

Análisis de las prácticas de química de futuros ingenieros: propuestas de mejora efectivas en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior

Montserrat Tortosa Moreno¹ y Roser Gorchs Altarriba²

¹Universitat Autònoma de Barcelona, España. ²Universitat Politècnica de Catalunya, España. Emails: montserrat.tortosa@uab.cat, roserr@emrn.upc.edu

Resumen: El objetivo principal del trabajo realizado es conseguir una mejora en el aprendizaje de las prácticas de química de primer curso para futuros ingenieros. Para ello se ha analizado la situación inicial de las asignaturas prácticas de química mediante encuestas al alumnado y al profesorado que las imparte, con el fin de establecer los rasgos característicos de la práctica docente de esta materia. En una segunda fase, y a partir de los resultados de las encuestas, se ha efectuado un cambio docente y se han analizado los resultados del mismo. El cambio ha sido tanto en el material de soporte de los estudiantes como en la gestión del aula y en la evaluación. Se han propuesto prácticas contextualizadas en relación al entorno inmediato de los estudiantes y con su vida profesional posterior. Asimismo se han favorecido tanto el trabajo y la reflexión individual como el trabajo cooperativo, en pequeños grupos y la discusión global con todo el grupo. Los resultados muestran cambios en los hábitos de trabajo de los alumnos.

Palabras clave: aprendizaje cooperativo, prácticas de química, aprendizaje basado en proyectos, gestión del aula.

Title: Analysis of the practices of Chemistry of future engineers: proposals of effective improvement in the frame of the European Space of Higher Education.

Abstract: The main objective of this work is to improve the learning in the chemistry laboratory to first year engineering students. We have first established the conditions in which this subject is taught and how students work in it. The initial situation of practical Chemistry subjects has been analyzed using opinion questionnaires, which were answered by teachers and by students. The results from the questionnaires have been used to introduce some changes in laboratory activities, and their effects on students have been analyzed. Changes have been introduced in learning materials, in classroom strategies and in evaluation. Contextualized practices closed to students' environment and to their future job have been proposed. Diverse classroom strategies have been used: It has been favoured work and reflexion done by each single student, work in small groups and in plenary discussions. Our results indicate changes in the habits of working of the students.

Keywords: cooperative learning, chemistry laboratory, project based learning, classroom strategies.

Introducción

El trabajo que presentamos se centra en los créditos prácticos de las asignaturas de "Fundamentos químicos de la Ingeniería" (de la titulación de Ingeniería técnica de Minas), y a la parte correspondientes a Química Orgánica de la asignatura "Experimentación en química" (de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad química). La parte práctica con la que se ha hecho el estudio, contabiliza 1,5 créditos (15 horas) y 3 créditos respectivamente, para el estudiantado. Estas asignaturas se cursan el primer curso universitario. Son materias que se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Ingeniería de Manresa (EPSEM).

En este documento se presenta la investigación llevada a cabo durante 4 cursos académicos en la EPSEM, y que fue iniciada con el fin de mejorar las prácticas de química. Hay fundamentalmente dos aspectos que nos preocupan sobre la efectividad de las prácticas: uno es el aprovechamiento real que de ellas hacen los estudiantes y el otro es si estas actividades les serán útiles en su desarrollo profesional posterior.

Marco teórico

Nuestro trabajo se basa en la investigación-acción, en la que a partir del análisis de la situación inicial, se identifican sus virtudes y debilidades y mediante un proceso de reflexión se proponen cambios, que se implementan en el aula y se analiza la nueva situación, repitiendo el ciclo hasta conseguir una situación óptima, que a su vez deberá revisarse en el futuro.

Estudios previos acerca de la situación general en los laboratorios universitarios, muestran que en los primeros cursos, en las prácticas de química es frecuente la ejecución de experiencias siguiendo guiones pautados, normalmente con actividades cerradas en las que el profesor define el tema y dirige la acción de los estudiantes (Domin, 1999). Es habitual que la evaluación se base en informes escritos (Hofstein, 2004). Algunas veces se puede tener la sensación de que el alumnado usualmente sigue el protocolo de laboratorio como si de una receta se tratase, respondiendo a las cuestiones de los informes de una manera más mecánica que razonada. Este hecho queda reflejado en informes muy iguales por parte de alumnos diferentes, hay estudios (del Carlo y Bodner, 2004) que señalan que los estudiantes diferencian entre copiar de los compañeros, que consideran deshonesto, y compartir los datos.

El análisis de la situación inicial y posterior mejora de las prácticas es abordado mayoritariamente en la literatura de investigación e innovación educativa mediante tres acciones: una de ellas la constituyen las opiniones de profesorado y alumnado acerca de la materia y posibilidades de mejora, otra es la mejora de los tipos de guiones utilizados y actividades de evaluación y la tercera perspectiva es el estudio de la gestión de las actividades de aula.

Las encuestas son uno de los métodos frecuentemente utilizados para tener información sobre las opiniones de profesores (Herrero y Merino, 2007; Palou et al, 2007; Cheung, 2008) y alumnos (Insausti, 1997; Jenkins 2006; Domin 2007; Cheung 2008). Respecto a los guiones, si bien es

frecuente el uso de guiones cerrados, en los que los estudiantes manipulan equipos pero no ideas (Hofstein & Luneta, 2004), hay consenso (Bybee, 2000) en que una de las maneras que puede aportar más ventajas al aprendizaje de los estudiantes es hacerlo mediante indagación guiada. En la misma los estudiantes se enfrentan, en las distintas fases de la indagación, a tener que hacer preguntas apropiadas, encontrar y sintetizar información, diseñar investigaciones y extraer conclusiones (Hofstein, 2004). También se ha documentado, en estudiantes de secundaria, que la indagación guiada es una manera efectiva de mejorar el conocimiento de contenidos de los estudiantes (Lord & Orkwiszewski, 2006) en procesos científicos (Deters, 2005; Hofstein, Shore & Kipnis, 2004) y las actitudes hacia la ciencia (Gibson & Chase, 2002). La indagación guiada se ha mostrado efectiva también al medir los resultados de los estudiantes en términos de "learning outcomes", es decir de lo que deben saber, entender y saber hacer (Hillosky et al 1998, Hart et al 2000, Berg et al 2003).

La tesis clásica (Ausubel et al, 1968) de que el factor determinante en la adquisición de nuevas ideas y destrezas son los conocimientos previos de los estudiantes, es un factor importante a tener en cuenta. Por esta razón de cara a un nuevo diseño de las prácticas no puede obviarse la diversidad en las aulas de los alumnos de primer año universitario, hecho que influye en sus conocimientos iniciales de química: desde alumnos que han cursado química en Bachillerato o que provienen de ciclos formativos de grado superior de química, hasta alumnos que no han cursado la materia en la enseñanza secundaria postobligatoria. El trabajo de Parchmann y colaboradores (2007), aborda esta situación mediante los problemas de química en grupos heterogéneos de primer curso de facultad.

La gestión del aula, las actividades que llevan a cabo los estudiantes y la metodología de evaluación (Tamir, 1998; Llorens, 2006) se muestran determinantes en la mejora de su rendimiento en el laboratorio. Influyen positivamente en los resultados de aprendizaje las actividades previas a las prácticas que realizan los estudiantes (Byers, 2002), y el aprendizaje cooperativo (Domingo 2003; Barbosa et al, 2004; Gorchs, 2005; Llorens, 2006). Un completo análisis acerca de los laboratorios docentes universitarios de biología (Basey et al, 2008) establece una ponderación de factores que influyen en las actitudes de los estudiantes en el trabajo práctico.

Objetivos y formulación del problema

El principal objetivo del trabajo que presentamos es conseguir una mejora en el aprendizaje de las prácticas de química de primer curso para futuros ingenieros, bajo la perspectiva del nuevo marco europeo de educación superior. Con este fin nos planteamos el trabajo en dos fases:

La primera fase consiste en identificar la realidad educativa, es decir, analizar la situación inicial de las asignaturas en las que se realizan prácticas de química en carreras técnicas, tanto desde el punto de vista del profesorado que imparte la materia, como del alumnado que la cursa, con el fin de establecer los rasgos característicos de la práctica docente de esta materia.

La segunda fase consiste en efectuar un cambio docente, tanto en el material de soporte de los estudiantes como en la gestión del aula, concretamente se pretende: Contextualizar las prácticas para que tengan relación con el entorno inmediato de los estudiantes y con su vida profesional posterior y favorecer tanto el trabajo y la reflexión individual como el trabajo cooperativo, en pequeños grupos y la discusión global con todo el grupo.

Metodología

Establecimiento de la situación inicial

Para conocer la opinión que el profesorado tiene de las prácticas se propuso una encuesta (Gorchs et al, 2005) a todos los profesores de prácticas (n = 123) de química de la Universidad Politécnica de Catalunya (UPC). La encuesta (ver anexo 1) consta de preguntas cerradas en las que dadas unas afirmaciones se tenía que expresar el grado de acuerdo valorando entre 1 (totalmente en desacuerdo) y 5 (totalmente de acuerdo). Asimismo también se proponía a los encuestados, en una pregunta abierta, que diesen sugerencias u orientaciones para la mejora de los procesos de enseñanza-aprendizaje de las prácticas. Estas encuestas han sido respondidas el curso 2005-2006, voluntariamente por profesorado de materias prácticas.

La opinión de los alumnos acerca de las prácticas se evaluó mediante encuesta. Respondieron la misma el grupo de estudiantes de primavera de 2005 (n = 10) que cursaba la asignatura de Experimentación en química II. La encuesta (anexo 2) que respondieron los estudiantes comprende preguntas cerradas y abiertas. Las primeras consisten en afirmaciones con las que expresan el grado de acuerdo o desacuerdo (de 5, muy de acuerdo a 1 muy en desacuerdo), y están relacionadas con el interés con la materia, con el trabajo personal y del grupo y con los conocimientos relacionados. Dos de las preguntas son abiertas, y demandan qué prácticas consideran más interesantes, y si consideran que han aprendido con las mismas.

Cambios introducidos y evaluación de los mismos

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos en las encuestas, se redactaron nuevos protocolos de prácticas, y se cambió la gestión del alumnado en el laboratorio (ver apartado 6). Dichos cambios se implementaron con dos grupos de estudiantes que cursaban "Fundamentos químicos de la Ingeniería" y "Experimentación en química" respectivamente, en primavera de 2008. Los cambios introducidos se han evaluado mediante encuestas al alumnado (anexo 3).

Resultados

Resultados a partir de las encuestas iniciales

Se detallan y discuten los resultados de las encuestas respondidas por el profesorado y alumnado en el curso 2005-2006.

Resultados de la encuesta inicial del profesorado

Se envió una encuesta (ver anexo 1) a 123 profesores de química de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC) pertenecientes a los

departamentos de Ingeniería Química y de Ingeniería Minera y Recursos Naturales. Las cuestiones de la encuesta estaban referidas a las asignaturas experimentales de química de las titulaciones de Ingeniería Química y de Ingeniería Técnica Industrial Química de la misma Universidad, y fue respondida por 32 profesores (26%). Las respuestas a la misma son cerradas, y muestran el grado de acuerdo con las afirmaciones dadas de 1 (totalmente en desacuerdo) a 5 (totalmente de acuerdo).

En la tabla 1 se muestran los resultados de la encuesta (anexo 1). Las preguntas en la tabla se exponen en forma breve.

	n	mínimo	máximo	valor medio	desviación típica
p.1 Experimentar conceptos poco o no conocidos	32	1	5	3,00	1,08
p.2 Experimentar con conceptos conocidos	32	1	5	4,13	1,13
p.3 Máxima experimentación	31	2	5	3,68	0,80
p.4 Tiempo para discutir i analizar la información	31	1	4	2,32	0,98
p.5 Exigir discusión al alumnado	32	3	5	4,44	0,56
p.6 Lectura previa del guión	32	2	5	4,25	0,95
p.7 Explicación previa	32	1	5	3,53	1,16
p.8 Alumnado busque la información previa	32	2	5	3,53	1,05
p.9 Disponer previamente de la información	32	2	5	3,50	1,02
p.10 Hacer informe	32	3	5	4,59	0,67
p.11. El informe no sirve	32	1	5	2,56	1,22
p.12 Hacer examen	32	1	5	3,72	1,22
n válido	31				

Tabla 1.- Resultados estadísticos descriptivos de la encuesta pasada al profesorado de química (curso 2005_2006) EQ: Ingeniería Química EMRN: Ingeniería Minera i Recursos Naturals Población: EQ i EMRN (n = 123). Respuestas: 26% (32) (1 = totalmente en desacuerdo, 5= totalmente de acuerdo).

A continuación describimos los resultados de la tabla 1, mencionando también los valores de las frecuencias más elevadas obtenidos para cada pregunta, entre paréntesis se indica la afirmación literal tal como consta en el cuestionario. De las respuestas del profesorado, se concluye que se da gran importancia (de una valoración máxima de 5, el valor medio es >4) a: Experimentar conceptos conocidos, a exigir discusión al alumnado, a que el estudiantado haya leído previamente el guión de prácticas y a la elaboración del informe de prácticas. La pregunta número 13 del cuestionario era abierta (¿Conoces alguna alternativa mejor para conocer el grado de aprovechamiento que el alumno consigue en las asignaturas experimentales?), en la figura 1 se detallan las respuestas de la misma.



Figura 1.- Respuestas abiertas a la cuestión planteada al profesorado en la pregunta 13: ¿Conoces alguna alternativa mejor para conocer el grado de aprovechamiento que el alumno consigue en las asignaturas experimentales? Valor máximo de frecuencias n=5 de las respuestas abiertas.

	Afirmaciones valoradas por el profesorado (desviación típica)
Muy de acuerdo (n > 4,0)	Pregunta 2. Se deben experimentar conceptos conocidos (1,13)
	Pregunta 5. Se debe exigir discusión al alumnado (0,56)
	Pregunta 6. Debe haber lectura previa del guión de prácticas por parte del alumnado (0,95)
	Pregunta 10. Los alumnos tienen que hacer informe de prácticas (0,67)
De acuerdo (3,5 < n < 4,0)	Pregunta 3. Se debe invertir el máximo tiempo posible en experimentación (0,79)
	Pregunta 7. Tiene que haber una explicación previa del guión de la práctica (1,16)
	Pregunta 8. El alumnado debe buscar la información previa para la práctica (1,05)
	Pregunta 9. Se tiene que dar la información previa necesaria para hacer el experimento (1,02)
	Pregunta 12. Los alumnos deben examinarse de las prácticas (1,22)
En desacuerdo (n < 2,5)	Pregunta 4. Se debe dejar tiempo al alumnado para discutir y analizar la información (0,98)

Tabla 2.- Grado de acuerdo de los profesores respecto afirmaciones referidas a las prácticas de química. Encuesta efectuada el curso 2005-2006. Valores medios de las respuestas del profesorado (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo).

Del análisis de los resultados, destacan los aspectos que se esquematizan en la tabla 2. De los resultados de dicha tabla, destacamos una incongruencia en las opiniones del profesorado de la muestra estudiada, ya que se manifiestan muy de acuerdo a exigir discusión al alumnado, y en desacuerdo a dejar tiempo al alumnado para discutir y analizar la información (preguntas 5 y 12). En cierta manera, se pide a los estudiantes que adquieran un alto nivel de competencia, y por otro lado se acostumbra a enseñar y evaluar solo a nivel de comprensión. Estamos de acuerdo con Mohrig (2004), en que se deben provocar situaciones en las que el alumno interprete y se cuestione los resultados experimentales, ayudando así a la construcción y adquisición de los conocimientos, la comprensión y el análisis.

Resultados de la encuesta inicial del estudiantado

Las preguntas que se han hecho a los estudiantes no coinciden totalmente con las hechas al profesorado. El objetivo ha sido obtener información acerca del interés por las prácticas, del trabajo personal y de grupo, y de la opinión sobre las prácticas y los conocimientos de química teóricos con los que se trabaja.

La población de estudiantes es baja, y en consecuencia cualquier respuesta repercute sustancialmente en los resultados. El análisis de las tablas 3 y 4, nos lleva a las siguientes consideraciones:

En referencia al "interés y satisfacción" experimentando en el laboratorio de química, el resultado es muy positivo, con valores medios superiores a 4, en una escala del 1 al 5. De acuerdo con Mason (2004) que señala que a sus estudiantes les resulta estimulante conectar teoría y realidad, los nuestros también han encontrado mucho más interesantes aquellas prácticas que parten de muestras reales (por ejemplo agua, leche o aceites). Curiosamente estas muestras acostumbran a conllevar mayor dificultad práctica, cómo por ejemplo la observación de un cambio de color menos nítido que si se utiliza una muestra de laboratorio.

Por lo que se refiere al trabajo del estudiante, el resultado no fue tan positivo. Habitualmente no se leyeron los guiones de prácticas antes de pasar a hacerlas. Aunque se dedicaba más tiempo que a otras asignaturas, el valor está por debajo del considerado deseable (para cada hora presencial, entre 1,5 y 2 horas de trabajo no presencial, en el EEES): para cada hora presencial se dedicaba menos de una hora no presencial. La mitad de los estudiantes más que colaborar, se reparten tareas.

En cuanto a los "conocimientos relacionados con la experimentación", los resultados fueron satisfactorios; con valores superiores al 4, los estudiantes decían que habían entendido los objetivos y aprendido los conocimientos relacionados con las prácticas. Se decantan ligeramente más a favor de "aprender los conceptos a partir de la experimentación" (>4) que de "experimentar y comprobar los conceptos ya conocidos" (< 4), a diferencia del profesorado que se decanta más por la última opción.

El punto más débil es la "discusión de los resultados", que pocas veces se hace, o bien, es poco sustanciosa. De hecho los resultados son previsibles ya que no se les exigía un aprendizaje más allá de la aplicación de fórmulas, esquemas o bien procesos totalmente establecidos. En una asignatura

experimental, creemos que se debe dedicar tiempo a la interpretación y análisis de los resultados así como a la extracción de unas conclusiones, contrariamente a lo que piensa el profesorado de química según los resultados. Hemos agrupado las respuestas según el grado de acuerdo que manifiestan los estudiantes en la tabla 4.

Grado de acuerdo del estudiantado	n	Mín.	Máx.	valor medio	desviación típica
Interés; sentirse a gusto					
Pregunta 1: Interesante	10	4	5	4,50	0,53
Pregunta 2: Más interesante que las asignaturas. teóricas	10	2	5	4,30	1,16
Pregunta 3: Prácticas más interesantes*					
Pregunta 4: Te has sentido a gusto experimentando	9	3	5	4,22	0,83
Trabajo personal y de grupo					
Pregunta 5: Tiempo lectura previa	10	1	5	2,80	1,32
Pregunta 6: Tiempo total dedicado (horas)	10	3	10	5,20	1,99
Pregunta 7: En comparación a otras asignaturas, más tiempo dedicado.	9	4	5	4,44	0,53
Pregunta 8: Funcionamiento del grupo	10	1	2	1,50	0,53
Conocimientos relacionados					
Pregunta 9: Aprender a partir de la experimentación	10	1	5	3,90	1,10
Pregunta 10: Experimentar para aprender	10	3	5	4,20	0,63
Pregunta 11: Experimentar conceptos conocidos	10	2	5	3,70	1,16
Pregunta 12: Se ha entendido el objetivo de la práctica	10	2	5	4,20	0,92
Pregunta 13: Con que prácticas has aprendido más	Pregunta abierta				

Tabla 3.- Grado de acuerdo del estudiantado (primavera 2005) respecto afirmaciones referidas a las prácticas de química. Valores medios de las respuestas del estudiantado (1 = totalmente en desacuerdo, 5 = totalmente de acuerdo). *Los alumnos indicaron las prácticas.

En la figura 2 se detallan las respuestas de los alumnos a las dos preguntas abiertas: ¿Qué prácticas te han resultado más interesantes? U ¿Con qué prácticas has aprendido más ?. Sus respuestas denotan claramente que las prácticas con muestras reales son las que más motivan y con las que los estudiantes creen que aprenden más de nuestra encuesta.

Cambios metodológicos introducidos y evaluación de los mismos

Estrategias metodológicas introducidas

Con el objetivo de conseguir un mayor rendimiento en las asignaturas de tipo práctico, concretamente en el laboratorio químico, se han introducido

elementos nuevos, puntuales y diferentes, en dos asignaturas distintas: "Experimentación Química", asignatura troncal de la titulación de Ingeniería Técnica Industrial, especialidad Procesos Químicos y Prácticas de "Fundamentos químicos de la Ingeniería" de la titulación Ingeniería Técnica de minas, de tipo obligatoria. Además se apuntan nuevas estrategias metodológicas así como nuevas maneras de evaluarlas.

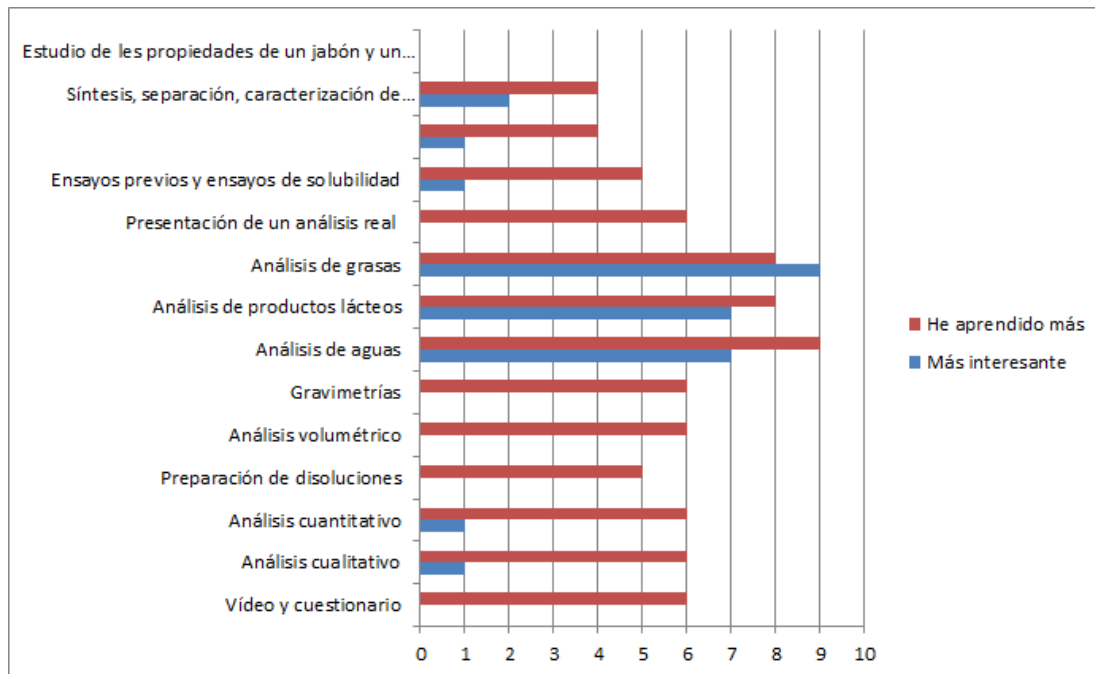


Figura 2.- Número de alumnos (N = 14) que responden a las preguntas abiertas sobre que prácticas les parecen más interesantes y con cuáles aprenden más.

Se han preparado guiones de prácticas contextualizadas

En el caso de "Experimentación en Química" se ha trabajado con muestras reales. En la asignatura de "Fundamentos químicos de la ingeniería", se ha diseñado un guión de prácticas con un hilo conductor continuo a lo largo de todas las sesiones de laboratorio (Tortosa y Gorchs, 2006).

Se ha presentado el trabajo de manera que en cada sesión se puedan retomar los conocimientos y habilidades que se han trabajado en las sesiones anteriores. El tema propuesto se ha procurado que sea un tema de actualidad o relacionado con el mundo laboral posterior, y que tenga un cierto componente interdisciplinario. En el caso de "Fundamentos químicos de la ingeniería" se ha contextualizado en el estudio de rocas calcáreas, "Estudio químico de un material industrial: la roca calcárea", ya que la Escuela Politécnica Superior de Manresa (EPSEM) desde sus orígenes está estrechamente vinculada a la minería y mantiene una estrecha colaboración con el Museu de Geologia "Valentí Massachs" de Manresa. Con este proyecto se ha pretendido acercar a los estudiantes al mundo industrial de una materia prima común, y también hacerlos reflexionar sobre sus implicaciones sociales.

Se han dejado partes abiertas de carácter investigativo, en las que los alumnos pueden ampliar sus conocimientos utilizando recursos disponibles en la bibliografía básica, o en Internet, de forma pautada. En cada sesión de prácticas los alumnos debían responder unas cuestiones previas acerca de la actividad, otros autores (Martínez, 2009) subrayan la eficacia de esta acción.

	Afirmaciones a valorar por el alumnado (desviación típica)
Muy de acuerdo (n > 4,0)	La "Experimentación en química" es una asignatura interesante (0,53)
	Es más interesante que las asignaturas teóricas (1,16)
	Me he sentido a gusto experimentando (0,83)
	Le he dedicado más tiempo, en comparación a otras asignaturas (0,53)
	Con la experimentación se pueden aprender conceptos teóricos nuevos (0,63)
	He entendido los objetivos de la práctica (0,92)
De acuerdo (3,5 < n < 4,0)	He aprendido conceptos teóricos a partir de la experimentación (1,10)
	Es mejor tener los conceptos teóricos antes de experimentar (1,16)
En desacuerdo (n < 2,5)	Ha habido colaboración entre los miembros del grupo(0,53)

Tabla 4.- Grado de acuerdo del alumnado con afirmaciones referidas a las prácticas de "Experimentación en química". Media de las respuestas del alumnado 1= totalmente en desacuerdo, 5= totalmente de acuerdo.

Se ha modificado la gestión del aula y el método de evaluación

Referente a la gestión del aula. Se han introducido las modificaciones siguientes:

Con el fin de que cada alumno/a se implique en las prácticas y pueda graduar el esfuerzo que le dedica, se les ha comunicado cual es la situación de partida, y que se espera de ellos (lectura previa, intervenciones orales, colaboración entre alumnos, discusión de los resultados y modo de evaluación de las prácticas).

Se ha propuesto a los alumnos la lectura del guión y la ejecución de las preguntas previa a las prácticas, y al inicio de cada sesión se han dedicado de 10 a 15 minutos a escuchar las respuestas a dichas preguntas previas por parte de un grupo escogido por la profesora de manera aleatoria.

Se ha suministrado un guión para preparar la discusión en grupo, entre los grupos de estudiantes, para plasmarlo esquemáticamente en forma de póster (Gorchs, R. y Tortosa, M., 2007, 2009) dando respuesta al guión preestablecido. Por sorteo, dos grupos lo presentaban públicamente. Los alumnos debían hacer un informe de prácticas. En las que se ha aplicado, el "póster" ha substituido al informe. Se apunta el portafolio como

herramienta para seguir el aprendizaje del estudiante en las asignaturas de tipo práctico. En resumen: lo que se pretende es que todos los estudiantes tengan que preparar las discusiones en grupo de trabajo, elaborar el póster y presentarlo públicamente, si les toca por sorteo. Lo pueden mejorar a posteriori de forma que cada estudiante lo pone en su carpeta portafolio. Al final del curso, o en periodos indicados, se revisa la carpeta, utilizándola como herramienta para evaluar el aprendizaje de cada estudiante.

En la encuesta se han planteado cuestiones que hacían referencia a la colaboración entre los miembros del grupo y se les ha hecho anotar, para cada práctica, el tiempo dedicado antes y después de la sesión de laboratorio. Sería interesante analizar también la elaboración del póster para comprobar la efectividad en comparación a la realización del informe. También sería interesante aplicarlo a una mayor población (estudiantes) y en diferentes centros o titulaciones para comprobar la eficiencia del póster en sustitución al informe.

Evaluación de los cambios introducidos

Valoración del aprovechamiento de las prácticas por parte del alumnado

Se analiza la sensación que el estudiante tiene sobre el aprovechamiento de las prácticas de laboratorio, en dos asignaturas de química, correspondientes a dos titulaciones distintas, y se investiga como realiza el informe, concretamente el grado de colaboración entre los miembros del grupo.

Los resultados mostrados en la tabla 5, muestran que en general no hay diferencias significativas respecto el aprovechamiento de las prácticas en los grupos de antes y después de las modificaciones introducidas, hecho que consideramos positivo, ya que los alumnos tenían ya una opinión positiva de estos aspectos de las prácticas en el curso 2005.

Un análisis más detallado de los resultados nos revela que hay una diferencia entre uno de los grupos analizados y el resto, por un lado los alumnos de Experimentación en Química (EQ; químicos) de 2007 y 2008, y de Prácticas de Fundamentos de Química 2008 (PFQE; mineros) valoran positivamente los distintos aspectos que se les ha preguntado acerca de su aprendizaje en las prácticas. Además, se muestra una gran coincidencia entre estos grupos y los del cursos 2005, antes de introducir cambios. Por otro lado los estudiantes de Química General 2007 (PFQE; mineros), expresan una percepción de las prácticas menos positiva. Apuntamos distintos factores que pueden haber influido en los resultados que presentamos, si bien creemos que el trabajo debe seguir en la línea que se ha empezado. Uno de los factores es el hecho de que en la asignatura PFQE_2007, se han ido elaborando los guiones durante el curso, a medida que eran aplicados en el aula. Otro de los factores está relacionado con los docentes y su grado de implicación en el presente proyecto, el grupo EQ-2007 fue impartido por una coautora del presente trabajo, mientras que el docente que impartía la materia PFQE-2007, quizás no ha plasmado significativamente este hecho diferencial. Finalmente también debemos mencionar el hecho de que el alumnado está acostumbrado a una manera de trabajar que normalmente no incluye la discusión de resultados, o la defensa de los mismos, hecho que inevitablemente lleva a los estudiantes a

sentirse incómodos las primeras veces que lo hacen. En este sentido los alumnos de EQ-2007 y 2008, y los de PFQE-2008 han aplicado esta metodología más participativa y de aprendizaje cooperativo y basado en problemas en algunas sesiones de otra materia de su titulación, no siendo así para los de PFQE-2007. Por otro lado, el profesorado que ha impartido estos grupos, manifiesta que el trabajo en grupo parece positivo, de colaboración, pero que es necesario establecer mecanismos de seguimiento a la vez que estrategias que aseguren la colaboración de los miembros del grupo.

Media de las respuestas del alumnado (desviación típica)	EQ_2005 (n = 10) antes del cambio	EQ_2007 (n = 10)	PFQE_2007 (n = 18)	EQ_2008 (n = 10)	PFQE_2008 (n = 4)
Te has sentido a gusto experimentando	4,22 (0,833)	4,09 (0,83)	3,17 (0,71)	4,3 (0,48)	4,5
Has encontrado interesante el contenido global de las prácticas	4,5 (0,527)	4 (0,77)	2,89 (0,96)	4,1 (0,77)	4,25
Has entendido el objetivo de la mayoría de las prácticas	4,2 (0,919)	4,38 (0,52)	3,28 (0,67)	4,2 (0,79)	Sí 4/4**
Experimentar para aprender	4,2 (0,632)	4,75 (0,71)	2,94 (0,72)	3,9 (1,45)	Sí 4/4**
Se aprende experimentando conceptos teóricos adquiridos	3,7 (1,160)	4 (0,93)	2,5 (0,86)	4,4 (0,84)	Sí 4/4**
La experimentación te ha ayudado a entender mejor los conocimientos teóricos relacionados	*	4,13 (0,83)	2,72 (0,57)	4,1 (0,57)	Sí 4/4**

Tabla 5.- Percepción del aprovechamiento de las prácticas por parte del alumnado en dos asignaturas (EQ y PFQE) después de los cambios introducidos. 1 = totalmente en desacuerdo 5= totalmente de acuerdo *No se dispone del valor genérico, dado que se cuestionaba para cada práctica individualizada. ** Los alumnos del grupo respondieron con un sí o un no.

Percepción de la colaboración entre alumnos

En la tabla 6 se puede comparar la percepción de los estudiantes acerca de la colaboración entre ellos para resolver el informe (o el póster) de prácticas. Es destacable que en el grupo inicial de EQ_2005, los estudiantes se manifiestan claramente en desacuerdo (1,5 sobre 5) ante la afirmación "Ha habido colaboración entre los miembros del grupo".

Aunque los grupos de estudiantes evaluados son pequeños en número de alumnos, de los resultados presentados en la tabla 7, parece positiva la

colaboración de los miembros del grupo, según se deduce de la resolución conjunta del informe, a partir de la cuestión "Se han repartido tareas para ejecutar el informe". Es también significativo que la mitad de los estudiantes de EQ_2007 deciden presentar informes individuales, mientras que en PFQE_2007 lo hacen 4 alumnos de 18 y ninguno en EQ_2008, y PFEQ_2008.

	EQ_2005 (n = 10)	EQ_2007 (n = 10) %	PFQE_2007 (n = 18) %	EQ_2008 (n = 10) %	PFQE_2008 (n = 4) %
Ha habido colaboración entre los miembros del grupo (de 1 "Totalmente en desacuerdo" a 5 "Totalmente de acuerdo")	1,50	---	---	---	----
Se ha resuelto el informe de forma común	---	50	44	80	50
Se han repartido tareas para ejecutar el informe	---	27	6	10	75
Has presentado el informe individual	---	50	22	0	0

Tabla 6.- Percepción de la colaboración entre miembros de un grupo para elaborar el informe de prácticas, en los estudiantes analizados.

Consideramos que estos resultados son positivos, ya que con los cambios introducidos en las sesiones de prácticas, el alumnado trabaja más en equipo, colabora y discute acerca de las prácticas, hecho que redundará en la calidad de su trabajo y que le proporciona una manera de trabajar más próxima a su situación laboral posterior que el trabajo meramente individual.

Tiempo no presencial que ha dedicado el estudiante

En la tabla 7 se muestran los tiempos no presenciales y presenciales dedicados a las prácticas de los distintos grupos de estudiantes analizados.

Para el análisis de los datos de la tabla se debe tener en cuenta que para los alumnos 1h presencial son 1,5 créditos. Según la normativa del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), para cada hora presencial, el estudiante debe dedicar entre 1,5 y 2 horas no presenciales, distribuidas entre trabajo dirigido y trabajo individual. Para las prácticas de EQ, que cada una es de 3 horas presenciales, sería deseable que el alumnado dedicase entre 4,5 y 6 horas no presenciales; de los resultados obtenidos se desprende que la mayoría de los alumnos analizados dedican un tiempo

menor al deseado, si bien consideran que es mucho mayor que el empleado en otras asignaturas.

En el caso de PFQE, que cada práctica conlleva 2 horas presenciales, los alumnos deberían dedicarle entre 3 y 4 horas no presenciales, en la tabla pueden verse resultados muy similares a EQ.

Aunque los estudiantes dicen que dedican, comparativamente más tiempo que en otras asignaturas, no llegan a la mínima deseable. Se deduce, por tanto, que en general dedican poco tiempo no presencial (fuera de horas de clase) para estudiar/aprender. Es necesaria una nueva cultura del aprendizaje, especialmente durante el tiempo no presencial que adquirirá mayor importancia en los nuevos estudios europeos.

Asignatura (créditos prácticos totales)	EQ_2005 (3)	EQ_2007 (3)	EQ_2008 (3)	PFQE_2007 (1,5)	PFQE_2008 (1,5)
Tiempo presencial		3h P/práctica	2h P/práctica	2h P/práctica	2h P/práctica
Tiempo total no presencial (previo + posterior) según EEES	Entre 4,5 y 6h	Entre 4,5 y 6h	Entre 4,5 y 6 h	Entre 3 y 4h	Entre 3 y 4 h
Tiempo previo (leer guión, cálculos,..)	----	26min (entre 10 y 80 min)	25 min (entre 10 y 90 min)	23min (entre 0 y 45 min)	31 min (entre 0 y 120 min)
Tiempo posterior (buscar y leer informe) (mínimo-máximo)	5 h/practica (entre 3 y 10h)	2h 43m/practica (entre 2 y 4h 30 min)	3h 42 min/práctica (entre 2 h y 6, h 30 min)	1,5 h/practica (entre 27m y 1h 47m)	3 h 10 min/práctica (entre 30 min y 5 horas)
Tiempo dedicado, en comparación otras asignaturas	Mucho mayor	Mucho mayor	Mucho mayor	Mucho mayor	Mucho mayor

Tabla 7.- Tiempos presenciales y no presenciales dedicados a las prácticas por los grupos de alumnos estudiados.

Conclusiones y consideraciones finales

La situación inicial de las prácticas de química de las titulaciones de ingeniería técnica química y de minas revela que el profesorado de prácticas cree que debe experimentarse con conceptos conocidos por el alumnado, se muestra muy a favor de la lectura previa del guión de prácticas y de exigir discusión al alumnado, sin embargo no se muestra a favor de dejar tiempo a los estudiantes para efectuar esta discusión. El estudiantado inicial analizado, de primer curso de ingeniería técnica, considera que aprenden

más a partir de las prácticas que de la teoría, y cree que las prácticas con muestras reales son más interesantes y se aprende más que las que se hacen con muestras de laboratorio. También manifiesta un nulo trabajo en equipo en la elaboración de informes en las prácticas de química.

Se han introducido cambios para acercar las prácticas a situaciones reales y se ha gestionado la actividad a desarrollar por el alumnado con el fin de favorecer el trabajo previo y posterior a la práctica, el aprendizaje cooperativo y la discusión de los resultados. De los resultados obtenidos podemos decir que se asegura la lectura previa del guión introduciendo cuestiones previas a la experimentación, que se pueden proponer ocasionalmente. Se han valorado positivamente las sesiones de discusión, y se apunta la sustitución de los informes, en parte o total, por el póster presentado públicamente, que en conjunto constituiría la carpeta portafolio. El trabajo en grupo parece positivo, de colaboración, pero a menudo se detecta la resolución individual, alternado, del informe. Es necesario establecer mecanismos de seguimiento a la vez que estrategias que aseguren un mayor grado de colaboración de los miembros del grupo. Finalmente hemos obtenido que el estudiante percibe que dedica más tiempo no presencial, que el que dedica a otras asignaturas, pero este es inferior al estipulado. Es necesario introducir una nueva cultura del aprendizaje no presencial, necesario para la correcta implementación de los estudios en el marco Europeo de Educación Superior.

Referencias bibliográficas

Ausubel, D.P., Novak, J.D. y H. Hanesian (1968). *Educational psychology a cognitive view*. New York: Holt, Rinehart y Winston.

Barbosa, R.; Jofili, Z. y M. Watts (2004). Cooperating in constructing knowledge: case studies from chemistry and citizenship, *International Journal of Science Education*, 26, 8, 935-949.

Basey, J.M., Sackett, L.S. y N.S. Robinson (2008). Optimal science lab design: impacts of various components of lab design on students' attitudes toward lab. *International Journal for the Scholarship of Teaching and Learning*, 2(1), 1-15.

Berg, C.A.R.; Bergendahl, V.; Lundberg, C.B.; Bruno, K.S. y L. Tibell (2003). Benefiting from an open-ended experiment? A comparison of attitudes to, and outcomes of, an expository versus an open-inquiry version of the same experiment. *International Journal of Science Education*, 25, 3, 351-72.

Bybee, R. (2000). Achieving technological literacy: a national imperative. *The Technology Teacher*, septiembre. 2000, 23-28.

Byers, W. (2002). Promoting active learning through small group laboratory classes *University Chemistry Education*, 2002, 6, 28-34.

Cheung, D. (2008). Facilitating chemistry teachers to implement inquiry-based laboratory work. *International Journal of Science and Mathematics Education*, 6, 1, 107-130.

Deters, K.M. (2005). Student opinions regarding inquiry-based labs. *Journal of Chemical Education*, 82, 1178-1180.

D.I. del Carlo, y G.M Bodner (2004). Students' perceptions of academic dishonesty in the chemistry classroom laboratory. *Journal of Research in Science Teaching*, 41, 1, 47-64.

Domin, D.S. (1999). A review of laboratory instruction styles. *Journal of Chemical Education*, 76, 4, 543-547.

Domin, D.S. (2007). Students' perceptions of when conceptual development occurs during laboratory instruction. *Chemistry Education Research and Practice*, 8, 2, 140-152.

Domingo, J. (2003) (GIAC-UPC). El aprendizaje Cooperativo, una vía hacia la excelencia docente. Comunicación presentada en *III Congreso Internacional sobre Docencia Universitaria e Innovación*. Girona.

Gibson, H.L. y C. Chase (2002). Longitudinal impact of an inquiry-based science program on middle school students' attitudes toward science. *Science Education*, 86, 693-705.

Gorchs Altarriba, R. (2005). El Aprendizaje Cooperativo, punto de partida hacia el ABP (*aprendizaje basado en proyectos/problemas*). En *Actas Jornadas sobre Aprendizaje Cooperativo-2005* (Bilbao) U. Deusto.

Gorchs R., Tortosa, M. y E. Tobías (2005). L'experimentació química. Problemàtica i efectivitat". En Casal y Sastre(Eds) *Didàctica i organització d'assignatures basades en l'experimentació*. Universitat Politècnica de Catalunya. 87-94.

Gorchs,R. y M. Tortosa (2007). Aprendizaje cooperativo y en contextos reales del futuro ingeniero: Prácticas de química. Comunicación presentada en *II Jornadas nacionales sobre la enseñanza de la química "Química: vida y progreso"*, Murcia.

Gorchs, R. y M. Tortosa (2009). Cambios en el sistema de evaluación para mejorar el aprendizaje en el laboratorio de química. En J, Martínez y G,Pinto (Eds) *La química como materia básica de los grados de ingeniería*.(pp 172-179) Madrid.

Jenkins, E.W., (2006). The Student voice and School Science Education. *Studies in Science Education*, 42, 49-88.

Hart, C.; Mulhall, P.; Berry, A.; Loughran, J. y R. Gunstone (2000). What is the purpose of this experiment: Or can students learn something from doing experiments? *Journal of Research in Science Teaching*, 37, 7, 655-675.

Herrero, H. y J.M. Merino (2007). Resolución de problemas experimentales de química: una alternativa a las prácticas tradicionales. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias*, 6, 3 ,630-648.

Hillosky, A.; Sutman, F. y J. Schmuckler (1998). Is laboratory-based instruction in beginning college-level chemistry worth the effort and expense?. *Journal of Chemical Education*, 75, 1, 100-104.

Hofstein, A. (2004). Contributions of educational research to the practice of chemistry education. *Laboratory and Practical Work Research and Practice*, 5, 3, 247-264.

Hofstein, A. y V.N. Lunetta (2004). The laboratory in chemistry education: foundation for the 21st century. *Science Education*, 88, 28-54.

Hofstein, A.; Shore, R. y M. Kipnis (2004). Providing high school chemistry students with opportunities to develop learning skills in an inquiry-type laboratory: A case study. *International Journal of Science Education*, 26, 47-62.

Llorens, J. (2006). Investigación sobre la evaluación en un curso universitario de química general. En F, Watts y A, García Carbonell (Eds.) *La evaluación compartida: investigación multidisciplinar* (131-157) Lincoln: Institute of Environmental Management and Assessment.

Lord, T. y T. Orkwiszewski (2006). Moving from didactic to inquiry-based instruction in a science laboratory. *The American Biology Teacher*, 68, 6, 342-345.

Insausti, J.M. (1997). Análisis de los trabajos prácticos de química general en un primer curso de universidad. *Enseñanza de las Ciencias*, 15,1, 123-130.

Martínez Martínez, M.R. (Coord.) (2009). Guia per a l'avaluació de competències als laboratoris en l'àmbit de ciències i tecnologia. *Agencia per a la Qualitat del sistema universitari de Catalunya. AQU*. En. http://www.aqu.cat/publicacions/guies_competencies/guia_laboratoris.html

Mason, D.S. (2004). Rethinking the Classroom laboratory. *Journal of Chemical Education*, 81, 9, 1241.

Palou, M.; Montañó, J.J.; Brotons, M.; Galmés, J.; García-Raso, A. y J. Gulías (2007). Opinión del profesorado y del alumnado sobre la implantación de créditos ECTS en cinco titulaciones impartidas en la universitat de les Illes Balears. *Actas de las II Jornadas nacionales de Metodologías ECTS*. Badajoz.

Parchmann, I.; Peper, M.; Huber, A. y M. Wickleder (2007). Research-Based development of exercises for heterogeneous groups of 1st year students of chemistry, life sciences and future chemistry teachers. En. K, Nesmerak (Ed.), *Proceedings of the 2nd Eurovariety in Chemistry Education* (pp.6-9) Prague. Charles University, Faculty of Science.

Tamir, P. (1998). Assessment and evaluation in science education: opportunities to learn and outcomes. En Fraser B.J. y Tobin K.G. (Eds.). *International Handbook of Science Education*. London: Kluwer Academic Publishers.

Tortosa, M. y R. Gorchs (2006). Estrategias para mejorar el aprendizaje en las prácticas de química: contextualización y aprendizaje cooperativo. Comunicación presentada en *4^o Congreso Internacional sobre Docencia Universitaria e Innovación (IV CIDUI)*. Barcelona.

Anexo 1.- Encuesta al profesorado (1: totalmente en desacuerdo, 5: totalmente de acuerdo)

Pregunta 1. La experimentación debe servir para investigar, ya sea el comportamiento de un compuesto, las propiedades u otros.

Pregunta 2. La experimentación debe servir para comprobar que se cumplen los conceptos teóricos estudiados.

Pregunta 3*. Se debe invertir el mayor tiempo disponible haciendo experimentación práctica, ya que son pocos los créditos experimentales en las titulaciones de ingeniería.

Pregunta 4. Es mejor reducir el tiempo en la experimentación práctica para dedicarlo a trabajar los conceptos o la información relacionada.

Pregunta 5. Se sacaría mejor provecho si se exigiese al alumno la discusión de los resultados obtenidos en la experimentación, por ejemplo dándole un peso importante en la valoración de la práctica.

Pregunta 6. El alumno es el que debe leer el guión, antes de realizar el experimento, y en todo caso que pregunte lo que no le quede claro.

Pregunta 7. Antes de realizar el experimento se les debe explicar el procedimiento en general.

Pregunta 8. Sólo se le debe dar un plan y los objetivos y el alumno se debe buscar la información necesaria para hacer el experimento.

Pregunta 9. Se le debe dar la información necesaria para hacer el experimento.

Pregunta 10. Es necesario que elaboren siempre un informe referido al experimento que han realizado.

Pregunta 11. El informe no sirve de nada porque acostumbran a copiarlo y no refleja lo que se ha entendido.

Pregunta 12. El examen de prácticas es necesario para conocer el grado de aprendizaje que el alumno ha conseguido.

Pregunta 13*. ¿Conoces alguna alternativa mejor para conocer el grado de aprovechamiento que el alumno consigue en las asignaturas experimentales?

*Pregunta abierta.

Anexo 2.- Encuesta inicial al estudiantado (1: totalmente en desacuerdo, 5: totalmente de acuerdo)

Pregunta 1. He encontrado interesante el contenido global de las prácticas.

Pregunta 2. Las asignaturas prácticas son más interesantes que las materias teóricas.

Pregunta 3*. ¿Que prácticas te han parecido más interesantes?

Pregunta 4. En general, me he sentido a gusto experimentando.

Pregunta 5. Leo los guiones de prácticas antes de ir al laboratorio.

Pregunta 6. Que tiempo has dedicado (en horas) a las prácticas, aparte del trabajo de laboratorio? El tiempo incluye la lectura previa, buscar información relacionada y hacer el informe.

Pregunta 7. He dedicado más tiempo a esta materia que a otras.

Pregunta 8. Señala la afirmación que más se aproxima al funcionamiento de tu grupo de prácticas: 1) Hemos colaborado todos los miembros en las tareas del grupo; 2) Nos hemos repartido las tareas.

Pregunta 9. He aprendido conocimientos teóricos a partir de las prácticas.

Pregunta 10. Es mejor aprender la teoría después de las prácticas.

Pregunta 11. Es mejor tener los conocimientos teóricos antes de hacer las prácticas.

Pregunta 12. He entendido los objetivos de las prácticas.

Pregunta 13*. Indica con que prácticas consideras que has aprendido más

*Pregunta abierta.

Anexo 3.- Encuesta final al estudiantado (1: totalmente en desacuerdo, 5: totalmente de acuerdo)

Pregunta 1. En general, me he sentido a gusto experimentando.

Pregunta 2. He encontrado interesante el contenido global de las prácticas.

Pregunta 3. He entendido los objetivos de las prácticas.

Pregunta 4. Creo que aprendo más si se experimenta para aprender los conocimientos teóricos relacionados con la práctica.

Pregunta 5. Creo que se aprende más si se experimenta habiendo adquirido a priori los conocimientos teóricos relacionados.

Pregunta 6. La experimentación me ha ayudado a entender la teoría.

Pregunta 7. Se ha resuelto el informe de forma común.

Pregunta 8. Se han repartido tareas para ejecutar el informe.

Pregunta 9. He presentado el informe individualmente.

Pregunta 10. He dedicado más tiempo a esta materia que a otras.

Pregunta 11. Anota los minutos que has estado trabajando en la práctica, antes del día que la has realizado en el laboratorio*.

Pregunta 12. Anota el tiempo que has dedicado a leer la documentación y a hacer el informe de la práctica*.(* Se pedía para cada práctica, junto con el informe.)