, y sorprendentemente el 21,87% no lo conoce (figura 14).

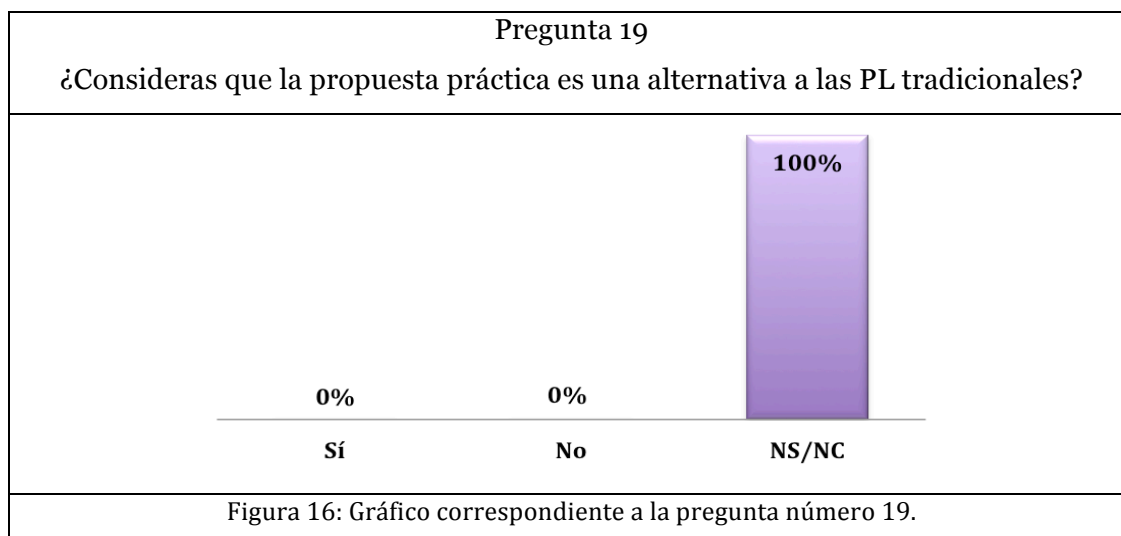
Pregunta 15: ¿Has utilizado el modelo de investigación dirigida?	Pregunta 17: ¿Has utilizado el ABP?												
 <table border="1" data-bbox="284 1630 804 1921"> <tr> <td>Sí</td> <td>No, aunque sí lo conozco</td> <td>No, no lo conozco</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>78,13%</td> <td>21,87%</td> </tr> </table>	Sí	No, aunque sí lo conozco	No, no lo conozco	0%	78,13%	21,87%	 <table border="1" data-bbox="868 1630 1388 1921"> <tr> <td>Sí</td> <td>No, aunque sí lo conozco</td> <td>No, no lo conozco</td> </tr> <tr> <td>0%</td> <td>87,50%</td> <td>12,50%</td> </tr> </table>	Sí	No, aunque sí lo conozco	No, no lo conozco	0%	87,50%	12,50%
Sí	No, aunque sí lo conozco	No, no lo conozco											
0%	78,13%	21,87%											
Sí	No, aunque sí lo conozco	No, no lo conozco											
0%	87,50%	12,50%											
Figura 14: Gráfico correspondiente a la pregunta número 15.	Figura 15: Gráfico correspondiente a la pregunta número 17.												

### K) Conocimiento y uso de ABP

De nuevo, y coincidiendo con los resultados del apartado anterior, ninguno de los profesores ha aplicado alguna vez como metodología el aprendizaje basado en problemas (ABP). El 87,5% sí la conoce pero nunca la ha utilizado y el 12,5% no ha oído nunca hablar del ABP (figura 15).

### l) Percepción sobre la orientación de las prácticas como pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución problemas.

En esta ocasión de manera sorprendente y con total unanimidad el 100% de los profesores no tenía ninguna opinión formada con respecto a la pregunta 19, respondiendo que no sabía o no contestaba (NS/NC) sobre si orientar las prácticas de laboratorio mediante la utilización de pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas, sería una metodología interesante como alternativa a las prácticas de laboratorio tradicionales (figura 16).



## 5.2. Resultados entrevista a profesores de Física y Química de 3º de la ESO

En este apartado se exponen las respuestas a las preguntas realizadas en la entrevista a los dos profesores de Física y Química de 3º de ESO.

### 5.2.1. Entrevista al Profesor A

Ya se mencionó anteriormente que el profesor A, con 14 años de experiencia docente, imparte clase de Física y Química en 3º de la ESO entre otras materias del

área de ciencias en un colegio privado de la provincia de Alicante. Además, el centro donde desarrolla su labor docente dispone de 2 laboratorios (uno de Biología y otro de Química) perfectamente equipados.

Se han dividido las respuestas del profesor A en los diferentes apartados establecidos en la tabla 3.4.

#### a) El trabajo de laboratorio

El profesor A manifestó que sí utiliza las prácticas de laboratorio como recurso y que intenta planificar al menos una al mes, aunque aclara que siempre depende de lo adelantado o atrasado que vaya con el temario a impartir.

Además piensa que la realización de prácticas en el laboratorio siempre es algo positivo para los alumnos, pero sin embargo, no cree que sean imprescindibles o que incidan de forma decisiva en el aprendizaje de los alumnos de Física y Química en 3º de la ESO.

#### b) Objetivos del trabajo de laboratorio

Al preguntarle para qué utiliza las prácticas de laboratorio, respondió que básicamente para motivar a los alumnos y despertar su interés por la materia, ya que realizarlas de vez en cuando les hace salir de la monotonía de las clases teóricas.

En cuanto a los objetivos que se plantea a la hora de planificarlas, reconoció que pretende ser realista y no plantearse grandes objetivos con los alumnos de 3º de la ESO. Además de motivar y despertar el interés por la materia de Física y Química también intenta que comprendan mejor los contenidos que se imparten en las unidades didácticas y que no los vean como algo abstracto.

Cuando se le preguntó si alcanza o no los objetivos que se plantea, afirma que consigue despertar el interés de los alumnos y lo pasan muy bien. Sin embargo, reconoce que no está seguro de que con la realización de las prácticas mejoren la comprensión de conceptos.

#### c) Prácticas de laboratorio tradicionales ‘tipo receta’

El profesor A explica que normalmente el tipo de prácticas de laboratorio que realiza son demostraciones sencillas relacionadas con los contenidos que esté

impartiendo en ese momento en cada unidad didáctica. Pero manifiesta que de vez en cuando hace participar de forma activa a los alumnos y realizan experimentos muy sencillos que no entrañan ningún peligro. En ese sentido, reconoce que tal vez el tipo de prácticas que realiza podrían catalogarse como ‘tradicionales’.

Con respecto a si proporciona o no un guión de prácticas a los alumnos, el profesor A comenta que les proporciona una guía detallada de todo lo que van a observar y hacer en el laboratorio. Además reconoce que él no elabora los guiones y que utiliza de forma habitual los materiales didácticos que proporcionan las editoriales de los libros de texto, resaltando que son muy detallados y completos.

En lo referente a si los alumnos elaboran o no un informe al finalizar las prácticas, el profesor A explica que no les exige la realización de una memoria de prácticas.

Al preguntarle sobre si ha utilizado siempre la misma metodología, apunta que con los alumnos de 3º de la ESO siempre ha empleado la misma porque piensa que es la adecuada para el nivel y la madurez de estudiantes de 3º de la ESO.

Reconoce que por el momento no se plantea cambiarla, e insiste en el hecho de que no se puede esperar que alumnos a estas edades tan tempranas realicen grandes ‘cosas’ en el laboratorio ya que no están preparados.

#### d) Dificultad en la planificación de prácticas de laboratorio

El profesor A indica que la dificultad principal a la que se enfrenta al intentar planificar alguna práctica en el laboratorio es la falta de tiempo debido a lo extenso de los temarios. Por otra parte comenta que siempre depende de la disponibilidad de algún profesor de apoyo debido a que los grupos de alumnos son numerosos.

Según el profesor organizar unas prácticas de laboratorio siempre es difícil, y no siempre puede disponer de algún profesor de apoyo en el laboratorio o para realizar algún desdoble, y reconoce que quizás debería existir más organización y previsión por parte del departamento de Física y Química.

Asimismo considera que dispone del material de laboratorio suficiente para el desarrollo de las prácticas de laboratorio. En ese sentido la falta de recursos materiales no es un problema en su centro.

#### e) Enseñanza mediante investigación dirigida

El profesor A admite que sí ha oído hablar del modelo de enseñanza mediante investigación dirigida pero no la ha utilizado nunca en sus clases.

#### f) Aprendizaje basado en problemas (ABP)

Al igual que sucedía con el modelo de enseñanza por investigación dirigida, el profesor A indica que también ha oído hablar de ella pero tampoco la ha utilizado nunca.

#### g) Propuesta de intervención

A la pregunta de si piensa que orientar las prácticas de laboratorio en la Física y Química de 3º de la ESO como pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas sería una alternativa viable al tipo de metodología que emplea en la actualidad, el profesor A comenta que en la teoría ‘suena muy bien’ pero piensa que es algo bastante complicado de llevar a la práctica con alumnos de 3º de la ESO.

Insiste que en su opinión los alumnos en este nivel no están preparados y piensa que es un tipo de metodología más propia de estudiantes universitarios. Por último comenta que otra desventaja sería la imposibilidad de disponer del tiempo necesario para realizar este tipo de prácticas debido a lo extenso del currículo a cumplir.

Para finalizar, admite que no sabría decir qué tipo de ventajas podría tener la puesta en práctica de este tipo de orientación en las prácticas de laboratorio en la Física y Química de 3º de la ESO ya que nunca ha utilizado este tipo de metodologías.

#### 5.2.2. Entrevista a la Profesora B

En esta ocasión, y como ya se hizo con el profesor A, también se han dividido según los diferentes apartados temáticos las respuestas a las preguntas realizadas a la profesora B.

El análisis de la entrevista se estructura en dos bloques; en un primer bloque se exponen las respuestas a las preguntas comunes a ambos profesores (tabla 4), y



en un segundo bloque, las correspondientes a las preguntas específicas realizadas a la profesora B (tabla 5).

### Primer bloque: preguntas comunes a ambos profesores

#### a) El trabajo de laboratorio

La profesora B considera que la realización de prácticas de laboratorio es un recurso imprescindible en una materia como la Física y Química de 3º de ESO. Apunta que es otro modo de aprendizaje que para el alumnado es más atractivo, y además ayuda a que visualicen y comprendan con mayor facilidad lo expuesto en clase. Añade que no es el único recurso que utiliza, ya que combina la realización de prácticas en el laboratorio con la utilización de applets con simulaciones y laboratorios virtuales en el aula de informática.

#### b) Objetivos del trabajo de laboratorio

La lista de objetivos que la profesora B pretende que sus alumnos alcancen es bastante extensa: asentar conocimientos, captar la atención y el interés por la materia, fomentar el trabajo cooperativo, que adquieran autonomía y que aprendan a resolver problemas que puedan surgir a lo largo de la realización de la práctica, que sean críticos con los resultados obtenidos y sean capaces de emitir teorías o conclusiones al finalizar las prácticas, y por último que aprendan a valorar y respetar las opiniones y resultados de los compañeros.

Además añade que de forma general consigue alcanzar la mayoría de los objetivos que se plantea.

#### c) Prácticas de laboratorio tradicionales ‘tipo receta’

Con respecto al tipo de prácticas de laboratorio que realiza con sus alumnos de 3º de la ESO, la profesora explica que dependiendo de la complejidad, en ocasiones y de forma puntual realiza demostraciones para que simplemente visualicen el fenómeno, pero en la mayoría de las veces los alumnos participan de forma activa.

La profesora B piensa que las prácticas que realiza no son las ‘tradicionales’, si por ‘tradicionales’ se entiende las típicas prácticas ‘recetas de cocina’, ya que

siempre intenta que estén en proceso de cambio enfocadas hacia las nuevas metodologías. Las va modificando año tras año intentando mejorar, ya que en su opinión, en educación la innovación es necesaria y debe ser continua.

#### d) Dificultad en la planificación de prácticas de laboratorio

Los principales dificultades con las que se encuentra la profesora B son: el gran número de alumnos, y por ello siempre necesita algún profesor de apoyo, la falta de material y recursos, y por último explica que cuando se trata de la materia de Física y Química en 3º de la ESO, el principal obstáculo es la falta de tiempo ante lo extenso del currículo.

Sin embargo, aclara que esa falta de tiempo para acudir al laboratorio con los alumnos de 3º de la ESO la compensa con la existencia de la materia optativa de 'Laboratorio de Física y Química' en ese mismo curso.

#### e) Enseñanza mediante investigación dirigida

La profesora B sí conoce este modelo de enseñanza, y reconoce que lo ha intentado introducir en la medida de lo posible en alguna práctica de laboratorio pero de forma muy básica.

#### f) Aprendizaje basado en problemas (ABP)

De igual forma también conoce el aprendizaje basado en problemas y reconoce que está interesada en ponerlo en práctica a partir del próximo año académico.

#### g) Propuesta de intervención

Piensa que sería una alternativa muy interesante a tener en cuenta con vistas al próximo año académico. Explica que con la entrada de la LOMCE, el próximo año académico desaparece la materia optativa de 'Laboratorio de Física y Química' en su centro y en el departamento de Física y Química se están planteando el planificar las prácticas de laboratorio de forma diferente a como las han venido planificando años atrás en 3º de la ESO.

Sin embargo piensa que no todas las prácticas de laboratorio pueden orientarse de esta forma, que algunas se podrán prestar a ello pero otras no, y opina siempre dependerá de la unidad didáctica o de los contenidos que se estén impartiendo en ese momento.

### Segundo bloque: preguntas específicas a la profesora B

#### a) Materia optativa ‘Laboratorio de Física y Química’

La profesora B lleva impartiendo la materia optativa de ‘Laboratorio de Física y Química’ desde hace 3 años que fue cuando se comenzó a ofertar como optativa en el centro donde ella trabaja como docente.

A la pregunta de por qué su centro decidió ofertar ‘Laboratorio de Física y Química’ como materia optativa en 3º de la ESO, responde que desde la *Consellería de Educación* se proponen ciertas optativas y el centro decidió comenzar a ofertarla debido a la gran demanda existente entre sus alumnos.

Comenta que en el centro existe un perfil de alumnos que se decantan más por las materias de ciencias, muchos de sus alumnos acaban haciendo carreras universitarias como Medicina, y que en los últimos años habían observado el gran interés que mostraban los alumnos en 3º de la ESO por las actividades en el laboratorio. Debido a la falta de tiempo por lo extenso de los temarios, sólo podían ir al laboratorio una o dos veces al mes y la existencia de una materia optativa de laboratorio se planteó como una necesidad.

La profesora B añade que los alumnos que cursan esta materia optativa los alumnos van al laboratorio dos horas a la semana y a eso hay que añadirle las actividades de laboratorio que se planifican de forma independiente en la materia de Física y Química de 3º de la ESO.

#### b) Tipo de prácticas y objetivos planteados en ‘Laboratorio de Física y Química’

Cuando se le pregunta si se plantea los mismos objetivos al planificar las prácticas de laboratorio en la materia de Física y Química de 3º de la ESO que en la optativa de ‘Laboratorio’, la profesora B reconoce que aunque lo intenta no es

posible. La profesora continúa explicando que en el caso de la Física y Química de 3º de la ESO, al disponer de menos tiempo, plantea actividades de tipo experimental más ‘cerradas’ en el sentido de que lo tiene que dar todo más elaborado para que el alumno sea capaz de realizar la actividad en una sesión de laboratorio.

Por el contrario, en el caso de la materia optativa de ‘Laboratorio de Física y Química’, al disponer de más tiempo puede plantear actividades más ‘abiertas’ que denomina como tipo ‘proyectos de investigación’ que reflejan mejor lo que es el trabajo científico y por tanto los objetivos que se pueden plantear con la realización de este tipo de actividades son más ambiciosos.

#### c) Desaparición de ‘Laboratorio de Física y Química’

También se le preguntó a la profesora B el motivo por el que va a desaparecer la materia optativa de ‘Laboratorio de Física y Química’. La profesora comenta parece ser que la entrada en vigor de la LOMCE el próximo año en 3º de la ESO ha tenido como consecuencia la reestructuración de materias y que desde la dirección y jefatura de estudios del centro les han comunicado al departamento de Física y Química que tiene que desaparecer.

#### d) Planificación de prácticas de laboratorio el próximo curso académico

Al preguntarle cómo se plantea realizar las prácticas de laboratorio el próximo curso, explica que es algo que no sólo se está planteando ella a nivel individual, sino que es algo que está planteando a nivel del departamento de Física y Química del centro.

Continúa explicando que en el centro donde trabaja existen unas clases de refuerzo llamadas ‘tutorías académicas de Física y Química’ y que desde el departamento de Física y Química se ha planteado a la dirección del centro la reconversión de dichas tutorías académicas y que se pueda trabajar en ellas en el laboratorio por ‘proyectos’ a corto-medio plazo.

Al hilo de la respuesta dada por la profesora B, se le preguntó si se refería a proyectos de investigación dirigidos por el profesor. La profesora afirmó que mas o menos esa era la idea; el introducir a los alumnos en una actividad de investigación donde además de experimentar en el laboratorio tengan que buscar información,

tengan la posibilidad de diseñar sus propios experimentos...etc. y seguir los pasos de un trabajo científico siempre guiados por el profesor.

e) Orientación de las prácticas siguiendo la metodología de la propuesta de intervención.

Para finalizar, se sondeó a la profesora B con respecto al hecho de si le parecía que en este caso sería viable la orientación de las prácticas de laboratorio como pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas de interés para los alumnos. La profesora reconoció que más o menos esa era una de las propuestas pero que todavía se estaba estudiando y no había nada concretado. Sin embargo añadió pero que en el caso de que no se aprobaran los 'proyectos de laboratorio', ella a nivel particular en la materia de Física y Química si que trataría de orientar las prácticas de laboratorio mediante la metodología propuesta.

La discusión de todos estos resultados se realizan en el apartado 7 de este trabajo.

## 6. Propuesta de intervención

A la vista de los resultados obtenidos en el estudio de campo tanto mediante los cuestionarios como con las entrevistas a profesores de Física y Química de diversos centros de la provincia de Alicante, se ha constatado que de forma general, el profesorado sigue planificando pocas prácticas en el laboratorio debido fundamentalmente a una falta de tiempo por lo extenso del currículo y que cuando las realizan, siguen programando las típicas prácticas de laboratorio tipo ‘receta’ que transmiten una visión deformada y empobrecida de la actividad científica, constituyendo un obstáculo en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia.

Con el fin de intentar resolver esta problemática y teniendo como aval la investigación bibliográfica realizada, se ha elaborado una propuesta de intervención que se basa en la orientación de las prácticas de laboratorio como una actividad investigativa, es decir, en realización de pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas ‘abiertos’ y de interés para los alumnos utilizando el aprendizaje basado en problemas (ABP).

El Aprendizaje basado en problemas es una estrategia de enseñanza aprendizaje que constituye un marco ideal para desarrollar el modelo de enseñanza como investigación dirigida y está contextualizada en la tendencia constructivista del aprendizaje que intenta dar respuesta a los problemas actuales de la educación.

En la propuesta práctica planteada, esta metodología se propone como una estrategia de cambio metodológico alejado del modelo tradicional, porque lo que se pretende es que el trabajo de laboratorio deje de ser una actividad exclusivamente experimental y ‘ateórica’, y contemple otros aspectos esenciales de la actividad científica. En ese sentido las actividades en el laboratorio se integran dentro del desarrollo de las unidades didácticas unificando ‘teoría’, ‘prácticas’ y ‘problemas’ proporcionando a los alumnos una visión más correcta del trabajo científico y de esta forma ya no se limitan al seguimiento de una ‘receta’.

Por tanto, se propone una actividad de investigación contextualizada en la unidad didáctica correspondiente al Bloque 4: ‘Cambios químicos y sus repercusiones. Reacciones químicas y su importancia’. En dichas actividad investigativa se les presenta a los alumnos una situación problemática ‘abierto’ y de interés, que deben acotar para convertirlo en un problema ‘cerrado’ que intentar resolver.

Además, se intenta contextualizar las situaciones propuestas teniendo en cuenta las posibles implicaciones Ciencia-Tecnología-Sociedad (CTS) para favorecer que los alumnos reflexionen sobre la relevancia e interés de las mismas.

### 6.1. Contexto y destinatarios

La propuesta de intervención va dirigida a alumnos de 3º de ESO y está contextualizada en la materia de Ciencias de la Naturaleza (Física y Química) de dicho curso.

La actividad no va destinada a un perfil concreto de alumnos, y por tanto habrá que ir adaptándola según la clase.

### 6.2. Marco legal

El marco legal que se ha tenido en consideración para el diseño de esta propuesta práctica de intervención es el siguiente:

#### **A nivel estatal:**

- *Ley Orgánica 2/2006, de 3 de Mayo, de Educación (LOE)*. Publicada el 4 de Mayo de 2006 en el BOE.
- *Real Decreto 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria*. Publicado en el BOE el 5 de enero de 2007.

#### **A nivel autonómico:**

- *Decreto 112/2007, de 20 de julio, del Consell, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la **Comunidad Valenciana***. Publicada en el Diari Oficial de la Comunidad Valenciana (DOCV) el 24 de julio de 2007.

Los contenidos curriculares relacionados con la práctica laboratorio planteada, son los correspondientes al Bloque 4: ‘Cambios químicos y sus repercusiones. Reacciones químicas y su importancia.’ establecidos a nivel estatal según el RD 1631/2006, de 29 de diciembre, por el que se establecen las enseñanzas mínimas correspondientes a la Educación Secundaria Obligatoria y concretados

según el Decreto 112/2007, de 20 de Julio, del *Consell*, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria en la Comunidad Valenciana.

Asimismo se han tenido en cuenta tanto los objetivos generales de la etapa (ESO) como los específicos de las Ciencias Naturales (Física y Química) de 3º de la ESO, que se detallan a nivel autonómico en el D 112/2007 del *Consell* y que desarrollan y en ocasiones amplían los expuestos a nivel estatal en el Anexo II del RD 1631/2006.

En ese sentido, en el punto 5 de los objetivos expuestos a nivel autonómico para las Ciencias de la Naturaleza (Física y Química) se puntualiza: “Descubrir, reforzar y profundizar en contenidos teóricos, mediante actividades relacionadas con estos contenidos”, objetivo que va en consonancia con el planteamiento de la propuesta de intervención de este trabajo de investigación.

Con respecto a la contribución a la adquisición de competencias básicas en la ESO fijadas en el Anexo I del RD 1631/2006 a nivel estatal, coinciden con las expuestas en el Decreto autonómico antes mencionado.

### 6.3. Actividad de investigación:

‘Investigación sobre cómo determinar la concentración de ácido acético en un vinagre comercial’

#### Introducción

Se trata de una investigación acerca de lo importante que es la determinación de la concentración exacta de una disolución, en este caso, la de una disolución de ácido acético de un vinagre comercial mediante una reacción de neutralización.

Entre otros objetivos, mediante una relación CTS, se intenta hacer ver a los alumnos la importancia de la labor de la industria química, en cuyos laboratorios se realizan análisis químicos rigurosos para determinar la concentración de soluto de disoluciones, que posteriormente van a ser comercializadas para consumo alimenticio (Furió, Valdés y González de la Barrera, 2005).



A los alumnos se les presenta el enunciado de una situación problemática ‘abierta’ de interés (Anexo VI), que deben acotar para convertirlo en un problema ‘cerrado’ que deben intentar resolver. La finalidad de la actividad no es sólo resolver el problema planteado, sino adquirir nuevos conocimientos relacionados con la unidad didáctica en la que se contextualiza dicha actividad. El problema servirá de guía para que los alumnos identifiquen cuáles son los temas de aprendizaje (reacciones de neutralización ácido-base y sus principales aplicaciones).

### Justificación

Se ha decidido planificar esta actividad en el laboratorio dentro de la unidad didáctica correspondiente al Bloque 4: ‘Cambios químicos y sus repercusiones. Reacciones químicas y su importancia’, porque posibilita estudiar y reforzar muchos de los contenidos establecidos en el currículo para este bloque. Asimismo permite repasar otros contenidos vistos con anterioridad en otras unidades didácticas (disoluciones, concentración de disoluciones, cálculo y preparación), para transmitir la visión de que los conocimientos científicos que se imparten no están en compartimentos estancos y que en la actividad científica hay partir de conocimientos previos y relacionarlos con los nuevos para poder resolver los problemas que se plantean.

### Contenidos

- Reacciones de neutralización (ácido-base).
- Conceptos de ácido y base. Características.
- Concepto (cualitativo) de pH.
- Concepto de indicador ácido-base.
- Cálculos estequiométricos sencillos
- Realización experimental de una reacción sencilla de neutralización.
- Interpretación macroscópica y atómico-molecular de las reacciones químicas.

### Objetivos competenciales

A continuación (tabla 11) se especifican los objetivos competenciales que se pretenden alcanzar con la realización de la actividad y la contribución de dichos objetivos a la adquisición y desarrollo de las competencias básicas por parte de los alumnos:

Tabla 11: Objetivos competenciales que se pretenden alcanzar con la actividad de investigación propuesta.

Objetivos competenciales y contribución a adquisición de competencias básicas
- Saber reconocer la importancia que la industria química tiene en la sociedad y en la calidad de vida de las personas (Conocimiento e interacción con el mundo físico, Social y ciudadana, Autonomía e iniciativa personal, Cultural).
- Adquirir la habilidad de buscar información en la red sobre la determinación de la concentración de soluto de disolución de uso cotidiano e identificar cuáles son las reacciones químicas que tienen lugar en dicho proceso (Tratamiento de la información y competencia digital).
- Saber interpretar las etiquetas de los alimentos en base a su composición para averiguar si son o no beneficiosos para la salud (Conocimiento e interacción con el mundo físico, matemática, social y ciudadana, Lingüística, Autonomía e iniciativa personal).
- Ser capaz de trabajar en el laboratorio tanto de forma individual como en equipo (de forma cooperativa) respetando las opiniones de los compañeros (Aprender a aprender, Autonomía personal, Conocimiento e interacción con el mundo físico).
- Aprender a utilizar de forma correcta el material de laboratorio respetando las medidas de seguridad (Aprender a aprender, Autonomía personal, Conocimiento e interacción con el mundo físico).
- Desarrollar un espíritu crítico y ser capaz de enfrentarse a problemas abiertos participando en la construcción tentativa de soluciones (Autonomía e iniciativa personal).
- Adquirir nuevo vocabulario específico relacionado con la UD en la que se contextualiza la actividad en el laboratorio, así como ser capaz de usarlo de forma correcta tanto de forma verbal como escrita (Competencia lingüística).
- Saber entender y aplicar el método científico así como ser capaz de aplicar las formas específicas que tiene dicho trabajo científico para buscar, recoger, seleccionar, procesar y presentar la información mediante memorias o informes. (Conocimiento e interacción con el mundo físico, tratamiento de la información y competencia digital).
- Ser capaz de escribir y ajustar reacciones químicas tanto por tanteo como por el método algebraico, así como completar reactivos y productos dada una ecuación química de neutralización y poder realizar cálculos estequiométricos sencillos. (Competencia matemática).
- Saber identificar los reactivos y los productos en una reacción ácido-base (reacción de neutralización) y conocer las características que diferencian los ácidos de las bases (Conocimiento e interacción con el mundo físico, autonomía e iniciativa personal)
- Ser capaz de hallar de forma experimental el pH de una disolución (Conocimiento e interacción con el mundo físico, autonomía e iniciativa personal, Lingüística).
- Adquirir una visión correcta de la ciencia y de la actividad científica (Conocimiento e interacción con el mundo físico, autonomía e iniciativa personal, cultural, social y ciudadana).

Fuente: Elaboración propia

## Criterios de evaluación

En la tabla 12 se detallan los criterios de evaluación establecidos para la actividad de investigación propuesta.

Tabla 12: Criterios de evaluación de la actividad de investigación propuesta.

- Sabe reconocer la importancia que la industria química tiene en la sociedad y en la calidad de vida de las personas.
- Es capaz de buscar información en la red sobre la problemática planteada.
- Trabaja de forma correcta en el laboratorio y respeta las normas de seguridad establecidas.
- Sabe trabajar tanto de forma individual como en equipo respetando las opiniones de los compañeros.
- Entiende y sabe aplicar el método científico.
- Sabe diferenciar entre un ácido y una base.
- Entiende y sabe hallar de forma experimental el pH de una disolución.
- Sabe plantear, completar y ajustar reacciones químicas de neutralización, así como realizar cálculos estequiométricos sencillos con ellas.

Fuente: Elaboración propia

## Metodología

La metodología que se propone a la hora de realizar esta actividad es una investigación dirigida o guiada por el profesor basada en la resolución de problemas ‘abiertos’ que generen interés a los alumnos, siguiendo como estrategia de enseñanza-aprendizaje el ABP (aprendizaje basado en problemas).

Contextualizada en el modelo constructivista, se intenta promover un aprendizaje significativo y por ello se partirá siempre de los conocimientos previos de los alumnos para que integren de forma sólida los nuevos contenidos que se expliquen en la actividad propuesta.

Con este tipo de aprendizaje la realización de las prácticas de laboratorio no se limita al seguimiento de una ‘receta’, sino que además los alumnos tienen que intentar resolver un problema que les resulta de interés, consiguiendo de esta forma que se sientan más motivados.

Los alumnos son los protagonistas de su propio aprendizaje y adquieren un papel activo en todo el proceso, pero siempre tutelados por el profesor. Asimismo se fomenta el trabajo cooperativo mediante el método ‘Aprender juntos’ (‘Learning Together’) o ‘Group Investigation’), se promueve el ‘aprendizaje entre iguales’ (constructivismo social) al favorecerse el intercambio de ideas, preguntas, análisis, conclusiones..etc y se promueve la adquisición tanto de competencias básicas como genéricas (resolución de problemas, toma de decisiones, habilidad de obtención y gestión de la información, habilidades de investigación, trabajo en equipo...etc).

Finalmente, se ha optado por este tipo de metodología porque lo que se pretende es que el trabajo de laboratorio deje de ser algo exclusivamente experimental y contemple otros aspectos esenciales de la actividad científica. En ese sentido, las actividades de laboratorio se integran dentro del desarrollo de las unidades didácticas unificando ‘teoría’, ‘prácticas’ y ‘problemas’ proporcionando a los alumnos una visión más correcta del trabajo científico.

### Atención a la diversidad

Los alumnos en este nivel académico pueden presentar ciertas dificultades de aprendizaje en Matemáticas. El profesor debe ser consciente de que esto puede ser un obstáculo en esta actividad y puede provocar rechazo y desánimo en los alumnos. Por tanto, se prestará especial atención en la evolución de los alumnos en todas aquellas etapas de la actividad que impliquen cálculos matemáticos, comprobando en todo momento que se están realizando correctamente y que se están cumpliendo los objetivos fijados.

Además, en la formación de los equipos de trabajo se tendrá en cuenta a nivel individual las características tanto personales como intelectuales de cada alumno para que los grupos estén compensados y sean heterogéneos.

### Actividades y temporalización

En principio está previsto que la actividad propuesta se desarrolle en 4 sesiones, 3 sesiones de 55 minutos que se desarrollarán en el aula ordinaria o en el aula de informática, y una sesión de 60 minutos que tendrá lugar en el laboratorio. Dependiendo de cómo vaya evolucionando la actividad cabe la posibilidad de dedicar alguna sesión más para todos los alumnos consigan alcanzar todos los objetivos planteados.

### Sesión 1 (55 minutos)

Esta sesión se desarrollará en el aula ordinaria de clase. Se designan por parte del profesor los equipos de trabajo (3-4 alumnos) de forma que sean heterogéneos para fomentar que el trabajo sea cooperativo. El criterio a la hora de elegir los equipos es la existencia de un balance tanto intelectual como de actitud entre los alumnos integrantes de dicho equipo (10 minutos).

Se reparten las fichas 'grupales' (Anexo IV) para que quede constancia de quiénes son los miembros del equipo, el reparto de tareas y actividades a realizar en la sesión. Además se les reparte un esquema con las etapas a seguir (Anexo V) y se realiza una exposición por parte del profesor de la dinámica de trabajo que se va adoptar para resolver el problema (10 minutos).

A continuación el profesor proporciona de forma individual a cada alumno otra ficha con el enunciado del problema y una serie de preguntas iniciales para comprobar cuáles son las ideas previas de los alumnos (Anexo VI). Se les proporciona tiempo para que puedan leer tanto el enunciado del problema como las preguntas y puedan comenzar a intercambiar opiniones e ideas al respecto entre los integrantes de cada equipo (15 minutos).

Una vez leído el problema e intercambiadas las primeras opiniones, con la participación de toda la clase, se realizará una lluvia de ideas para conocer cuáles son los conceptos previos de los alumnos, ideas sobre el problema o hipótesis de cómo resolverlo. Conviene aclarar que debido a que se trata de alumnos de 3º de la ESO, no se va a plantear la lluvia de ideas como una estrategia abierta tal y como se formula en mucha de la bibliografía, sino que se opta por un interrogatorio por parte del profesor para ir orientando y encauzando el tema y que puede dar pie a un debate entre los alumnos y el profesor (20 minutos).

Durante el interrogatorio por parte del profesor se les pregunta a los alumnos sobre si recuerdan qué era una disolución, qué significa que la concentración esté al 6% (peso/peso o peso/volumen), otras formas alternativas de expresar la concentración (g/L, Molaridad, molalidad...etc), si conocen el concepto de ácido y base, si sabían qué era el vinagre y el ácido acético...etc. Se les hace apuntar todo aquello que conocen y todo aquello que desconocen en la hoja 'grupal' (Anexo IV) para que cada equipo busque información en casa o en el aula de informática

mediante una webquest, sobre todo aquello que se desconoce y todo aquello que se necesita saber para resolver el problema.

La webquest sobre disoluciones está disponible en la siguiente dirección:

<http://www.jcabello.es/clasificacion/index.html>

Se pone especial énfasis en que busquen información en la red sobre dos aspectos; por un lado, qué es el ácido acético y cómo se produce en la industria para la fabricación de vinagre, y por otro lado, cómo se puede determinar la concentración de un ácido, en particular la de ácido acético en una disolución, en este caso en el vinagre.

### Sesión 2 (55 minutos)

La sesión comienza con la puesta en común de los resultados de la búsqueda de información. Cada portavoz de equipo será el responsable de explicar de forma oral al resto de la clase la información que han encontrado y cómo resolverían el problema. El profesor escribirá en la pizarra todas las aportaciones realizadas por los grupos explicando la validez o no de las mismas. Se llega a una conclusión final guiada por el profesor; la realización de una reacción de neutralización ácido-base (20 minutos).

Posteriormente el profesor realiza un resumen de lo visto; en qué consiste una reacción de neutralización, conceptos de ácido y base, pH, indicadores ácido-base...etc. para corroborar que todos los alumnos han entendido los nuevos conceptos y que se van alcanzando los objetivos (10 minutos).

Se procede a la visualización de un vídeo demostrativo de cómo se realiza en el laboratorio una reacción de neutralización. El vídeo lleva por título 'Valoración de un ácido con una base' y por tanto se les explica que al experimento dónde se neutraliza un ácido con una base o viceversa se le denomina valoración (10 minutos).

El vídeo 'Valoración de un ácido con una base' se encuentra disponible en la siguiente dirección: <https://www.youtube.com/watch?v=yrkgdRKSGWk>

Después de la visualización del vídeo, cada equipo debe aplicar los nuevos conocimientos adquiridos sobre las reacciones de neutralización a la resolución del problema. Siempre bajo la supervisión y orientación del profesor, cada equipo debe elaborar una estrategia e intentar diseñar un experimento que permita determinar la concentración de ácido acético en el vinagre comercial y que deben plasmar en la hoja grupal correspondiente a la sesión 2.

Posteriormente se realiza una puesta en común con el resto de la clase. Como conclusión final se establece cuál va a ser el experimento idóneo para determinar la concentración de ácido en el vinagre comercial. Dicho experimento también debe ser anotado en la hoja grupal (15 minutos).

Finalmente se les proporciona de forma individual una hoja con información sobre el desarrollo experimental de la actividad en el laboratorio que realizarán durante la siguiente sesión (que ya ha sido establecido y consensuado), el material y reactivos de los que dispondrán en su sitio de trabajo y una serie de preguntas que deberán ir resolviendo (Anexo VII).

Además se les proporciona un documento recordando las normas de seguridad en el laboratorio así como información sobre el material y reactivos que van a utilizar (no se adjunta en el trabajo este tipo de material por salirse de la temática en concreto, pero existen numerosos documentos públicos sobre normas de seguridad y se sobreentiende que se les ha proporcionado anteriormente dicho material a los alumnos).

### Sesión 3 (60 minutos)

Esta sesión tiene lugar en el laboratorio. Se les proporciona tiempo para que cada equipo monte el dispositivo experimental en su sitio de trabajo. El profesor irá orientando y supervisando cada grupo y resolviendo las dudas que surjan (10 minutos).

Una vez que el profesor ha verificado que los dispositivos experimentales y las medidas de seguridad son correctos, los equipos comienzan a realizar el experimento y deben ir anotando los resultados obtenidos (40 minutos). Se les ofrece la posibilidad de realizar fotografías o vídeos a lo largo de todo el experimento para que puedan incluirlas tanto en el informe final que elaborarán de forma individual, como en la exposición oral de los resultados por parte de cada equipo.

Posteriormente se debaten y se consensuan dentro de cada equipo las respuestas a las preguntas formuladas en la hoja correspondiente al desarrollo experimental de la práctica (10 minutos). Se rellena tanto la hoja individual como la grupal.

#### Sesión 4 (55 minutos)

La última sesión tiene lugar en el aula ordinaria de clase. Cada equipo, expondrá de forma oral al resto de los equipos los resultados obtenidos para poder compararlos y verificar o no la hipótesis de trabajo establecida, es decir, si pueden determinar la concentración de ácido acético de la botella de vinagre comercial mediante una reacción de neutralización y que contiene realmente un 6% de ácido acético tal y como se indica en la botella. Analizarán de forma crítica los resultados erróneos y buscarán cuáles han podido ser las posibles fuentes de error, siempre con la guía del profesor.

Además, se les da la opción de realizar la exposición oral de los resultados mediante ppt, vídeos, murales...etc. Por último, además de entregar todas las hojas grupales, se les pedirá que realicen un informe de la actividad que deberá contener una serie de apartados (tabla 13) en la fecha establecida para que sea evaluado por el profesor.

Tabla 13: Apartados que debe contener el informe de la actividad de investigación

<b>1. Portada</b>	Título <b>de la actividad e</b> identificación <b>del autor/a.</b>
<b>2.Objetivos/Hipótesis</b>	<b>Fines del trabajo:</b> lo que se intentaba averiguar cuando se planteó la actividad de investigación.
<b>3. Material</b>	Elaboración de un <b>listado</b> preciso de los <b>instrumentos de laboratorio utilizados.</b> No es mala idea añadir fotografías o dibujos de los mismos.
<b>4. Reactivos</b>	<b>Nombrar y formular</b> todos los reactivos y productos usados.
<b>5. Procedimiento</b>	Se comentan razonadamente los pasos que se han seguido y todo aquello que se considere relevante. Debe incluirse un dibujo o foto del diseño experimental.
<b>6.Datos experimentales</b>	Los resultados experimentales obtenidos se presentan con mayor claridad si se ordenan en tablas. <b>Muy importante especificar las unidades de medida.</b>
<b>7.Resultados/conclusiones</b>	Este apartado es fundamental y en él se debe exponer lo que se ha deducido de la realización de la actividad

Fuente: Elaboración propia



## Recursos utilizados

Los recursos a utilizar a lo largo de las 4 sesiones en las que está planificada esta propuesta de intervención son los siguientes:

- Pizarra digital y ordenador portátil con conexión a internet para poder visualizar el vídeo demostrativo de la realización experimental de una reacción de neutralización. El vídeo de youtube lleva por título 'Valoración de un ácido con una base' y está disponible en <https://www.youtube.com/watch?v=yrkgdRKSGWk>. En caso de que el aula no disponga de pizarra digital, bastará con disponer de un proyector.
- Pizarra convencional de tiza
- Libro de texto de Física y Química de 3º de la ESO para que sirva de consulta tanto por parte del profesor como por parte de los alumnos.
- Diversas fichas grupales e individuales necesarias para el desarrollo de la actividad.
- Aula de informática del centro; se pone a la disposición de los alumnos para que puedan utilizarla para la búsqueda de información.
- Material y reactivos necesarios para la sesión en el laboratorio.
- Cámara de fotos o de vídeo para que tengan la posibilidad de realizar fotografías y vídeos en el laboratorio.

## Instrumentos de Evaluación

Se proponen utilizar diferentes tipos de evaluaciones e instrumentos de evaluación:

- Autoevaluación y coevaluación de la actividad de investigación por el alumno. Se trata de una actividad obligatoria pero no puntuable.
- Evaluación continua (30 % de la nota total) que se divide de la siguiente forma:
  - Fichas grupales e individuales (15 %): además de los contenidos se tendrá en cuenta la claridad, el orden y la no existencia de faltas de ortografía.
  - Observación indirecta individual mediante escalas de valoración o listas de control (15 %): actitud, interés, trabajo en equipo, organización, participación, cumplimiento de las normas de seguridad del laboratorio...etc. La rúbrica se detalla en la tabla 14.
- Exposición oral: presentación de los resultados de la actividad de investigación (20%).

- Evaluación individual del informe de prácticas (30 %)
- Prueba final escrita (20 %): evaluación final sobre aspectos conceptuales y metodológicos.

Tabla 14: Rúbrica para la evaluación mediante observación indirecta individual

Aspectos a evaluar	Deficiente	En proceso	Bueno	Excelente	Puntuación	
	0 puntos	1 punto	2 puntos	3 puntos	Absoluta	Rel(%)
Interés	No muestra ningún interés	Muestra algo de interés	Muestra interés	Muestra mucho interés		
Participa	No participa	Poco	Sí participa	De forma activa		
Fomenta buen clima de trabajo	Molesta a los compañeros	No dificulta el trabajo	Sí fomenta un buen clima	Ayuda a los demás		
Cumple las normas de seguridad del laboratorio.	No las cumple	Cumple sólo algunas	Cumple la mayoría	Las cumple todas		

Fuente: Elaboración propia

## 7. Discusión

### 7.1. Profesores encuestados mediante cuestionarios

A partir de los resultados obtenidos en la encuesta realizada a profesores de Física y Química y Química, tanto de la ESO como de Bachillerato de diversos centros de la provincia de Alicante, se puede decir que aproximadamente dos tercios de los profesores encuestados (68,75 %) planifica prácticas en el laboratorio y sólo un tercio (31,25 %) no las planifica. Este resultado no coincide con lo expuesto por Sanmartí (2002) refiriéndose a que sólo un tercio de los profesores de Secundaria en España planificaba prácticas en el laboratorio.

Sin embargo estos resultados coinciden con un estudio realizado en la región de Murcia por Tárraga, Betchtold y Pro (2007). En dicho estudio, aunque todo el profesorado entrevistado opinaba que las actividades en el laboratorio eran positivas en la enseñanza científica, casi el 40% indicaba que nunca las realizaba.

Cabe resaltar el hecho de que la mayoría de los profesores encuestados en la provincia de Alicante que no realiza actividades en el laboratorio, se corresponden con aquellos que imparten Química en 2º Bachillerato, circunstancia que podría estar justificada por el hecho de que es un curso preparatorio para la prueba de selectividad y prima el impartir el temario en su totalidad.

Por otra parte, aunque la mayoría de los profesores opinan que realizar prácticas de laboratorio es una actividad positiva y motivadora para los alumnos, sorprende que aproximadamente dos tercios de los profesores encuestados manifiesten que no les parece un recurso imprescindible para su materia. Esto contradice lo expuesto en el marco teórico por autores como Barberá y Valdés (1996), Hofstein (2004) o Martínez-Torregrosa et al. (2012) que afirman que el trabajo práctico de laboratorio es considerado por muchos profesores de ciencias como un recurso imprescindible y que existen suficientes datos que avalan su importancia.

Los motivos por los que los profesores encuestados no planifican prácticas de laboratorio coinciden con los expuestos en el marco teórico, destacando que la mayoría de los profesores (75,3%) aludieron como razón principal el hecho de que es un trabajo difícil de gestionar especificando la falta de tiempo debido a lo extenso de los temarios. Del análisis de estos resultados se podría extraer la conclusión de que

estos profesores, siguiendo el modelo tradicional de enseñanza de las ciencias, siguen dando prioridad al aprendizaje de conceptos y siguen planificando las prácticas de laboratorio como actividades independientes, diferenciando entre la 'teoría', las 'prácticas de laboratorio' y los 'problemas' tal y como Gil et al. (1999) ponía de manifiesto.

Cuando se analizan los objetivos que pretenden alcanzar los profesores que sí realizan prácticas en el laboratorio, de forma unánime (92,7%) indicaron como objetivo principal el motivar a los alumnos. Este resultado está en consonancia con lo presentado en el marco teórico, donde se exponía que los profesores utilizaban más este recurso como herramienta motivadora, como una solución a la falta de interés por el aprendizaje de las ciencias (Martínez-Torregrosa et al, 2012)

Resulta llamativo una gran mayoría de los profesores (48%) encuestados manifestaran que cumplen la mayoría de los objetivos que se plantean. Este hecho entra en contraposición con lo expuesto por Payá (1991) y Hodson (1994). Aunque no se pretende poner en duda lo expuesto por los profesores, quizás esta contradicción puede ser debida a una falta de reflexión y autocrítica por parte de los profesores en el momento de realizar el cuestionario.

Al analizar las características del trabajo de laboratorio que planifican los profesores encuestados, aproximadamente la mitad de ellos (59,1%) lleva a cabo demostraciones y la otra mitad (40,9%) experiencias sencillas, pero en ambos casos siempre relacionadas con lo expuesto en las clases teóricas, intentando 'Ligar' teoría y práctica tal y como se desprendía del estudio realizado por Martínez-Torregrosa et al. (2012).

Llama la atención que aunque existe un enorme consenso entre los diferentes autores e investigadores en didáctica de las ciencias citados en el presente trabajo, en torno a la orientación de las prácticas de laboratorio como actividad investigativa guiada por el profesor para que los estudiantes puedan aprender más y mejor ciencia, ninguno de los profesores encuestados de la provincia de Alicante planifica pequeños trabajos de investigación guiados.

Podrían ser varias las razones que justifiquen este hecho; quizás la dificultad y el nivel de exigencia que entraña la planificación de este tipo de actividades, o tal vez también la poca transferencia o conexión existente entre los estudios realizados

por los investigadores en didáctica de las ciencias y el profesorado de ciencias de Secundaria.

Continuando con el análisis del tipo de trabajo de laboratorio que planifican los profesores encuestados, prácticamente todos (93,75%) proporcionan un guión de prácticas donde se detallan tanto los pasos a seguir como los resultados obtenidos y por tanto se podría decir que planifican las típicas prácticas de laboratorio ‘tipo receta’ a las que se ha hecho mención durante la investigación bibliográfica. Este tipo de prácticas transmiten una visión muy pobre y distorsionada de la actividad científica considerando que son una actividad exclusivamente experimental (Gil, 1991), no contribuyen al aprendizaje significativo de conceptos (Payá, 1991).

La encuesta realizada también revela que gran parte de los profesores conoce tanto el modelo de enseñanza por investigación dirigida como el aprendizaje basado en problemas (ABP), pero reconoce que nunca lo ha utilizado. En el caso de el modelo por investigación dirigida no se ha podido disponer de ningún estudio para comparar estos resultados, sin embargo, en el caso del ABP, en un estudio realizado por Mozo (2013) en su Trabajo Fin de Máster también se ponía de manifiesto que casi la mitad de los docentes de ciencias encuestados no conocía la metodología ABP, pero que sin embargo de los docentes que la conocían la utilizaban la gran mayoría, algo que no va en consonancia con los resultados obtenidos en este trabajo.

Para finalizar, sorprende el hecho de que la totalidad de los profesores encuestados no tenía ninguna opinión formada sobre si consideraban que la orientación de las prácticas de laboratorio como pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas era una metodología interesante y alternativa a las prácticas de laboratorio que realizan. Quizás esta circunstancia pueda justificarse por el hecho de que a pesar de que la mayoría de los profesores respondieron que conocían tanto el modelo por investigación dirigida como el ABP, tal vez no las conocían en la profundidad suficiente como para poder apreciar las ventajas de su utilización.

## 7.2 . Profesores entrevistados

Después de analizar los resultados de las entrevistas a los dos profesores de Física y Química de 3º de la ESO, se puede afirmar que el perfil del profesor A coincide con el de los profesores encuestados mediante cuestionarios y además es muy diferente al perfil de la profesora B.

Como en el caso de los profesores encuestados, el profesor A también opina que la realización de prácticas de laboratorio es positivo para los alumnos pero tampoco cree que sean imprescindibles o que incidan de forma decisiva en el aprendizaje de sus alumnos de Física y Química, aunque intenta planificarlas al menos una vez al mes.

Por el contrario, la profesora B sí considera que la realización de prácticas de laboratorio sea un recurso imprescindible a la hora de impartir una materia como la Física y Química de 3º de la ESO.

Con respecto al tipo de prácticas de laboratorio que planifica el profesor A, son catalogadas por él mismo como ‘tradicionales’ y además, tal y como las describe se podría afirmar que son las típicas prácticas tipo ‘receta’ que ya se han mencionado con anterioridad; proporciona una guía detallada con todos los pasos a seguir y además no exige la realización por parte de los alumnos de un informe final de las prácticas realizadas. El caso de la profesora B es muy diferente, en las prácticas de laboratorio que planifica intenta que los alumnos participen de forma más activa y no son las típicas ‘recetas de cocina’.

Mientras que el profesor A opina que no pueden existir grandes expectativas a la hora de planificar prácticas en el laboratorio con alumnos de 3º de la ESO dado su nivel, excepto el de motivarlos, la lista de objetivos que la profesora B pretende que sus alumnos alcancen es bastante más extenso, alejándose del enfoque tradicional del profesor A y presentando aspectos más relacionados con el enfoque constructivista del aprendizaje de la ciencia.

Esta diferente forma de concebir el proceso de enseñanza-aprendizaje de la ciencia en general y de la Física y Química en particular, puede estar relacionada con el diferente contexto educativo y docente en el que se encuentra cada profesor; mientras que el profesor A que trabaja en un centro privado y cuenta con 14 años de experiencia docente, la profesora B trabaja en un centro concertado y tan solo cuenta con 8 años de experiencia docente.

A pesar de la diferencias existentes entre ambos profesores, ambos coinciden en que la falta de tiempo y lo extenso de los temarios son la dificultad principal a la hora de no planificar más prácticas en el laboratorio. En el caso de la profesora B, esa falta de tiempo la ha ido compensando hasta ahora con la existencia en su centro de la materia optativa ‘Laboratorio de Física y Química’.

Con respecto a la propuesta de intervención planteada en el presente trabajo, el profesor B manifiesta que no la ve como una alternativa viable de llevar a la práctica con alumnos de 3º de la ESO y que de momento no se plantea cambiar la metodología que ha venido utilizando hasta ahora.

Sin embargo, debido a la diferente situación y contexto docente, la profesora B sí piensa que sería interesante orientar las prácticas de laboratorio como actividades de investigación basadas en la resolución de problemas con vistas al próximo año académico en el que desaparece en su centro la materia optativa de 'Laboratorio de Física y Química'.

## 8. Conclusiones

En el presente trabajo se ha pretendido poner de manifiesto la necesidad de reorientar las prácticas de laboratorio que habitualmente se realizan en la Física y Química de la ESO con el fin de que tengan en cuenta las características reales de la actividad científica y ello implica dejar atrás la concepción mayoritaria del profesorado de ciencias sobre el planteamiento de las prácticas de laboratorio como si se tratara ‘recetas de cocina’.

Tras la investigación bibliográfica realizada y el análisis de los resultados obtenidos a partir de las encuestas y entrevistas a profesores de Física y Química, se puede concluir en base a los objetivos planteados en el presente trabajo que:

- Existe un consenso entre los investigadores en didáctica de las ciencias entorno a la necesidad de orientar las prácticas de laboratorio como una actividad investigativa, para que deje de ser una actividad exclusivamente experimental y aislada del resto, y proporcione al alumnado una visión más correcta del trabajo científico, integrándolas en el currículo.
- El aprendizaje basado en problemas (ABP) puede ser una metodología/estrategia (según se plantee) adecuada para desarrollar el modelo de enseñanza por investigación dirigida y que por sus características puede considerarse una concreción de la orientación constructivista del proceso de enseñanza-aprendizaje de las ciencias. Además el ABP posibilita la adquisición por parte del alumnado tanto de las competencias básicas establecidas en la ESO como de otra serie de competencias genéricas.
- Tras la encuesta realizada a los profesores de Física y Química de la ESO y Bachillerato de la provincia de Alicante, se concluye que la mayoría de ellos presenta rasgos relacionados con la metodología tradicional de la enseñanza de las ciencias y siguen planificando las típicas prácticas de laboratorio ‘tipo receta’. Además, aunque la mayoría afirman que conocen tanto el modelo de enseñanza mediante investigación dirigida y el ABP, reconocen que nunca la han utilizado.
- Las entrevistas muestran la tendencia de la población de forma práctica; el profesor A no contemplaba como viable la orientación de las prácticas de laboratorio según la metodología propuesta mientras que la profesora B sí.

Por último, se considera que la propuesta de intervención presentada puede ser una alternativa a las prácticas de laboratorio tipo ‘receta’, orientándolas como



actividades de investigación guiadas por el profesor basadas en la resolución de problemas de interés para los alumnos.

## 9. Limitaciones

Después de realizar un análisis objetivo sobre el planteamiento y desarrollo del presente trabajo de investigación se ponen de manifiesto las limitaciones o puntos débiles del mismo:

- Con respecto a la investigación bibliográfica, ha existido una dificultad en el acceso a todas las fuentes las primarias originales que se pretendía consultar y de ahí el exceso de citaciones a fuentes secundarias. Además, el idioma y el poco tiempo disponible también ha sido una limitación a la hora de incorporar al estudio fuentes más recientes con respecto a la problemática planteada.
- A la hora de realizar la encuesta a profesores de Física y Química de la provincia Alicante, conviene aclarar que la muestra a estudio ha sido relativamente pequeña porque ha existido una limitación temporal debido a que la encuesta se ha realizado entre los meses de Junio y Julio, meses en los que la mayoría de los profesores comenzaban ya sus vacaciones. Por ello no se considera que la muestra sea lo suficientemente representativa como para extrapolar los resultados a todos los profesores de la provincia de Alicante.
- La entrevista al profesor A tuvo que realizarse vía correo electrónico y eso hizo que la entrevista fuera cerrada.
- Se habría hecho un análisis más completo acerca de la problemática planteada en el presente trabajo si se hubieran realizado cuestionarios a alumnos de la materia de Física y Química de 3º de la ESO para conocer sus impresiones acerca del trabajo de laboratorio que normalmente realizan.
- Por último, como toda propuesta de intervención educativa, ha de ponerse en práctica para comprobar si realmente es viable y cumple las expectativas iniciales. Una vez más una limitación en el tiempo hizo imposible que se pudiera aplicar dicha propuesta.

## 10. Prospectiva

Se considera que sería interesante complementar la investigación con la aplicación práctica de la propuesta de intervención didáctica realizada y posterior evaluación de la misma para comprobar la viabilidad de la misma.

En ese sentido deberían realizarse cuestionarios y entrevistas tanto a los profesores como los alumnos de 3º de la ESO que participen en la puesta en práctica de la misma para analizar cuáles son sus percepciones sobre la misma en cuanto a motivación de los alumnos hacia el aprendizaje, utilidad, dificultades y limitaciones.

También sería interesante ampliar la aplicación práctica y el estudio a otros cursos académicos, como 4º de la ESO y Bachillerato, e incluso en un futuro próximo en la Física y Química de 2º de ESO si finalmente entra en vigor la LOMCE durante el año académico 2016-2017, preparando nuevo material educativo pero adaptándolo ya que tanto los conocimientos como las necesidades del alumnado son diferentes en cada nivel y etapa educativa.

## 11. Bibliografía

### 11.1. Referencias bibliográficas

- Aramburu, Itxaso. (2014). *Análisis de la utilidad de los laboratorios en la asignatura de Física y Química en cuarto de ESO*. (Trabajo Fin de Máster). Universidad Internacional de la Rioja. Recuperada de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2338>
- Barberá, O., Valdés, P. (1996). El trabajo práctico en la enseñanza de las ciencias: una revisión. *Enseñanza de las Ciencias*, 14 (3). 365-379.
- Campanario, J. M., Moya, A. (1999). ¿Cómo enseñar ciencias? Principales tendencias y propuestas. *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2), 179-192.
- Carrascosa, J., Gil Pérez, D., Vilches, A. y Valdés, P. (2006) Papel de la actividad experimental en la educación científica. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 23 (2), 157-181. Recuperado el 22 de Junio de 2015 de [http://www.uv.es/vilches/documentos\\_enlazados/Papel\\_de\\_la\\_actividad\\_experimental\\_Pruebas\\_revisadas.pdf](http://www.uv.es/vilches/documentos_enlazados/Papel_de_la_actividad_experimental_Pruebas_revisadas.pdf)
- Furió, C. Valdés, P., González de la Barrera, L. G. (2005). Transformación de las prácticas de laboratorio de química en actividades de resolución de problemas de interés profesional. *Educación Química*, 16 (1) 20-29. Recuperado el 17 de Julio de 2015 de [http://educacionquimica.info/search\\_volume.php?id\\_revista=80](http://educacionquimica.info/search_volume.php?id_revista=80)
- García, P., Insausti, M. J., Merino, M. (2003). Evaluación de los trabajos prácticos mediante diagramas V. *Revista electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 1 (2), 45-57. Recuperado el 25 Julio de 2015 de <http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen2/Numero1/Art3.pdf>
- Gil Pérez, D. (1991). ¿Qué han de saber y saber hacer los profesores de ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77.
- Gil Pérez, D. (1993). Contribución de la historia y de la filosofía de las ciencias al desarrollo de un modelo de enseñanza-aprendizaje como investigación.

*Enseñanza de las Ciencias*, 11, 197-212. Recuperado el 15 de Junio de 2015 de <http://envia.xoc.uam.mx/tid/lecturas/Unidad I/Gil Perez.pdf>

Gil Pérez, D. (1994). Relaciones entre el conocimiento escolar y conocimiento científico. *Investigación en la escuela*, 23, 17-32.

Gil Pérez, D., Valdés Castro, P. (1996). La orientación de las prácticas de laboratorio como investigación: un ejemplo ilustrativo. *Investigación y Experiencias Didácticas*, 14 (2), 155-163.

Gil Pérez, D., Furió Mas, C., Valdés, P., Salinas, J., Martínez Torregrosa, J., Guisasola, J., González, E., Dumas-Carré, A., Goffard, M., Pessoa de Carvalho, A. M. (1999). ¿Tiene sentido seguir distinguiendo entre aprendizaje de conceptos, resolución de problemas de lápiz y papel y realización de prácticas de laboratorio? *Enseñanza de las Ciencias*, 17 (2) 311-320.

Hernández Millán, G. (2012). Enseñanza experimental. ¿Cómo y para qué?. *Educ. quím.*, 23 (Extraord. 1), 92-95.

Hodson, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las ciencias*, 12 (3), 299-313.

Hodson, D. (1996). Practical work in school science: exploring some directions for change. *International Journal of Science Education*, 18 (7), 755-760. Recuperado el 15 de Junio de 2015 de [http://www.researchgate.net/publication/240526544\\_Practical\\_work\\_in\\_school\\_science\\_Exploring\\_some\\_directions\\_for\\_change](http://www.researchgate.net/publication/240526544_Practical_work_in_school_science_Exploring_some_directions_for_change)

Hofstein, A. (2004). The laboratory in chemistry education: thirty years of experience with developments, implementation and evaluation. *Chemistry Education Research and Practice*, 5, 247-264.

Informe español PISA (2012). Recuperado el 20 de Julio de 2015 de <http://www.mecd.gob.es/dctm/inee/internacional/pisa2012/pisa2012lineavolumeni.pdf?documentId=0901e72b81786310>

- Irurzun, B. (2014). *Reacciones químicas por ABP. Aprendizaje desde el ámbito emocional y la igualdad*. (Trabajo Fin de Máster). Universidad pública de Navarra. Recuperado el 5 de Julio de 2015 de <http://academica-e.unavarra.es/handle/2454/11568>
- Llorens-Molina, J. A. (2010). El aprendizaje basado en problemas como estrategia para el cambio metodológico en los trabajos de laboratorio. *Quim. Nova.*, 33 (4), 994-999.
- López Rúa, A. M., Tamayo Alzate, Ó. E. (2012). Las prácticas de laboratorio en la enseñanza de las ciencias naturales. *Revista Latinoamericana de Estudios Educativos*, 8 (1), 145-166.
- Martínez Torregrosa, J., Domènech Blanco, J. L., Menargues, A., Romo Guadarrama, G. (2012) La integración de los trabajos prácticos en la enseñanza de la química como investigación dirigida, *Educ. quím.*, 23 (núm. Extraord. 1), 112-126.
- Morales Bueno, P., Landa Fitzgerald, V. (2004). Revisión: Aprendizaje basado en problemas. *Theoria*, 13, 145-157.
- Mozo, M., (2013). *Estudio experimental sobre el enfoque metodológico utilizado en el proceso de enseñanza-aprendizaje de las Ciencias. Uso del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP) para Biología y Geología de 4º de ESO*. Universidad Internacional de la Rioja. (Trabajo Fin de Máster). Recuperado el 28 de Junio de 2015 de <http://reunir.unir.net/handle/123456789/2055>
- Payá, J. (1991). *Los trabajos prácticos en la enseñanza de la física y química: un análisis crítico y una propuesta fundamentada*. (Tesis doctoral). Universidad de Valencia, Valencia.
- Pozo, J. I., Gómez Crespo, M. A. (1998). *Aprender y Enseñar Ciencias* (6ª Edición). Madrid: Ediciones Morata.
- Sanmartí, N. (2002). *Didáctica de las ciencias en la Educación Secundaria Obligatoria*. Madrid: Síntesis educación. Recuperado el 17 de Junio de 2015

de <http://es.scribd.com/doc/247274728/Didactica-de-las-ciencias-en-la-Educacion-Secundaria-Obligatoria-Neus-Sanmarti-pdf>

Séré, M. G., Leach, J., Niedderer, H., Paulsen, A. C., Psillos, D., Tiberghien, A. and Vincenti, M. (1998). Final report of the project 'Labwork in Science Education' to the European Commission. Recuperado el 13 de Junio de 2015 de <http://www.didasco.u-psud.fr/cms/documents/RapportFinalLSE.PDF>

Tárraga, P., Betchtold, H., Pro, A. (2007). El uso de las prácticas de laboratorio en Física y Química en dos contextos diferentes: Alemania y España. *Educatio Siglo XXI*, 25, 145-166.

Vigotsky, L. S. (1979). *El desarrollo de los procesos psicológicos superiores*. Barcelona: Editorial Crítica. Recuperado el 26 de Julio de 2015 de [http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA\\_Vygotsky\\_Unidad\\_1.pdf](http://www.terras.edu.ar/biblioteca/6/TA_Vygotsky_Unidad_1.pdf)

## 11.2 Páginas web y vídeos

Cabello, J. (2008). *Física y Química*. Recuperado el 20 de Julio de 2015 de <http://www.jcabello.es/clasificacion/index.html>

Quimitube.com (sin fecha). *¿Cómo se determina el contenido ácido de un vinagre?*. Recuperado el 12 de Julio de 2015 de <http://www.quimitube.com/como-se-determina-el-contenido-acido-de-un-vinagre>

'Valoración de un ácido con una base'. Alonsoformulacom (2010) [Vídeo] Youtube. Recuperado el 15 de Julio de 2015 de <https://www.youtube.com/watch?v=yrkgdRKSGWk>

## 12. Anexos

### Anexo I:

#### CUESTIONARIO PARA PROFESORES DEL ÁREA DE CIENCIAS SOBRE LA UTILIZACIÓN DE PRÁCTICAS DE LABORATORIO.

El siguiente cuestionario propone una serie de preguntas relacionadas con la utilización de las prácticas de laboratorio en tu centro educativo. Rellena esta encuesta una vez por cada asignatura de ciencias que impartas.

**Asignatura impartida:** \_\_\_\_\_

**Años de experiencia:** 1-3 4-10 11-20  >20

**Curso:**  1º de ESO  2º de ESO  3º de ESO  4º de ESO  
 1º de Bachillerato  2º de Bachillerato

**1. ¿Utilizas los trabajos prácticos de laboratorio en tu asignatura?**

Sí  No

**2. ¿Con qué frecuencia utilizas éste recurso?**

- Cada quincena o más veces  
 Una al mes  
 Una vez cada trimestre o menos veces

**3. ¿Te parece imprescindible su uso?**

Sí  No

**4. ¿Crees que realizar prácticas de laboratorio es positivo para el desarrollo tu materia?**

Sí  No

**5. ¿Crees que realizar prácticas de laboratorio es motivador para los alumnos?**

Sí  No

**6. ¿Utilizas laboratorios virtuales como alternativa a las prácticas en el laboratorio?**

Sí  No

**En caso de que no realices prácticas de laboratorio:**

**7. ¿Cuáles son las razones por las que no planificas prácticas de laboratorio? Ordena del 1 al 4 en orden de mayor importancia a menor (1: principal razón por la que no planificas prácticas).**

- Es un trabajo difícil de gestionar; elevado coste en tiempo y falta de recursos.  
 No son esenciales para el aprendizaje de los alumnos; su realización no implica mejores resultados en los alumnos.  
 Existen otros recursos para conseguir motivar a los alumnos



**En el caso de que utilices los trabajos prácticos de laboratorio:****8. ¿Cuáles son los objetivos que como docente pretendes alcanzar con el uso de los trabajos prácticos de laboratorio? Ordena del 1 al 5**

- Motivar a los alumnos, ya que estimulan el interés y son entretenidas
- Para mejorar el aprendizaje de conocimientos científicos
- Para enseñar las técnicas de laboratorio
- Para desarrollar la capacidad de llevar a cabo investigaciones científicas desarrollando el método científico y obtener experiencia de ello

**9. ¿Cuál es el grado de consecución de los objetivos planteados con sus alumnos?**

- No se alcanzó ningún objetivo       Se alcanzaron pocos objetivos
- Se alcanzaron la mayoría       Se alcanzaron todos

**10. ¿Qué tipo de trabajo práctico de laboratorio planifica?**

- Demostraciones **por parte del profesor** para demostrar los conceptos científicos introducidos en las clases teóricas.
- Realización por parte de los alumnos** de experiencias sencillas relacionadas con lo que se enseña en las clases teóricas.
- Pequeños trabajos de investigación por parte de los alumnos guiados por el profesor

**11. ¿Proporciones al alumno un guión de prácticas?**

- Sí       No

**12. En el caso de que proporciones un guión de prácticas ¿Cómo es?**

- Se detallan perfectamente todos los pasos a seguir y los resultados esperados.
- Se detallan los pasos a seguir pero no los resultados esperados para que el alumno extraiga sus propias conclusiones.

**13. En el caso de que no se proporcione un guión de prácticas ¿Cuál es el motivo?**

- Los alumnos no los leen, prefieren las explicaciones del profesor.
- El objetivo del trabajo práctico se explica sobre la marcha en el mismo laboratorio y no existe guión de prácticas.
- Se prefiere que sea el alumno el que elabore su propio guión de prácticas

**14. ¿Cuáles son las principales dificultades con las que te encuentras como profesor a la hora de llevar a cabo trabajos prácticos en el laboratorio?****En los alumnos:**

- Sin dificultades
- Falta de conocimientos “técnicos” y problemas de comprensión
- Falta de interés y de compromiso de los alumnos
- Exceso de entusiasmo

**En las condiciones de trabajo:**

- Sin dificultades
- Falta de recursos materiales de laboratorio

- Falta de tiempo debido a lo extenso del temario
- Falta de apoyo docente (ayudantes), debido a grupos numerosos de alumnos

**15. ¿Has utilizado en alguna ocasión el modelo didáctico de enseñanza basada en investigación dirigida?**

- Sí       No, aunque sí la conozco       No, no la conozco

**16. En caso afirmativo ¿Cuál fue tu valoración sobre la experiencia?**

- Negativa
- Poco satisfactoria
- Ordinaria
- Bastante buena
- Excelente
- NS/NC

**17. ¿Has aplicado en alguna ocasión la metodología del Aprendizaje Basado en Problemas (ABP)? (Si la respuesta es negativa, puedes pasar a la pregunta no 9).**

- Sí       No, aunque sí la conozco       No, no la conozco

**18. En caso afirmativo ¿Cuál fue tu valoración sobre la experiencia?**

- Negativa
- Poco satisfactoria
- Ordinaria
- Bastante buena
- Excelente
- NS/NC

**19. ¿Consideras que la utilización de pequeñas investigaciones dirigidas basadas en la resolución de problemas (ABP) sería una metodología interesante como alternativa a las prácticas de laboratorio tradicionales?**

- Sí       No       NS/NC

**20. En caso de que la respuesta sea afirmativa ¿Por qué consideras que sería interesante?**

---

---

**Anexo II:****Entrevista con preguntas comunes al profesor A y a la profesora B.**

1. ¿Utilizas las prácticas de laboratorio como recurso? ¿Con qué frecuencia?
2. ¿Crees que son necesarias para la enseñanza y el aprendizaje?
3. ¿Para qué las utilizas? ¿Cuáles son los objetivos que pretendes alcanzar con tus alumnos con su realización?
4. ¿Los alcanzas? ¿En qué grado?
5. ¿Qué tipo de prácticas realizas? ¿Las denominarías como 'tradicionales'?
6. ¿Les proporcionas un guión de prácticas? ¿Cómo son? ¿Son detallados con todos los pasos a seguir? ¿Son de elaboración propia o utilizas las proporcionadas por los libros de texto?
7. ¿Has utilizado siempre la misma metodología? ¿Crees que es la adecuada? ¿Te has planteado utilizar otra diferente?
8. ¿Cuáles son los principales dificultades con la que te encuentras a la hora de planificar prácticas en el laboratorio?
9. ¿Cómo te organizas en tu centro? ¿Existen desdobles de grupos, profesores de apoyo, ayudantes de laboratorio...? ¿Existen recursos y material de laboratorio suficientes?
10. ¿Conoces el modelo de enseñanza por investigación dirigida? ¿La has utilizado alguna vez?
11. ¿Conoces la estrategia de Aprendizaje Basado en Problemas? ¿La has utilizado alguna vez?
12. ¿Crees que orientar las prácticas de laboratorio como pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas relacionados con la vida cotidiana de los alumnos sería una alternativa viable al tipo de metodología que estás realizando en la actualidad?
13. ¿Qué ventajas piensas que podría tener frente al tipo prácticas de laboratorio que realizas?

### Anexo III: Preguntas específicas a la profesora B

1. ¿Cuántos años llevas impartiendo la materia optativa de 'Laboratorio de Física y Química' en 3º de la ESO?
2. ¿Por qué tu centro decidió ofertar laboratorio como optativa?
3. ¿De cuántas horas lectivas dispones en el laboratorio?
4. ¿Te planteas los mismos objetivos al planificar las prácticas de laboratorio en la materia de Física y Química de 3º de la ESO que en la optativa de 'Laboratorio'?
5. ¿Por qué desaparece el próximo año académico la materia optativa de 'Laboratorio de Física y Química'?
6. ¿Cómo se plantea el realizar las prácticas de laboratorio el próximo curso académico?
7. ¿Te refieres a proyectos de investigación dirigidos por el profesor?
8. ¿Te parece que en este caso sería viable la orientación de las prácticas de laboratorio como pequeñas investigaciones dirigidas entorno a la resolución de problemas de interés para los alumnos?

## Anexo IV: Fichas grupales de la actividad de investigación-ABP

<b>Sesión 1. Título de la actividad:</b>	
<b>Nº Equipo:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Nombre de los integrantes:</b>	<b>Roles de los integrantes:</b>
1.	Portavoz
2.	Redactor
3.	Secretario
4.	
<b>Lista de lo que se conoce:</b>	<b>Lista de lo que se desconoce:</b>
<b>Lista de lo que se necesita saber/hacer para resolver el problema:</b>	

Fuente: Adaptada de Irurzun (2014)

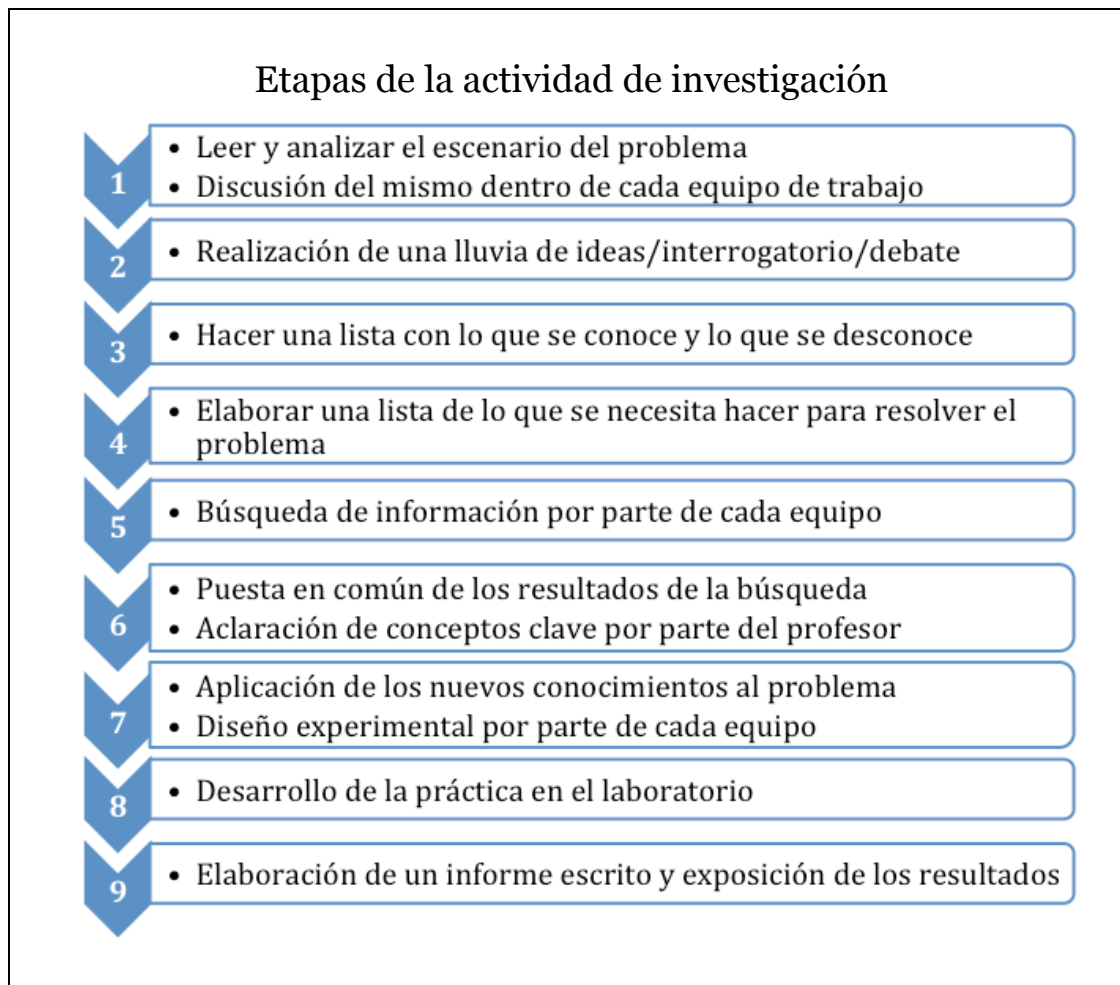
<b>Sesión 2. Título de la actividad</b>	
<b>Nº Equipo:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Nombre de los integrantes:</b>	<b>Reparto de tareas:</b>
1.	Portavoz
2.	Redactor
3.	
4.	
<b>Estrategia y diseño de un experimental por parte del equipo</b>	
<b>Estrategia y diseño experimental consensuada en clase</b>	

Fuente: Adaptada de Irurzun (2014)

<b>Sesión 3. Experimento en el laboratorio</b>	
<b>Nº Equipo:</b>	<b>Fecha:</b>
<b>Nombre de los integrantes:</b>	<b>Reparto de tareas:</b>
1.	Portavoz
2.	Redactor
3.	
4.	
<b>Anotaciones sobre el desarrollo experimental de la actividad</b>	

Fuente: Adaptada de Irurzun (2014)

## Anexo V: Etapas de la actividad de investigación-ABP



Fuente: Adaptado a partir de Morales y Landa (2004) y Llorens-Molina (2010)



## Anexo VI:

**‘Investigación sobre la determinación de la concentración de un vinagre comercial’**

Figura: Botella de Vinagre al 6% comprada en el supermercado por Manolito.

Enunciado del problema:

*La madre de Manolito lo mandó al supermercado a comprar una botella de Vinagre para aliñar las ensaladas; era el cumpleaños de la abuela y estaban preparando una comida en su homenaje, pero en el último momento, la madre de Manolito se dió cuenta de que no tenía Vinagre.*

*De camino al supermercado Manolito se percató de que aunque estaba acostumbrado a que su madre aliñara las ensaladas con vinagre, no sabía exactamente qué era el vinagre. Una vez tuvo la botella de Vinagre en la mano, su curiosidad hizo que leyera detenidamente la etiqueta dónde ponía ‘disolución de ácido acético al 6%’. Manolito se asustó al recordar que el profesor de Física y Química había comentado en clase que debían de tener cuidado con los ácidos, puesto que eran corrosivos al tacto y que por supuesto no se debían de ingerir.*

*Cuando llegó a casa, Manolito corrió a decirle a su madre que no debía aliñar las ensaladas con vinagre puesto que era un ácido. La madre de manolito le explicó que no existía ningún peligro en consumir vinagre puesto que el grado de acidez/concentración del vinagre era del 6% y que por tanto no era peligroso y estaba permitido su consumo.*

*Después de escuchar atentamente a su madre, Manolito no quedó convencido del todo, ¿Y si el responsable de determinar el grado de acidez del ácido acético en el vinagre se equivocó con la botella que el compró? ¿Cómo podríamos comprobar realmente que la botella de vinagre contiene ese grado de acidez/concentración y podemos consumirla?.*

*Vosotros como amigos expertos científicos de Manolito tenéis la tarea de intentar dar respuesta a todas las preguntas planteadas por Manolito y ayudarle a salir de dudas y que finalmente Manolito coma con tranquilidad las ensaladas aliñadas con vinagre que prepara su madre.*

## **Cuestiones iniciales**

1. ¿Qué es el vinagre? ¿A qué se debe su sabor agrio? ¿Cuál es el componente mayoritario del vinagre?

2. ¿Qué es el ácido acético? ¿Cuál es su fórmula? ¿Es un ácido orgánico o inorgánico?

3. ¿Qué es un ácido? ¿Y una base? ¿Qué características los diferencian?

4. ¿Conoces otros ácidos o bases que se utilicen en la vida cotidiana?

4. ¿Qué es una disolución? ¿Qué formas existen de expresar su concentración?

5. ¿Qué significa que la disolución de ácido acético esté al 6%? ¿En este caso se trata de %p/p o %p/V?

6. ¿Cómo se puede determinar la concentración de ácido acético de la botella de vinagre comercial? ¿Por qué es importante determinar su concentración?

7. ¿Cómo se produce en la industria el vinagre comercial?

### **Enlaces a consultar:**

<http://www.jcabello.es/clasificacion/index.html>

<http://www.quimitube.com/como-se-determina-el-contenido-acido-de-un-vinagre>

## Anexo VII: Desarrollo experimental de la práctica de laboratorio

### Determinación de la concentración de ácido acético de un vinagre comercial

#### 1. Introducción

El vinagre es una disolución acuosa de sabor agrio que se obtiene a partir de la fermentación acética del vino y para producirlo se utilizan unos microorganismos llamados acetobacterias que transforman alcoholes en ácidos orgánicos.

El ácido mayoritario en el vinagre es el ácido acético y la normativa española (RD 661/2012, referente a la norma de calidad para la elaboración y la comercialización de los vinagres) establece que la acidez o grado de acidez de un vinagre se expresa como los gramos de ácido acético contenidos en 100 ml de dicho producto. Este dato suele expresarse en forma de porcentaje (% p/V) o también puede ir acompañado del símbolo 'grado' (°). Además, dicha normativa legal establece que el vinagre comercial deben contener una riqueza mínima de ácido acético de 5% y máxima de 6% (% p/V).

#### 2. Problema y objetivo

Tenemos una botella de vinagre comercial en cuya etiqueta se indica que está al 6% (6 gramos de ácido acético por 100 ml de vinagre) y queremos determinar si realmente esa es su concentración.

#### 3. Hipótesis y verificación

La hipótesis de trabajo es que podemos determinar la concentración de ácido acético de la botella de vinagre comercial realizando una valoración del mismo mediante una reacción de neutralización con una base. De esta forma verificaremos si realmente el vinagre comercial tiene una concentración al 6% en ácido acético tal y como indica en la etiqueta.

#### 4. Materiales y reactivos

Matraz Erlenmeyer de 250 ml	Disolución de NaOH 1 M
Bureta de 50 ml	Botella de vinagre comercial al 6%
Nuez doble y pinzas de bureta	Fenolftaleína
Base y varilla soporte	Agua destilada
Vaso de precipitados de 50 ml	Papel indicador universal

## 5. Procedimiento experimental

Una vez se ha montado el dispositivo experimental procedemos de la siguiente forma:

1. Medir 10 ml del vinagre comercial y verter en el Erlenmeyer de 250 ml. Introducir la punta de una varilla de vidrio limpia y seca en la disolución a medir y mojar un trozo de papel indicador. Anotar de qué color se torna dicho papel.

2. A continuación diluimos con aproximadamente unos 30 ml de agua destilada y añadimos un par de gotas de fenolftaleína como indicador.

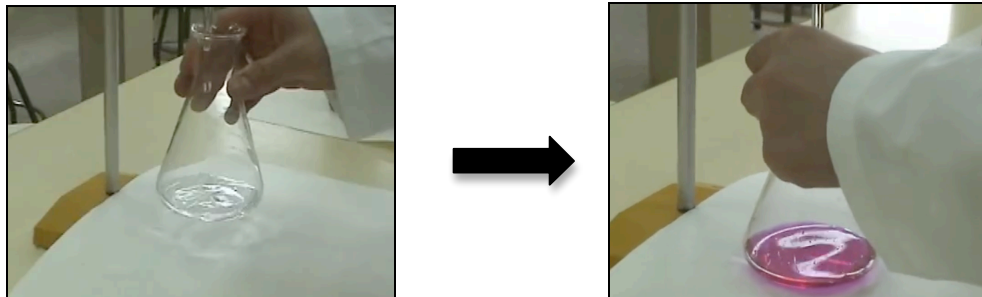
**Dato:** La fenolftaleína es incolora por debajo de pH 8.2 virando a un color violeta intenso por encima de pH 10.00

3. Llenar la bureta con disolución de NaOH de concentración conocida (1 M). Anotar de qué color se torna el papel indicador al mojarlo con un trocito de papel indicador.

**Mucho cuidado con el hidróxido sódico**, es una sustancia corrosiva por lo que hay que manejarla con cuidado, siempre con guantes.

4. Comenzar a valorar vertiendo lentamente la disolución de NaOH sobre el vinagre al tiempo que se agita el matraz. Se recomienda poner un papel blanco debajo del matraz.

5. Cuando la disolución comience a tornarse de un color rosa, añadir gota a gota hasta que se torne violeta. Cerrar la bureta y anotar el volumen de NaOH vertido. Volver a repetir anotar el color del que se torna el papel indicador con la disolución resultante en el matraz.



Fuente: Fotos realizadas a partir de <https://www.youtube.com/watch?v=yrgdRKSGWk>

6. Repetir la valoración. ¿Cuál puede ser el motivo de esta segunda medida? ¿Sería suficiente?

## 6. Cuestiones

1. ¿Qué tipo de reacción se ha producido en el interior del Erlenmeyer? Escríbela y ajústala, nombrando los reactivos y los productos de la reacción.

2. Conocido el volumen de disolución de hidróxido sódico añadido y su concentración, ¿Cómo podemos calcular los moles de NaOH que han sido necesarios para neutralizar el ácido?

3. ¿Podrías calcular los moles de ácido acético que había en la disolución de vinagre?

4. Ahora calcula la concentración del ácido acético. ¿Podrías calcularla directamente en % (p/V)? ¿Necesitas algún dato adicional? Investiga sobre ello y verifica si realmente la concentración del ácido acético en el vinagre comercial es del 6% y coincide con lo que aparece en la etiqueta. ¿Qué conclusiones pueden obtenerse?

5. Completa el siguiente cuadro:

Nombre	Fórmula	Color del papel indicador	pH de la disolución	Carácter ácido-básico de la disolución
Ácido acético				
Hidróxido sódico				
Acetato de sodio				

6. Explica el resultado del carácter ácido o básico de la disolución resultante una vez finalizada la reacción de neutralización?