



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

El laboratorio de Análisis Químico: una experiencia motivadora para los estudiantes del grado en Farmacia

Martín Biosca, Yolanda

Universitat de València

Departamento de Química Analítica/Facultad de Farmacia

Av. Vicente Andrés Estellés, s/n, 46100, Burjassot, España

yolanda.martin@uv.es

Asensi Bernardi, Lucía

Departamento de Química Analítica/Facultad de Farmacia

Av. Vicente Andrés Estellés, s/n, 46100, Burjassot, España

lucia.asensi@uv.es

Sagrado Vives, Salvador

Universitat de València

Departamento de Química Analítica/Facultad de Farmacia

Av. Vicente Andrés Estellés, s/n, 46100, Burjassot, España

salvador.sagrado@uv.es

Medina Hernández, M^a José

Universitat de València

Departamento de Química Analítica/Facultad de Farmacia

Av. Vicente Andrés Estellés, s/n, 46100, Burjassot, España

maria.j.medina@uv.es

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

1. RESUMEN:

El presente trabajo se engloba dentro de un proyecto que tiene como finalidad mejorar la enseñanza y aprendizaje de la asignatura Análisis Químico del grado de Farmacia. Las prácticas de laboratorio constituyen una oportunidad excelente para el desarrollo de experiencias de aprendizaje activo y adquisición de competencias. En esta comunicación se presentan los cambios metodológicos introducidos para conseguir este fin. Se han elaborado diferentes materiales (guiones, protocolos de instrumentos, cuestionarios, etc.) que favorecen el aprendizaje activo, y se han diseñado prácticas que consisten en la resolución de problemas reales que resultan muy motivadoras para los estudiantes.

2. ABSTRACT:

This work belongs to a project whose purpose is to improve teaching and learning of the subject of Chemical Analysis of the Pharmacy degree. Laboratory sessions are an excellent opportunity for the development of active learning experiences and competences acquisition. In this communication, methodological changes introduced with this aim are shown. Different materials (laboratory guides, instrument protocols and questionnaires) that stimulate active learning have been made, and new laboratory practices that consist on solving real problems have been developed. These practices have demonstrated to be highly motivating for the students.

3. PALABRAS CLAVE: Análisis Químico, laboratorio, aprendizaje activo /

KEYWORDS : Chemical Analysis, laboratory, active learning

4. ÁREA DE CONOCIMIENTO: Ciencias Experimentales y de la Salud

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- 5. **ÁMBITO TEMÁTICO DEL CONGRESO:** Innovación en la enseñanza superior
- 6. **MODALIDAD DE PRESENTACIÓN:** Comunicación póster
- 7. **DESARROLLO:**

a) Objetivos

El presente trabajo se engloba dentro de un proyecto cuya principal finalidad es mejorar la enseñanza y aprendizaje de la asignatura Análisis Químico del grado en Farmacia a través de la introducción de elementos innovadores. Los objetivos concretos del trabajo son fomentar el aprendizaje autónomo del alumno en las prácticas de laboratorio de Análisis Químico, mediante el empleo de diferentes materiales (guiones adaptados, protocolos técnicos abreviados de los instrumentos, cuestionarios previos, esquemas para ayudar al cálculo, seminarios post-prácticas, etc.) elaborados por el equipo docente en el marco del proyecto de innovación educativa, y aumentar la motivación para lo que se han diseñado prácticas que consisten en la resolución de problemas reales que resultan muy motivadoras para los estudiantes.

b) Descripción del trabajo

Análisis Químico es una materia básica obligatoria de 9 créditos ECTS que se imparte en el segundo curso del grado en Farmacia de la Universitat de València. Los créditos ECTS presenciales de la asignatura se reparten en 40 horas de clases magistrales, 15 horas de seminarios prácticos, 25 horas de prácticas de laboratorio y 4 horas de tutorías grupales. Según las competencias asignadas a la profesión de farmacéutico, el análisis químico aparece como una

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

disciplina necesaria para el correcto desarrollo de su ejercicio profesional. En esta materia se introducen y desarrollan los aspectos y conocimientos básicos necesarios para la identificación y determinación de compuestos químicos en todo tipo de matrices de interés farmacéutico. A lo largo de la asignatura se estudian las características de la medida analítica y el tratamiento de los datos analíticos, se introducen aspectos fundamentales en análisis químico como la toma, conservación y preparación de muestras para su análisis, y finalmente se desarrollan métodos de especial interés en el análisis cualitativo y cuantitativo: análisis volumétrico, análisis gravimétrico, espectrometría molecular, espectrometría atómica, análisis electroquímico, análisis cromatográfico, introduciéndose también las tendencias actuales en análisis químico de especial relevancia en el campo farmacéutico como los métodos acoplados, sensores y la automatización.

Las clases de laboratorio constituyen una actividad fundamental dentro de la asignatura a la que le corresponden 25 horas de los créditos presenciales. El objetivo último de las prácticas de Análisis Químico es la adquisición de competencias fundamentales para el futuro desarrollo profesional de los estudiantes como conocer el fundamento y las principales aplicaciones de las técnicas analíticas más importante, trabajar correctamente en un laboratorio analítico, emplear adecuadamente las metodologías de trabajo de las técnicas utilizadas en las sesiones prácticas de laboratorio, o elaborar y presentar un informe analítico a partir de los datos obtenidos en el laboratorio, tras realizar los cálculos y el tratamiento estadístico apropiados.

Las prácticas de laboratorio constituyen una oportunidad excelente para el desarrollo de experiencias de aprendizaje activo y adquisición de competencias. En el presente trabajo se presentan los cambios metodológicos introducidos para conseguir este fin. Se han elaborado diferentes materiales (guiones, protocolos de instrumentos, cuestionarios, etc.) que favorecen el

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

aprendizaje autónomo y activo, y se han diseñado prácticas que consisten en la resolución de problemas reales que resultan muy motivadoras para los estudiantes. En la tabla 1 y 2 se muestran las prácticas que se proponen en este laboratorio, y las muestras reales utilizadas en cada una de ellas.

Tabla 1.- Prácticas propuestas en el laboratorio de Análisis Químico de segundo curso del Grado en Farmacia de la Universitat de València.

	PRÁCTICA	TÉCNICA
P1	Determinación de la dureza total de una muestra de agua	Volumetría de formación de complejos
P2	Determinación de N-acetil-L-cisteína en preparados farmacéuticos	Espectrofotometría de absorción molecular UV- vis
P3	Determinación potenciométrica de flúor en un dentífrico	Potenciometría con electrodo selectivo
P4	Determinación del contenido en calcio en comprimidos por espectrometría de absorción atómica	Espectrofotometría de absorción atómica
P5	Control de calidad de preparados farmacéuticos: determinación de paracetamol, aspirina y cafeína por HPLC	Cromatografía líquida

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Tabla 2.- Muestras reales analizadas por lo estudiantes en el laboratorio de Análisis Químico de segundo curso del Grado en Farmacia de la Universitat de València.

PRÁCTICA	MUESTRAS
P1	Agua del grifo Agua filtrada a través de una jarra Brita, Agua tratada por ósmosis
P2	Flumil 200 mg, granulado para solución oral, Pharmazam Acetilcisteína Ratiopharm 600 mg, comprimidos efervescentes EFG, Ratiopharm Acetilcisteína Cinfa® 200 mg, polvo para solución oral EFG, Cinfa Acetilcisteína Kern Pharma 600 mg, comprimidos efervescentes EFG, Kern Pharma Acetilcisteína Pensa 600 mg, comprimidos efervescentes EFG, Pensa Acetilcisteína Normon 200 mg, granulado para solución oral EFG, Normon
P3	Pasta dentífrica Interapothek Pasta dentífrica Vitis®
P4	Natecal D 600 mg, comprimidos masticables, Italfarmaco Natecal D Flas 600 g, comprimidos bucodispersables, Italfarmaco Calcium-Sandoz 500 mg, comprimidos efervescentes, Novartis
P5	Actrón®, comprimidos efervescentes, Bayer Cafiaspirina®, comprimidos, Bayer

Las prácticas se han propuesto teniendo en cuenta los contenidos teóricos que se imparten en la asignatura, de manera que constituyen un apoyo fundamental para el desarrollo de las clases teóricas y viceversa. De este modo se ha seleccionado un método representativo de cada uno de los bloques de técnicas analíticas estudiadas (métodos volumétricos, métodos ópticos moleculares, métodos ópticos atómicos, métodos eléctricos y métodos cromatográficos). La determinación de la dureza del agua es un método volumétrico basado en una reacción de formación de complejos. La práctica 2 es un ejemplo de una determinación por espectrofotometría de absorción molecular, en este caso de la N-acetil-L-cisteína (NAC). El

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

método espectrofotométrico se basa en el poder reductor del grupo tiol del NAC frente a una disolución de Fe(III), formándose Fe(II) que reacciona a su vez con la 1,10-fenantrolina, dando lugar al complejo tris(1,10-fenantrolina)hierro(II), que presenta un máximo de absorción a 515 nm. La práctica 3, que consiste en la determinación de la cantidad de flúor que contienen varios dentífricos comerciales mediante una potenciometría con electrodos selectivos, es representativa de los métodos eléctricos de análisis. La determinación de Ca en la práctica 4 se realiza mediante una técnica óptica atómica (espectrofotometría de absorción atómica), y finalmente en la práctica 5 se utiliza un método cromatográfico, la cromatografía líquida, para la determinación de aspirina, cafeína y paracetamol en preparados farmacéuticos.

Un aspecto muy destacado de las prácticas propuestas, y que constituye una novedad importante respecto a las prácticas tradicionales que se realizaban en la licenciatura, es el análisis de muestras reales en cada una de las prácticas. Así, analizan diversos preparados farmacéuticos comerciales de uso habitual, como el flumil, el actrón, la cafi aspirina... dentífricos, o el agua de una jarra Brita para comprobar si ésta elimina el Ca del agua del grifo. El análisis de estas muestras resulta muy motivador para el estudiante, que percibe que su trabajo de laboratorio es realmente útil y está directamente relacionado con aspectos de la vida cotidiana

El cuadernillo de prácticas se ha elaborado como una herramienta fundamental para el buen desarrollo de las prácticas y para favorecer el aprendizaje autónomo de los estudiantes. En una primera parte de introducción dedicada al material de uso frecuente en el laboratorio, limpieza del material, operaciones básicas del laboratorio analítico y normas de seguridad en el laboratorio, se han incluido enlaces a una guía multimedia elaborada previamente por el equipo docente. En la guía multimedia de operaciones básicas en análisis químico, farmacéutico y

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

medioambiental los estudiantes pueden encontrar información sobre las características de los reactivos químicos, la descripción del material de laboratorio de uso frecuente, cómo se debe manejar y limpiar dicho material, las instrucciones para no cometer errores en la operación de pesada de un reactivo o muestra sólida, los pasos para preparar de forma correcta una disolución, tanto a partir de un sólido como a partir de un líquido, los pasos a seguir para la realización de una valoración y las distintas etapas necesarias para calibrar un instrumento de medida, desde la preparación de las disoluciones hasta el tratamiento de los datos experimentales de las medidas obtenidas con el instrumento calibrado. Se han incluido numerosos elementos multimedia (foto, vídeo, tutoriales) que favorecen el aprendizaje. Pueden visualizarse vídeos de las distintas operaciones básicas de laboratorio (pesada en balanza analítica, preparación de disoluciones, empleo de material volumétrico, etc), también pueden consultarse tutoriales donde se detallan cálculos habituales en el laboratorio, o se explica como utilizar una plantilla Excel para la obtención de una curva de calibrado, o descargarse las normas de seguridad en el laboratorio en formato pdf. En la Figura 1 se muestra a modo de ejemplo una de las pantallas de dicha guía multimedia.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Firefox | http://www.uv.es/ga...s.htm#4.1.-Pesada | +

Departament de Química Analítica | VNIVERSITAT ID VALÈNCIA

GUÍAS MULTIMEDIA del GMM | Operaciones básicas en análisis químico, farmacéutico y medioambiental

Proyecto financiado por el "Vicerectorat de Convergència Europea i Qualitat" de la UV

ÍNDICE

1. [Introducción](#)
2. [Reactivos](#)
 - 2.1 [Clasificación](#)
 - 2.2 [Etiquetado](#)
 - 2.3 [Manejo](#)
3. [Material uso frecuente](#)
 - 3.1 [Descripción material](#)
[Volúmenes aproximados](#)
[Material volumétrico](#)
[Otro material](#)
 - 3.2 [Limpieza](#)
4. [Operaciones básicas](#)
 - 4.1 [Pesada](#)
 - 4.2 [Medida de volumen](#)
 - 4.3 [Preparación:](#)
[Disoluciones aproximadas](#)
[Disoluciones exactas](#)
5. [Volumetrías](#)
 - 5.1 [Introducción](#)
 - 5.2 [Modo de operación](#)
 - 5.3 [Cálculos](#)
6. [Calibración](#)
 - 6.1 [Introducción](#)
 - 6.2 [La recta de calibrado](#)
7. [Normas de seguridad](#)
 - 7.1 [Elementos seguridad](#)
 - 7.2 [Medidas de seguridad](#)
 - 7.3 [Normas de trabajo](#)
8. [Bibliografía y enlaces](#)
9. [Créditos](#)

4. OPERACIONES BÁSICAS DEL LABORATORIO ANALÍTICO

En el laboratorio pureza hay una serie de operaciones que se realizan con mucha frecuencia:

- 4.1 [La pesada de un sólido](#)
- 4.2 [La medida de un volumen](#)
- 4.3 [La preparación de disoluciones](#)

La correcta realización de dichas operaciones asegura que los resultados obtenidos a partir de las experiencias realizadas en el laboratorio sean fiables.

Es importante, por tanto, tener en cuenta cuales son los **errores** más comunes que se comenten al [realizar la pesada](#) y al realizar una [disolución](#), para evitarlos.

4.1. Pesada

En el laboratorio químico se efectúan medidas de masa de compuestos sólidos y, algunas veces, también de líquidos. Para ello existen dos tipos fundamentales de balanzas que se clasifican en función de la precisión de la pesada:

Granatario: balanza de precisión media

- [Descripción](#)
- [Manejo](#)

Balanzas analíticas o de precisión

- [Descripción](#)
- [Manejo](#)
- [Precauciones](#)




 Yolanda Martín Biosca

Figura 1.- Guía multimedia de operaciones básicas en análisis químico, farmacéutico y medioambiental (<http://www.uv.es/gammmmm/Subsitio%20Operaciones/index.htm>)

Para cada una de las prácticas se ha redactado un guión independiente en un formato que incorpora elementos de los procedimientos específicos de ensayo, documentos empleados en los laboratorios acreditados para la realización de ensayos químicos. A modo de ejemplo, en la Figura 2 se muestra la primera página del guión de la práctica 2 con el formato empleado y se

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

indican todos los apartados incluidos en el mismo. Tanto el formato como los apartados se repiten para cada una de las prácticas.

Dentro del apartado 6 de metodología experimental se han incluido las etapas de calibración, verificación del método y análisis de la muestra. La etapa de verificación constituye un elemento novedoso en laboratorios docentes que introduce a los estudiantes en aspectos relacionados con la calidad en los laboratorios. Tal como se ha comentado previamente, en la etapa de análisis de muestra siempre se emplean muestras reales reconocibles por los alumnos. Así mismo, en el apartado 7 de registro de datos, con el fin de facilitar la obtención del resultado final a incluir en el informe, se han incluido numerosas tablas que los alumnos deben ir rellenando con los datos experimentales y con los resultados de los cálculos intermedios que deben realizarse hasta obtener el resultado final.

Además del cuadernillo de prácticas, también se han elaborado otros materiales que pretenden fomentar el autoaprendizaje. Así, los estudiantes deben contestar on-line un cuestionario en aula virtual antes de asistir a las sesiones de laboratorio, para lo cual es necesario que se preparen cada una de las prácticas y revisen el material multimedia al que pueden acceder a través de la *Guía multimedia de operaciones básicas en análisis químico, farmacéutico y medioambiental*. En este cuestionario se hace hincapié sobre la metodología de trabajo adecuada, aspectos de seguridad, exactitud, precisión así como en el fundamento de las distintas determinaciones que van a llevar a cabo.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

	GRADO EN FARMACIA	PNT_LAQ002 Rev1 28/04/2012 Pag. 1 de 9
	Asignatura: LABORATORIO DE ANÁLISIS QUÍMICO Práctica 2.- Determinación de N-acetil-L-cisteína en preparados farmacéuticos	

PRACTICA 2: DETERMINACION DE N-ACETIL-L-CISTEINA EN PREPARADOS FARMACEUTICOS

ÍNDICE	Pag.
1.- Objetivo	2
2.- Fundamento de la técnica/metodología	2
3.- Instrumentación y protocolo de utilización	3
4.- Prevención de riesgos y gestión de residuos	3
5.- Material y Reactivos	3
6.- Metodología experimental	4
7.- Registro de datos	5
8.- Obtención de resultados	7
9.- Elaboración del informe	7
10.- Referencias	9
11.- Anexos	9

Elaborado por: Prof. M ^a José Medina Prof. Yolanda Martín Dpto. Química Analítica	Revisado por: Prof. Salvador Sagrado Dpto. de Química Analítica	VºBº
Fecha / firma: 13-09-2011	Fecha / Firma: 14-09-2011	Fecha / Firma:

Figura 2.- Hoja inicial para la práctica 2. Se han empleado los apartados y el formato de los procedimientos específicos de ensayos utilizados en laboratorios de ensayo acreditados.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Otros de los materiales elaborados son hojas de cálculo para facilitar los cálculos de calibración. En la figura 3 se muestra la plantilla diseñada en Excel que además de proporcionar rápidamente todos los datos estadísticos necesarios también hace que los estudiantes se familiaricen con este tipo de software, adquiriendo así otras habilidades útiles para el resto de asignaturas del grado y para su futuro profesional.

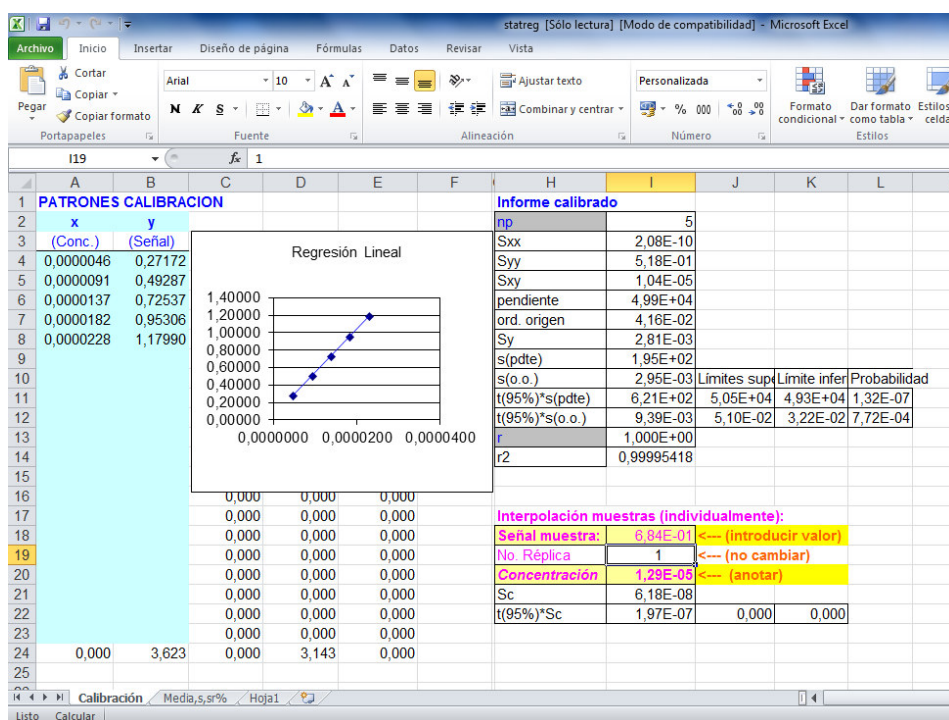


Figura 3.- Hoja de cálculo diseñada para facilitar los cálculos de calibración.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Del mismo modo se han redactado distintos protocolos técnicos (PT) para el empleo de los equipos (balanza, espectrofotómetro, cromatógrafo líquido, etc.) y para la realización de operaciones básicas como la pesada o la valoración. Esto pretende que el alumno realice por sí mismo el proceso global de encendido, acondicionamiento, optimización, calibración, medida y apagado del equipo, de acuerdo al PT, con la supervisión del profesor, resultando una experiencia motivadora y de responsabilidad. No obstante, el profesor no debe olvidar que el empleo por parte de los estudiantes de los equipos de laboratorio es una oportunidad excelente para afianzar o reforzar los conocimientos que se tratan en las clases de teoría. De este modo, por ejemplo, cuando se realiza la determinación de Ca con el espectrómetro de absorción atómica, es muy interesante mostrar las diferentes partes del equipo, recordar cuál es la función de cada una de ellas y el fundamento de la técnica. De este modo, los estudiantes ven una relación directa entre lo que están haciendo en el laboratorio y los aspectos que se tratan en el aula, y no como dos compartimentos independientes. En otros casos, como en el de cromatografía líquida, la práctica la realizan antes de ver el tema teórico, por lo que es fundamental que el profesor les introduzca la técnica y la instrumentación utilizada. En caso contrario, el seguir un PT sin las explicaciones oportunas del profesor puede convertirse en un proceso mecánico y no aportar nada al alumno desde el punto de vista formativo.

Una vez elaborado todo el material necesario, y con el fin de conseguir los objetivos propuestos las prácticas se estructuraron de la siguiente manera:

- **Trabajo autónomo del estudiante.** Previamente a la asistencia al laboratorio, el estudiante debe preparar cada una de las prácticas, debe realizar los cálculos previos necesarios, repasar los conceptos teóricos que implica, y preparar un esquema del

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

proceso de trabajo. Tras la preparación de las prácticas, y previamente a la asistencia al laboratorio, los estudiantes deben contestar on-line al cuestionario de aula virtual. También deben presentar al profesor el esquema de la práctica que le ayudará durante el desarrollo de la misma y principalmente para realizar los cálculos.

- **Sesiones de laboratorio.** El trabajo en el laboratorio se ha distribuido en cinco sesiones de cuatro horas cada una. En estas sesiones los estudiantes realizan el trabajo experimental por parejas de manera autónoma, aunque supervisada, siguiendo las indicaciones del guion, y ayudándose de los distintos protocolos técnicos. Durante estas sesiones, el profesor incide sobre los aspectos más importantes del trabajo experimental y atiende cualquier duda que le surja al estudiante. Así mismo, tal como se ha comentado previamente, el profesor también aprovecha el empleo de los distintos equipos para relacionar el trabajo que se está llevando a cabo en el laboratorio con los conocimientos que se están adquiriendo en las clases teóricas. Una vez finalizado el trabajo experimental, el estudiante realiza los cálculos pertinentes y el tratamiento estadístico de los datos obtenidos utilizando para ello las hojas de cálculo disponibles en los ordenadores del laboratorio. Finalmente, el alumno rellena a modo de borrador la hoja de Informe Normalizado del global de prácticas que resume los resultados experimentales en las unidades previstas, estadísticos principales del informe que definen el grado de precisión (replicación y calibración) del alumno, así como valores de referencia aceptados de los patrones de verificación y valores declarados por el fabricante de las muestras comerciales, como preparados farmacéuticos y dentífrico, con objeto de motivarle cuando su exactitud resulta elevada.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

- **Seminario.** Durante la última sesión se ponen en común los resultados obtenidos por todas las parejas, se comentan los aspectos más importantes de cada una de las prácticas, tanto teóricos como prácticos, y se revisan todos los cálculos realizados en la etapa de calibración, de verificación del método y de análisis de la muestra. Esta última sesión de seminario sirve también al profesor para evaluar a los estudiantes que participan de forma oral durante el desarrollo de la misma. Se trabaja de este modo las competencias de la expresión oral y el empleo de lenguaje científico y técnico. Esta sesión bien desarrollada es fundamental para reforzar y completar los conocimientos adquiridos durante las sesiones de laboratorio.

Finalmente, en la evaluación de las prácticas se considera el trabajo de los estudiantes en cada uno de los ámbitos en los que se han estructurado las prácticas. De este modo, se evalúa todo el trabajo no presencial del estudiante, tanto previo de preparación (cuestionario aula virtual, esquemas previos) como posterior de presentación del informe (constituye un 20% de la nota), el trabajo en el laboratorio propiamente dicho mediante la observación directa por parte del profesor y la participación en el seminario (30% del global) y los resultados obtenidos en las determinaciones (en función de la exactitud y precisión obtenidas; 50% de la nota). La nota obtenida en prácticas constituye el 20% de la nota final de la asignatura.

c) Resultados y/o conclusiones

Con el fin de conocer la opinión de los estudiantes sobre el desarrollo de las prácticas de laboratorio de Análisis Químico, y evaluar los cambios metodológicos incluidos, se elaboró un cuestionario que respondieron un total de 83 estudiantes de la asignatura de los grupos B, C y E

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

del curso académico 2011-2012. En la tabla 3 se muestran las preguntas incluidas en el cuestionario; en cada una de ellas los estudiantes debían marcar si estaban completamente de acuerdo (CA), de acuerdo (A), en desacuerdo (D), completamente en desacuerdo (CD), o si no tenían una opinión definida (N, neutro). La Figura 4 muestra los resultados globales obtenidos, para todas las preguntas del cuestionario y todos los estudiantes encuestados. En la Figura 5 se ha representado únicamente la suma de los porcentajes de los estudiantes que estaban de acuerdo y completamente de acuerdo (barras azules) con los ítems del cuestionario, y el global de alumnos que estaban en desacuerdo o completamente en desacuerdo (barras rojas).

Tabla 3.- Ítems del cuestionario sobre la metodología docente aplicada en el laboratorio de prácticas de Análisis Químico.

- | | |
|----|--|
| Q1 | La realización de las prácticas de laboratorio me ha ayudado en el proceso de aprendizaje de la asignatura. |
| Q2 | La realización de las prácticas de laboratorio ha aumentado mi interés por la asignatura. |
| Q3 | El formato del cuadernillo de prácticas me ha ayudado a seguir el desarrollo de las prácticas sabiendo en cada momento lo que tenía que hacer. |
| Q4 | El análisis de muestras reales me ha motivado y ha hecho que me interese más por estas prácticas. |
| Q5 | La sesión de seminario me ha ayudado a asentar todas las cosas que he aprendido durante las sesiones de laboratorio. |
| Q6 | Al finalizar las prácticas tengo la sensación de haber aprendido muchas cosas útiles para mi futuro profesional. |

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

Como puede observarse en las Figuras 4 y 5, todos los aspectos contemplados en el cuestionario han recibido una valoración positiva por parte de los estudiantes. Destacan las respuestas a los ítems Q1 y Q3, que indican que prácticamente el 75% de los estudiantes encuestados considera que las prácticas de laboratorio son una herramienta indispensable para el aprendizaje de la asignatura, y cerca del 80% cree que el formato de los guiones es adecuado, ya que les ha ayudado en el desarrollo de las prácticas favoreciendo, por tanto, el trabajo autónomo del alumno. Asimismo, aproximadamente el 70% de estudiantes afirma que el analizar muestras reales les ha resultado muy motivador y les ha hecho percibir que en el laboratorio de Análisis Químico hacen cosas “de verdad” que les van a ser muy útiles en su futuro profesional.

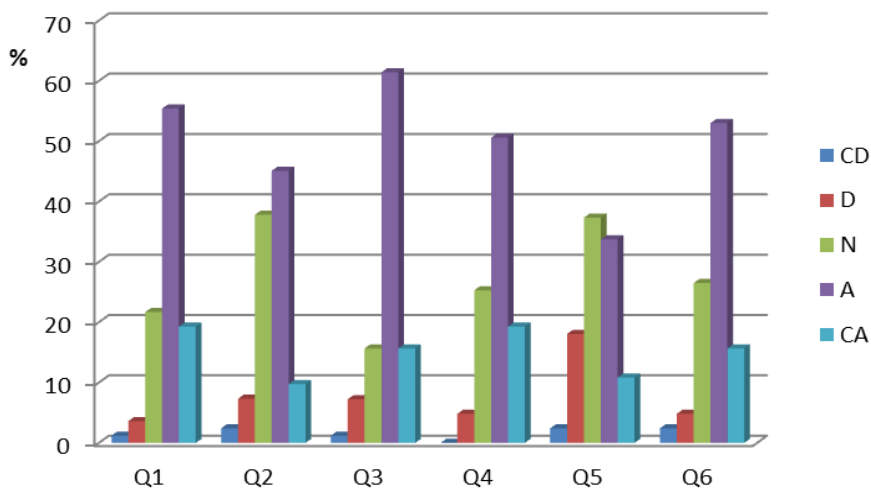


Figura 4.- Respuestas de los estudiantes al cuestionario metodología docente aplicada en el laboratorio de prácticas de Análisis Químico en el curso académico 2011-2012. Los ítems del cuestionario se muestran en la Tabla 3. CD, completamente en desacuerdo; D, en desacuerdo; N, neutro; A, de acuerdo; CA, completamente de acuerdo.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

El ítem Q5, que hace referencia al seminario que se realiza al finalizar las sesiones de laboratorio, es el que menos valoración positiva ha recibido por parte de los estudiantes. Únicamente el 45% considera que la sesión de seminario es útil para asentar los conocimientos adquiridos, mientras que un 20% está en desacuerdo y un 35% no manifiesta una opinión definida al respecto. En este resultado pueden haber influido varios aspectos, en primer lugar, tal como se ha comentado previamente, en este seminario se realiza una evaluación oral de los conocimientos adquiridos. Muchos estudiantes son reacios a este tipo de pruebas, tanto por la evaluación en sí como por el hecho de hablar en público delante de los compañeros, lo que podría haber influido en una valoración negativa. Por otro lado, los alumnos que contestaron el cuestionario recibieron las prácticas en grupos diferentes, impartidos por varios profesores del departamento de Química Analítica. A pesar de la labor de coordinación entre el profesorado que imparte la asignatura que ha permitido unificar criterios tanto de metodología como de calificación, los aspectos que se tratan en el seminario no los hemos concretado al detalle, de manera que cada profesor hace hincapié en aquellos aspectos que él considera más relevantes. Dada la variedad de profesorado que imparte estas prácticas de laboratorio (desde catedráticos de universidad hasta becarios en formación), es de esperar que la utilidad de la última sesión de seminario dependa en gran medida del profesor que la imparta. Es necesario, por tanto, elaborar para los próximos cursos una guía que defina claramente qué aspectos tratar y cómo hacerlo en el seminario final de las prácticas para alcanzar realmente los objetivos que se persiguen con el mismo.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

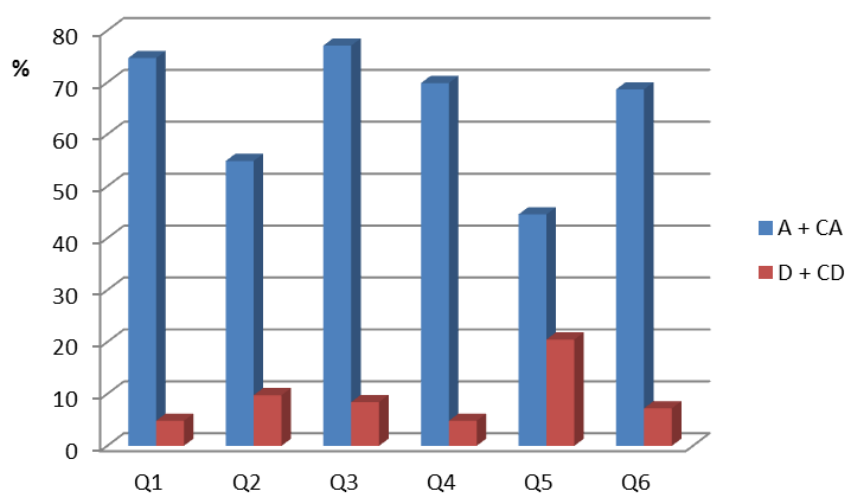


Figura 5.- Porcentajes de estudiantes que se mostraron de acuerdo (barras azules) y en desacuerdo (barras rojas) con los ítems del cuestionario (Tabla 3).

Con el fin de hacer la sesión de seminario más amena y motivar a los estudiantes a participar oralmente en la misma, el presente curso académico, dos profesoras del departamento hemos elaborado un cuestionario en formato concurso que aplicamos en algunos de los grupos de prácticas. El cuestionario contempla numerosas preguntas sobre los fundamentos de cada una de las prácticas, de cálculos o sobre la metodología llevada a cabo en el laboratorio. Al comienzo de la sesión se reparte a cada alumno las reglas del concurso que deben acatar para el correcto funcionamiento del mismo. Se organizan aleatoriamente equipos de cuatro estudiantes, y se comienza la ronda de preguntas por el estudiante de mayor edad. Los estudiantes eligen una pregunta que deben contestar correctamente; en caso contrario la pregunta pasa a los compañeros de equipo, y si ninguno de ellos la sabe contestar rebota al equipo siguiente. De este modo, se

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

van consiguiendo puntos, bien individuales o bien de grupo, que tras dos rondas de preguntas se suman para obtener la puntuación final que contribuye a la nota final de cada uno de los alumnos. Este nuevo formato, si bien pensamos perfeccionarlo el próximo curso para sacarle un mayor rendimiento formativo, fue bien acogido por los estudiantes que se mostraron motivados en todo momento.

A modo de conclusión, podemos decir que la metodología empleada en las prácticas de laboratorio de Análisis Químico con el fin de fomentar el aprendizaje activo y la adquisición de competencias ha sido, en general, muy bien acogida por los estudiantes. Si bien las primeras sesiones les resultan bastante pesadas, principalmente por todos los cálculos que deben realizar a los que no están todavía habituados, al finalizar las prácticas, prácticamente todos coinciden en que han sido muy formativas, habiendo adquirido las competencias planteadas inicialmente. Un aspecto que contribuye enormemente al éxito de las prácticas es la resolución de problemas reales. El análisis de un comprimido farmacéutico de los que tienen habitualmente en el botiquín de su casa, de un dentífrico, o del agua de una jarra Brita para comprobar si ésta elimina el Ca resulta muy motivador para el estudiante, que percibe que su trabajo de laboratorio es realmente útil y está directamente relacionado con aspectos de la vida cotidiana.

Agradecimientos: Los autores agradecen al *Vicerrectorat de Cultura, Planificació i Igualtat* de la Universitat de València la financiación recibida en la convocatoria de *Ajudes a projectes d'innovació educativa per al curs 2011/2012*, dentro del Subprograma *Finestra Oberta*.

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI



LA UNIVERSIDAD: UNA INSTITUCIÓN DE LA SOCIEDAD

8. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Guía multimedia de operaciones básicas en análisis químico, farmacéutico y medioambiental (<http://www.uv.es/gammmm/Subsitio%20Operaciones/index.htm>)

SECRETARIA TÉCNICA
VII CIDUI