

Propuesta de una metodología docente de aprendizaje autónomo para la realización de prácticas de laboratorio sobre métodos colorimétricos

M^a del Carmen Romero García*, Beatriz Sáez Pizarro y M^a Jesús Villa Hormaeche
m_carmen.romero@uem.es; beatriz.saez@uem.es; m_jesus.villa@uem.es

91-2115621

Dpto. de Química y Medio Ambiente
Escuela Superior Politécnica
Universidad Europea de Madrid
C/ Tajo s/n Villaviciosa de Odón
28670 Madrid

INTRODUCCIÓN

Durante el siglo XX se ha producido un profundo desarrollo de la Ciencia y de la Técnica, que ha provocado un importante cambio en las costumbres y en la mentalidad de los ciudadanos. Esta simultaneidad de cambios ha conducido a un estilo de aprendizaje caracterizado por una educación generalizada, una formación permanente y masiva y por un conocimiento descentralizado y diversificado (Jarvis, 1998; Pozo, 1998).

Puesto que los cambios en la educación deben reflejar las fuerzas que dan forma a la sociedad, tiene que producirse un cambio en la forma de enseñanza más acorde con la nueva sociedad. Dentro del contexto en que nos encontramos, la idea de globalización se ha evidenciado en la necesidad de conseguir una Europa del Conocimiento con unos planteamientos comunes.

Las metodologías de enseñanza universitaria apuntan a una gran transformación orientada a que el alumno aprenda a aprender. Esto implica que el alumno no aprenda simplemente contenidos sino también habilidades o competencias, como saber trabajar en equipo, planificarse en el tiempo o hablar en público, que acercan al alumno a lo que será su vida profesional. Este nuevo enfoque de la enseñanza, hace necesario la introducción de determinadas actividades formativas como debates, búsqueda de información, trabajos de investigación, exposiciones orales.

Una de las herramientas útiles para conseguir este cambio en la enseñanza es el aprendizaje cooperativo, que promueve el aprendizaje independiente y autónomo y prepara a los estudiantes para su inserción en el mundo laboral (Cuseo, 1996). La capacidad para aprender de forma autónoma durante toda la vida es uno de los requisitos que se señalan con más insistencia como esenciales para tener éxito en la sociedad. Permite que los estudiantes trabajen de forma autónoma y que asuman responsabilidades en su propio proceso de aprendizaje.

En este trabajo se describe una actividad de aprendizaje autónomo que se ha aplicado en las clases prácticas de las asignaturas Bioquímica de 1^{er} curso de la Diplomatura Óptica y Optometría y Métodos de Análisis Instrumental de 2^o curso de Ciencias Ambientales, en un bloque de prácticas diseñadas para comprender la metodología del análisis químico.

Los objetivos de esta experiencia fueron:

1. Implicar a los alumnos en su proceso de aprendizaje mejorando así la comprensión de los conceptos fundamentales en cada práctica.
2. Motivación: conseguir la implicación activa de todos los estudiantes en el laboratorio, con una actitud participativa, ir al laboratorio con una actitud de investigación y no de “realización de receta”.
3. Potenciar el desarrollo de las siguientes competencias:
 - a) Interpretación y discusión de resultados

- b) Relacionar conceptos teóricos y prácticos
- c) Mejorar la capacidad de expresarse por escrito
- d) Planificación de las tareas a realizar en el laboratorio
- e) Trabajo en equipo: fomentar la colaboración entre los alumnos.

DESCRIPCIÓN DE LA ACTIVIDAD DESARROLLADA

Se ha aplicado una metodología de aprendizaje activo, aprendizaje cooperativo, para la impartición de un total de 6 prácticas diferentes, todas ellas centradas en métodos analíticos, y dos de ellas basadas en métodos colorimétricos (tabla 1). La experiencia de los profesores a lo largo de los años pone de manifiesto la dificultad que tienen los alumnos para comprender y asimilar algunos aspectos de dichas prácticas.

<i>Bioquímica</i>	<i>Métodos de Análisis instrumental</i>
Reconocimiento de hidratos de carbono.	Determinación del contenido de hierro en una muestra de agua mediante una técnica instrumental óptica: absorción atómica
Obtención de un homogeneizado de hígado de pollo. Valoración cualitativa de proteínas.	Determinación del contenido de hierro en una muestra de agua mediante una técnica instrumental óptica: absorción molecular (colorimetría)
Valoración cuantitativa de proteínas en una muestra problema (colorimetría).	Determinación de cobre en té mediante una técnica instrumental óptica: absorción atómica

Tabla 1. Relación de prácticas trabajadas mediante la metodología propuesta.

Para la realización de cada una de las prácticas se utilizó una metodología común y se procedió de la siguiente forma:

El profesor había suministrado a los alumnos a través de la página web de la asignatura una copia de los guiones de cada una de las prácticas. En algunas prácticas además suministró información adicional al guión de prácticas al inicio de la sesión.

Ya en el laboratorio, se establecieron los grupos de trabajo formal constituidos por 2 alumnos (Bará, 2003) y se mantuvieron durante todas las sesiones de clases prácticas. Para cada práctica el profesor entregó a cada grupo una planilla explicativa de la actividad que se iba a desarrollar. En la figura 1 y 2 se muestran, a modo de ejemplo, las planillas correspondientes a las prácticas basadas en colorimetría trabajadas con esta metodología.

Al inicio de la sesión se dedicaron 10 minutos a la explicación de la forma en la que se iba a proceder para la realización de la práctica. Cada miembro del grupo realizaba individualmente una **lectura guiada del apartado indicado**, a través de unas **preguntas clave** que se corresponden con los **conceptos básicos** que deben entender los alumnos del apartado leído. Posteriormente, los alumnos discutían y elaboraban en grupo las respuestas a las preguntas clave y las expresaban por escrito en la planilla, tras la discusión en grupo guiada por el profesor. Discutir el trabajo en grupo ayuda a los estudiantes en la estructuración y comprensión de los conceptos (Miller, 1994).

Esta metodología se siguió para todos los apartados recogidos en la planilla.

Una vez abordados con esta metodología los conceptos teóricos implícitos en el diseño experimental a desarrollar, los alumnos realizaron un esquema de los pasos a seguir en el laboratorio para la realización de la práctica. Dispusieron para ello de un tiempo determinado. Tras ser revisado por el profesor, los alumnos llevaron a cabo el trabajo experimental.

VALORACIÓN CUANTITATIVA DE PROTEÍNAS EN UNA MUESTRA

OBJETIVOS:

- Adquirir los conocimientos básicos:
 1. Método colorimétrico
 2. Concepto de dilución
 3. Curva de calibrado
- Fomentar la capacidad de planificación del trabajo en el laboratorio
- Manejo de técnicas e instrumentos
- Fomentar la interpretación y discusión de resultados
- Fomentar la capacidad de trabajo en equipo
- Desarrollar la capacidad de expresarse por escrito

PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD:

Los alumnos trabajan en equipos de 2 personas

1

El alumno tiene 10 min para leer el apartado de **introducción** y responder las siguientes preguntas:

- 1.1. ¿Qué método vamos a utilizar para realizar una valoración cuantitativa de proteínas?
- 1.2. ¿En qué consiste un método colorimétrico?

2

El alumno tiene 15 min para leer el apartado Procedimiento experimental: **material y reactivos y método** y responder a las siguientes preguntas:

- 2.1. Si las proteínas absorben luz a 200 y 280 nm ¿cómo es posible que vayamos a medir la absorbancia a 500 nm?
- 2.2. ¿En qué consiste el método de Lowry?

3

El alumno tiene 15 min para leer el apartado Procedimiento experimental: curva de calibrado y responder a las siguientes preguntas:

3.1. ¿Por qué es necesario realizar una recta patrón?

3.2. ¿Con qué vamos a realizar la recta patrón?

3.3. Realiza un esquema de cada uno de los pasos a seguir para la realización de la recta de calibrado. ¿Habría que realizar un blanco? ¿Cómo lo harías?. Ten en cuenta:

- número de tubos que vas a rotular
- volumen de cada disolución que hay que poner en cada tubo
- cómo medir esos volúmenes: tipo de pipeta

4

El alumno tiene 15 min para leer el apartado Procedimiento experimental: muestras y responder a las siguientes preguntas:

4.1. ¿A qué muestras le vamos a realizar la reacción de Lowry?

4.2. Realiza un esquema de cada uno de los pasos a seguir para la preparación de las muestras de la disolución problema y de las muestras del homogeneizado de hígado de pollo

- explicar mediante un esquema la preparación de 2 diluciones seriadas de la muestra problema: DILUCIÓN 1/2, 1/4,
- explicar mediante un esquema la preparación de 2 diluciones seriadas del la del homogeneizado de hígado de pollo: DILUCIÓN 1/4, 1/8, 1/16
- ¿por qué realizamos 2 diluciones?

5

Pipeteamos todos los tubos de la recta patrón y de las muestras

6

Preparación del reactivo C:

6.1. Teniendo en cuenta el número de tubos en los que tenemos que pipetear el reactivo calcular la cantidad de reactivo a preparar

6.2. Teniendo en cuenta que el reactivo C está formado por 50 partes de A y 1 de B calcula los volúmenes que debes mezclar

Añadir el reactivo C. Incubar 15 minutos a Ta

7

Preparación de Folin:

7.1. Teniendo en cuenta el número de tubos en los que tenemos que pipetear el reactivo calcular la cantidad de reactivo a preparar

7.2. Teniendo en cuenta que el reactivo de Folin se utiliza diluido (dilución ¼) calcula que volúmenes debes mezclar

Añadir el reactivo de Folin. Incubar 30 minutos a Ta

8

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

Para determinar la concentración (mg/ml) de proteína presente en la muestra problema:

-explica mediante una gráfica cómo realizarías la recta patrón: teniendo en cuenta la absorbancia es directamente proporcional a la concentración según la ley de Lambert-Beer:

- Ten en cuenta que tienes que calcular que concentración de albúmina en mg/ml tienes en cada tubo. En el tubo 3 ¿cuántos mg de albúmina por ml tenemos? ¿y en el 8?
- Para cada concentración que has calculado conoces la Absorbancia a 500 nm

-utilizando la recta patrón explica como calcular la concentración de proteína de la muestra problema en mg/ml:

- Ten en cuenta que para cada tubo de la muestra problemas ha calculado un valor de Absorbancia a 500 nm
- Ten en cuenta que los 3 valores de Absorbancia de la muestra problema se corresponden con 3 diluciones diferentes de **muestra problema**

Figura 1. Planilla entregada a los alumnos al inicio de una práctica de Bioquímica.

DETERMINACIÓN DEL CONTENIDO DE HIERRO EN UNA MUESTRA DE AGUA MEDIANTE ESPECTROSCOPÍA MOLECULAR VISIBLE.

OBJETIVOS:

- Adquirir los conocimientos básicos:
 1. Método colorimétrico
 2. Concepto de dilución
 3. Curva de calibrado
 4. Adiciones estándar
- Fomentar la capacidad de planificación del trabajo en el laboratorio
- Manejo de técnicas e instrumentos
- Fomentar la interpretación y discusión de resultados
- Fomentar la capacidad de trabajo en equipo
- Desarrollar la capacidad de expresarse por escrito

PLANTEAMIENTO Y DESARROLLO DE LA ACTIVIDAD:

Los alumnos trabajan en equipos de 2 personas

1

El alumno tiene **20 min** para leer el apartado de **introducción** y responder las siguientes preguntas:

1. ¿En qué consiste una técnica de absorción molecular en el visible?.
2. ¿En que rango energético estamos trabajando?.
3. Con estos valores de energía, ¿qué pueden hacer las especies que la reciben?.
4. ¿Qué características especiales han de tener 3 de los 5 componentes básicos en la instrumentación?.
5. ¿Qué tipo de lámparas podemos emplear?. ¿Cuál estamos usando en el equipo del laboratorio?.
6. ¿Qué tipo de selectores podemos emplear?. ¿Cuál estamos usando en el equipo del laboratorio?.
7. ¿Qué tipo de cubetas podemos emplear?. ¿Cuál estamos usando en el equipo del laboratorio?.
8. Si una muestra tiene color, ¿podemos medirla directamente en el visible?. ¿Cómo sabemos cuál es la λ óptima?. ¿Puede ayudarnos el color de la muestra?.
9. Si una muestra no tiene color, ¿podemos medirla directamente en el visible?. ¿Qué podemos hacer para poder trabajar en el visible?. ¿Qué condiciones han de cumplirse?.

2

El alumno tiene **10 min** para leer los puntos 1-4 del apartado “**método de análisis empleando la recta de calibrado**” y responder las siguientes preguntas:

1. **La muestra problema, ¿qué color tiene?. ¿Podemos medirla directamente en el visible?.**
2. **¿Qué vamos a hacer nosotros para trabajar en el visible? Explica el método.**
3. **¿Qué especie es la que realmente vamos a medir? Sin embargo, lo que queremos es saber la concentración de hierro. ¿Estamos seguros de lo que hacemos? ¿Por qué?.**
4. Explica el papel de cada reactivo que se va añadiendo.
5. **¿Cómo elegimos la λ óptima?. ¿Qué disolución usamos para hacerlo?. ¿Por qué?. (ver guión).**
6. ¿Por qué ahora no se emplea agua destilada como disolución blanco?.

3

El alumno tiene 45 min para realizar la parte experimental. En este caso, para hacer más ágil el desarrollo de la práctica se van a preparar todas las disoluciones al principio, es decir, los patrones para el calibrado, los patrones para la recta de adiciones y las muestras problema.

1. Limpiar y pasar por agua destilada 12 matraces aforados de 100 ml.
2. Preparar la disolución patrón de Fe.
3. Preparar los patrones de Fe según se describe en el apartado 2 del apartado “**método de análisis empleando la recta de calibrado**”.
4. Preparar la disolución blanco según se describe en el apartado 3 del apartado “**método de análisis empleando la recta de calibrado**”.
5. Preparar las 3 muestras diluidas de la muestra problema
6. Preparar los patrones de Fe según se describe en el apartado 2 del apartado “**método de análisis empleando la recta de adiciones**”.
5. Elegir λ óptima.
6. Medir la absorbancia de todas las disoluciones.

4

CÁLCULO DE LOS RESULTADOS

1. Emplear calculadora u ordenador para calcular las ecuaciones de la recta de calibrado y de la recta de adiciones y/o representar la recta de calibrado en papel milimetrado.
2. Interpolar / extrapolar en la recta de calibrado/recta de adiciones y calcular $C_x \pm s_x$ de la muestra diluida y en la muestra problema.
3. Comparación de métodos: comparar los resultados obtenidos en esta práctica con los obtenidos en la práctica anterior mediante el método de absorción atómica.

Figura 2. Planilla entregada a los alumnos al inicio de una práctica Métodos de Análisis Instrumental.

En la planilla siempre existen preguntas que obligan al grupo a reflexionar sobre los resultados obtenidos y el significado de los mismos. Finalmente se realizó una discusión de los resultados obtenidos con todos los alumnos, siempre guiada por el profesor. La experiencia acumulada de los profesores implicados en esta experiencia es que la interpretación de los resultados obtenidos en el laboratorio, su discusión y la elaboración de conclusiones es una de las tareas más difíciles de realizar para los alumnos, por ello con la introducción de esta metodología de trabajo, comienzan a sentarse las bases del aprendizaje que permitirán en el futuro a los alumnos realizar esta tarea de forma autónoma.

Al final de la práctica cada grupo entregó la planilla al profesor para ser evaluada. La nota obtenida será la misma por los 2 miembros del grupo. Además cada alumno realizó individualmente un informe con los resultados obtenidos y su discusión.

Durante el transcurso de cada actividad los alumnos realizaron preguntas sobre sus dudas al profesor, poniendo de manifiesto su motivación y el interés en la práctica trabajada.

EVALUACIÓN Y VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA REALIZADA

Evaluación.

Las prácticas realizadas con esta metodología se han evaluado de la siguiente manera:

1. *Evaluación de la planilla entregada por el grupo:* debe dar respuesta a cada una de las preguntas clave propuestas por el profesor para trabajar el tema y contener cada uno de los esquemas a realizar. El resultado final es un compendio de la evaluación por parte del profesor de:

- conceptos básicos del tema en estudio
- capacidad de analizar y sintetizar la información
- capacidad de expresar la información adecuadamente
- capacidad de planificación de una práctica

En la calificación final de la planilla el profesor tuvo en cuenta la participación de los alumnos en cada una de las sucesivas discusiones que se establecen a lo largo de la práctica.

2. *Evaluación del informe final* entregado con los resultados obtenidos y la discusión de los resultados. El resultado final es un compendio de la evaluación por parte del profesor de:

- capacidad de interpretar y discutir los resultados: haber entendido la práctica correctamente
- capacidad de expresar la información adecuadamente

3. En el *examen de la asignatura* se incluyen algunas de las *preguntas clave* de las planillas para evaluar de qué forma los alumnos han adquirido los conceptos básicos de las prácticas:

BIOQUÍMICA: - ¿Por qué en un método colorimétrico es necesario realizar una recta patrón?. ¿Cómo se realiza?. 1,5 puntos.
MÉTODOS DE ANÁLISIS INSTRUMENTAL: Si una muestra problema no tiene color ¿podemos medirla directamente en el visible?. ¿Qué vamos a hacer para trabajar en el visible?. ¿Qué condiciones han de cumplirse?. ¿Qué especie es realmente la que vamos a medir?. Sin embargo, lo que queremos es saber la concentración de hierro. ¿Estamos seguros de lo que hacemos? ¿Por qué?. ¿Cómo elegimos la λ óptima si no disponemos de ningún dato previamente?. ¿Qué disolución usamos para hacerlo?. ¿Por qué?. 1 punto.

Se ha revisado la calificación numérica obtenida por los alumnos en dichas preguntas y se ha utilizado el baremo que aparecen en la tabla 2.

	<i>Pregunta Bioquímica</i>	<i>Pregunta Métodos de Análisis Instrumental</i>
Suspenseo	< 0,75	< 0,5
Aprobado	0,75	0,5
Notable	1	0,75
Sobresaliente	1,5	1

Tabla 2. Baremo utilizado para valorar la nota obtenida en la pregunta que se corresponde con la planilla.

Valoración

Para llevar a cabo un análisis de en qué medida este tipo de metodología estaba contribuyendo a un mejor aprendizaje de conceptos básicos y valorar la experiencia globalmente se ha realizado:

1. Comparación del porcentaje de calificaciones obtenidas con esta metodología con respecto al curso académico anterior.
2. Encuesta sobre calidad docente realizada a los alumnos (figura 3).

	Muy en desac.	En desacuerdo	Neutro	De acuerdo	Muy de acuerdo
El objetivo de esta encuesta es recoger información que puede ser una gran ayuda para la mejora de este curso, en futuras ediciones.					
Por favor, indica tu grado de acuerdo, según la escala de la derecha, con cada una de las afirmaciones relativas a este curso, y deja la respuesta en blanco si la afirmación no es relevante.					
A. APRENDIZAJE					
1A. He aprendido y comprendido los contenidos de las prácticas de este curso	1	2	3	4	5
2A. En qué medida ha potenciado la capacidad de relacionar los conceptos teóricos y los prácticos	1	2	3	4	5
3A. En qué medida ha potenciado la capacidad de expresarte por escrito	1	2	3	4	5
4A. En qué medida ha potenciado la capacidad de interpretación de la información	1	2	3	4	5
5A. En qué medida ha potenciado tu capacidad para discutir información y trabajar en grupo	1	2	3	4	5
B. PLANIFICACIÓN					
1B. El material de las prácticas ha sido el adecuado	1	2	3	4	5
2B. Las prácticas han estado bien planificadas	1	2	3	4	5
C. SATISFACCIÓN CON LA METODOLOGÍA UTILIZADA					
1C. .Mi satisfacción con la metodología utilizada en estas prácticas ha sido	1	2	3	4	5
2C. Recomendaría la aplicación de esta metodología en otras asignaturas de la carrera	1	2	3	4	5
COMENTARIOS:					
Modificaría:					
No modificaría:					
Otros:					

Figura 3. Encuesta de evaluación de la calidad docente.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Evaluación

La evaluación de las planillas y de los informes de resultados mostraron una nota media de notable, lo que parecía indicar que los alumnos habían realizado las prácticas con un excelente aprovechamiento. Las respuestas a las preguntas clave realizadas a los alumnos durante los periodos de discusión pusieron también de manifiesto que habían adquirido los conceptos básicos relacionados con cada práctica realizada. Por otro lado, en general todos los alumnos habían sido capaces de realizar esquemas de la práctica que a continuación iban a desarrollar.

La nota media obtenida en los informes de resultados realizados puso de manifiesto que la utilización de esta metodología está potenciando el aprendizaje de la capacidad de interpretar y discutir los resultados obtenidos.

En la tabla 2 se muestran los porcentajes de las calificaciones obtenidas por los alumnos en las preguntas de las planillas que se incluyeron en el examen. Los resultados

ponen de manifiesto que el porcentaje de alumnos que aprueban la pregunta es del 62% en la asignatura de Bioquímica, y siendo un 57% los que obtienen notable o sobresaliente. En cuanto a la asignatura de Métodos un menor número de alumnos aprueban la pregunta 41%, sin embargo un 32 % obtienen una calificación de notable o sobresaliente. Probablemente estas diferencias se deben al diferente curso en el que se enclavan estas asignaturas, Bioquímica es una asignatura de primer curso y Métodos de Análisis Instrumental de 2º curso y existe mayor complejidad en los conceptos que deben ser aprendidos.

	Bioquímica	Métodos de Análisis Instrumental
	Porcentaje respecto al total de alumnos	
<i>Suspense</i>	38	59
<i>Aprobado</i>	5	9
<i>Notable</i>	33	18
<i>Sobresaliente</i>	24	14

Tabla 3. Porcentaje de calificaciones obtenidas en la pregunta que se corresponde con la planilla.

Valoración

1. Comparación del porcentaje de aprobados obtenidos con respecto al del curso anterior.

Los resultados de comparar las calificaciones de prácticas con esta metodología con los del curso anterior se presentan en la tabla 3.

	<i>Bioquímica</i>					<i>Métodos</i>				
	Porcentaje con respecto al total de alumnos									
	<i>NP</i>	<i>SS</i>	<i>A</i>	<i>NT</i>	<i>SB</i>	<i>NP</i>	<i>SS</i>	<i>A</i>	<i>NT</i>	<i>SB</i>
<i>Curso 03/04</i>	0	50	25	19	6	0	51	46	3	0
<i>Curso 04/05</i>	8	0	31	61	0	0	0	62	35	3

Tabla 4. Porcentaje de calificaciones obtenidas en dos cursos académicos.

El porcentaje de alumnos aprobados en las prácticas de Bioquímica ha aumentados desde un 50% hasta un 92% al trabajar con esta metodología. No han existido alumnos suspensos durante el curso académico 04/05. Por otro lado la nota media obtenida por los alumnos también aumenta, pues el porcentaje de notables es un 61% con respecto a un 19% en el curso anterior. En la asignatura de Métodos de Análisis Instrumental se observa la misma tendencia. Estos resultados no parecen dejar duda sobre el hecho de que los alumnos aprenden mejor los conceptos básicos de cada práctica trabajada.

2. Encuesta de evaluación de la calidad docente

La valoración de la actividad se realizó no sólo en base a la opinión del profesor, también se tuvo en cuenta la opinión de los alumnos mediante la realización de una encuesta al final de las prácticas que aparece en la figura 3.

Teniendo en cuenta el número de alumnos que manifiestan estar de acuerdo y muy de acuerdo en cada pregunta con respecto al total de alumnos, se ha calculado el porcentaje de alumnos que manifiestan estar conformes con cada pregunta que aparece en la encuesta. Cuando sólo se muestra un porcentaje es porque no existen diferencias significativas entre las 2 asignaturas.

Los resultados obtenidos (figura 4) en el apartado aprendizaje indican que un 92% de los alumnos manifiestan que han aprendido y comprendido los contenidos de las prácticas realizadas.

Con respecto a la potenciación de competencias, en la capacidad de relacionar conceptos teóricos y prácticos un 75 % de los alumnos de Bioquímica piensan que se potencia esta habilidad frente a un 93% en los alumnos de Métodos. Sólo un 60% de los alumnos están

de acuerdo o muy de acuerdo en que estas actividades han potenciado la capacidad de expresarse por escrito. Por otro lado el diseño de esta metodología si bien potencia esta competencia no era éste el objetivo principal. Las principales competencias a desarrollar con esta metodología eran la capacidad de interpretar la información, y un 75% de los alumnos manifiestan que así ha sido, no existiendo diferencias entre los alumnos de las 2 titulaciones. Por otro lado, la otra competencia que nos interesaba mucho potenciar era la capacidad de trabajar en equipo y discutir la información, y a este respecto son un 90% los alumnos que se manifiestan de acuerdo. Por tanto, los alumnos perciben que esta metodología está potenciando las principales competencias que los profesores se plantearon desarrollar.

Un 96% de los estudiantes encuestados creen que las actividades han estado adecuadamente organizadas y planificadas y 93% que el material suministrado ha sido el adecuado.

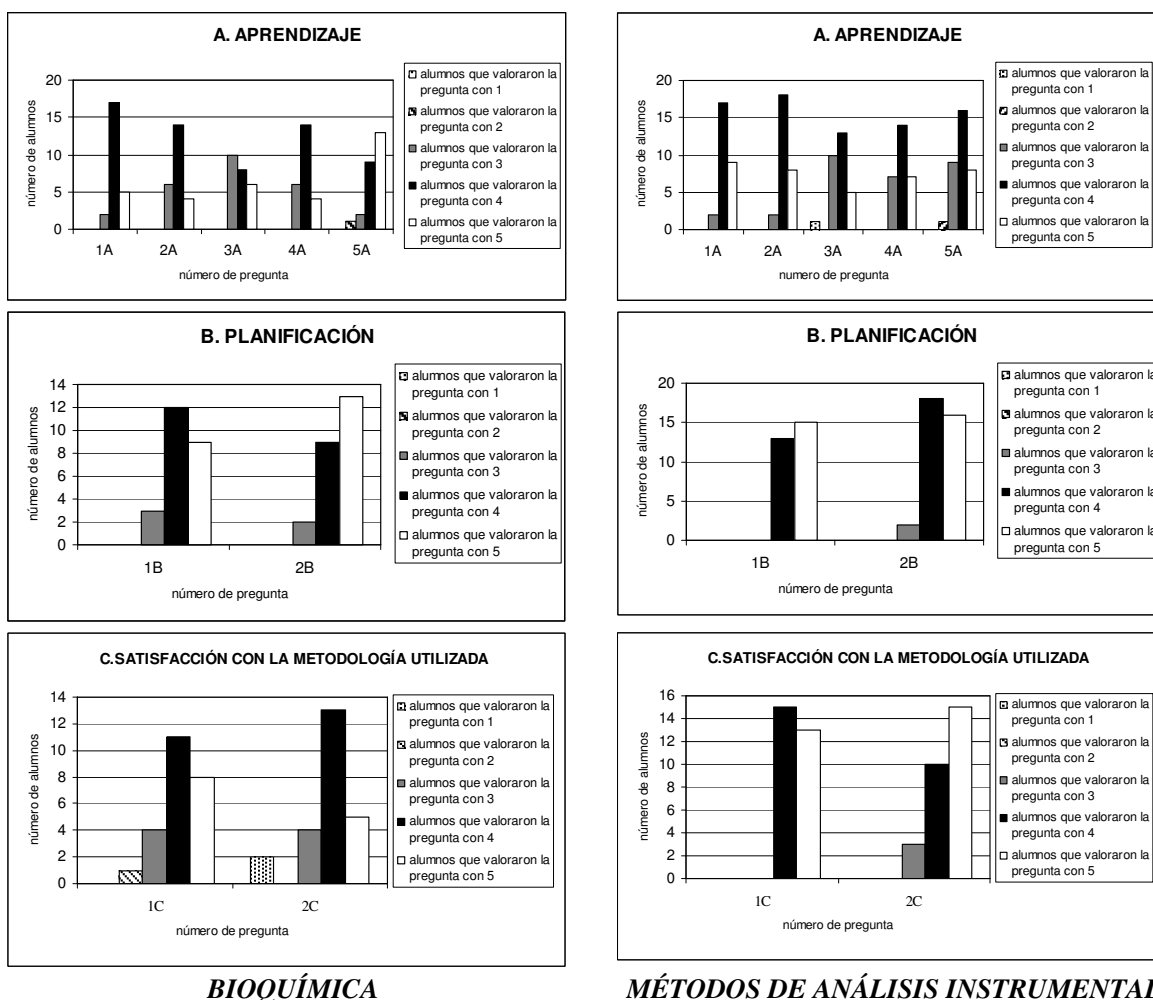


Figura 4. Resultados obtenidos en la encuesta para cada bloque de preguntas en las dos asignaturas.

En el apartado satisfacción con la metodología existen diferencias significativas en la valoración que realizan los alumnos de Óptica y Optometría con respecto a los alumnos de Ciencias Ambientales. Un 79% de los alumnos de Bioquímica encuestados están satisfechos con la metodología utilizada en este curso y en el caso de Ciencias Ambientales el 100% de los alumnos. Por último, un 89% de alumnos de C. Ambientales recomienda su aplicación en otras asignaturas frente a un 75% de alumnos de Óptica. Parece que esta metodología se

adapta mejor a los alumnos de Ciencias Ambientales que a los alumnos de Óptica. Esta diferencia posiblemente pone de manifiesto que los alumnos de Métodos son de 2º curso y su mayor madurez permite que sean capaces de valorar más adecuadamente esta metodología que los alumnos de primer curso.

Todos estos resultados se corresponden con los principales comentarios realizados por los alumnos en las encuestas, que manifiestan ***“este año he comprendido mejor las prácticas tanto el objetivo como el procedimiento, te obligan a pensar en el momento, son más amenas”***.

Por último, los resultados obtenidos en este trabajo permiten afirmar que este tipo de actividades aumentan el interés de los estudiantes por las prácticas asegurando su comprensión, coincidiendo estos resultados por los aportados por otros autores para esta metodología (Davis, 1993). Los alumnos han demostrado un gran interés en cada una de las prácticas realizadas con esta metodología.

CONCLUSIONES

Este trabajo se enmarca en el Plan de Desarrollo de Competencias en el Alumnado de la Universidad Europea de Madrid que incluye diferentes actividades puestas en marcha en la Escuela Superior Politécnica, algunas de ellas relacionadas con el aprendizaje cooperativo (Buenaga, 2004).

Los resultados presentados demuestran que la introducción de este tipo de actividades en asignaturas de primer y segundo curso es muy positiva, deben ser planificadas detalladamente por el profesor y requieren un mayor esfuerzo por parte de los estudiantes, pero como se pone de manifiesto en este trabajo, generan una mayor participación de los alumnos en las prácticas, mejor comprensión y retención de los conceptos básicos del tema propuesto (Gross, 1999). En general, se consigue un sensible aumento de la motivación de los alumnos hacia las prácticas de la asignatura, aspecto básico para que los alumnos aprendan (Felder, 1994). Generándose en los estudiantes interés en el aprendizaje de la asignatura en sí misma independientemente de la evaluación. (Cramer, 1994). Así mismo, potencian toda una serie de competencias, interpretación y discusión de resultados, planificación de una práctica, trabajo en equipo y capacidad de expresarse por escrito, que preparan a los alumnos para las asignaturas que habrán de cursar posteriormente y contribuyen a las que necesitarán en su desarrollo profesional (Felder, 2001).

Finalmente, los resultados obtenidos en este trabajo permiten concluir que el próximo curso esta metodología de aprendizaje se va a seguir aplicando a las prácticas de estas asignaturas y se va extender a otras prácticas impartidas por los profesores implicados.

BIBLIOGRAFÍA

- BARÁ J., VALERO M. (2003). *Taller de formación: Técnicas de Aprendizaje Cooperativo*. Universidad Europea de Madrid.
- BUENAGA M., ORTEGA J.A., MATA M., BONSON M. (2004). *Desarrollo de competencias en los estudios de ingeniería: la experiencia en la Escuela Superior Politécnica de la Universidad Europea de Madrid*. 3^{er} Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación.
- CRAMER, S. (1994). *Assessing Effectiveness in the Collaborative Classroom*. In K. Bosworth and S. Hamilton (Eds.), *Collaborative Learning: Underlying Processes and Effective Techniques*. San Francisco: Jossey-Bass.
- CUSEO, J.B. *“Cooperating Learning: A pedagogy for Addressing Contemporary Challenges and Critical Issues in Higher Education”*. New Forum Press, 1996.

- DAVIS, B. (1993). *Tools for Teaching*. San Francisco: Jossey-Bass.
- FELDER R. AND BRENT R. (1994). *Cooperative learning in technical courses: Procedures, pitfalls, and payoffs*. ERIC Document Reproduction Service Report ED 377038.
- FELDER R., BRENT R. (2001). Effective strategies for cooperative learning, *J. Cooperation & Collaboration in College Teaching*. 10(2), pp 69-75.
- GROSS D. (1999). Cooperative Learning: Students Working in Small Groups. *Speaking of Teaching. Stanford University Newsletter on Teaching*, 10(2), pp. 1-4.
- JARVIS, P. (1998). *The theory and practice of learning*. London. Kogan Page
- MILLER, J., TRIMBUR, J., AND WILKES J. (1994). *Group Dinamics: Understanding Group Success and Failure in Collaborative Learning*. In K. Bosworth and S. Hamilton (Eds.), *Collaborative Learning: Underlying Processes and Effective Techniques*. San Francisco: Jossey-Bass.
- POZO J.I. (1998). *Aprendices y maestros*. Madrid. Psicología Minor