

METODOLOGÍAS ACTIVAS APLICADAS A LA ENSEÑANZA DE LA QUÍMICA ANALÍTICA: UNA EXPERIENCIA PILOTO EN LA TITULACIÓN DE FARMACIA

Yolanda MARTÍN BIOSCA

Facultad de Farmacia, Departamento de Química Analítica

Universitat de València

Resumen

La asignatura Técnicas Analíticas es una asignatura troncal que se imparte en el segundo curso de la licenciatura de Farmacia, y que tradicionalmente ha presentado un número elevado de estudiantes no-presentados y de suspensos. En el curso 2005-2006 se implantó un grupo piloto de innovación educativa con el fin de aplicar cambios en la metodología de enseñanza utilizada habitualmente en los estudios universitarios de Farmacia. Con el fin de estimular a los estudiantes y mejorar de este modo los resultados de la asignatura, se modificó la metodología didáctica introduciendo metodologías activas y trabajo cooperativo, modalidades que potencian la comunicación y participación entre todos los miembros de la clase. Para motivar a los estudiantes y aumentar su protagonismo en el proceso de aprendizaje, se han propuesto distintas actividades, alternativas a la clase magistral tradicional, como el estudio de un caso de asesinato, trabajo con bibliografía científica real, preparación y exposición de problemas en clase, etc. En la presente comunicación se expone la nueva metodología de trabajo empleada, la cual ha mejorado notablemente los resultados académicos de los estudiantes en esta asignatura dentro del grupo piloto.

Palabras Clave: metodologías activas, trabajo cooperativo, química analítica, farmacia

1. Introducción

En el curso académico 2005-2006 el equipo decanal de la Facultad de Farmacia de la Universitat de València decidió implantar un grupo piloto de innovación educativa, dirigido a estudiantes de primer curso de la licenciatura de Farmacia, en el marco de la *III Convocatòria per al Desenvolupament d'Experiències d'Innovació Educativa* de la Universitat de València. El principal objetivo era aplicar cambios en la metodología de enseñanza utilizada habitualmente en los estudios universitarios de Farmacia y analizar los resultados obtenidos, con el fin de recoger la información necesaria para que la reforma educativa que ha comenzado a llevarse a cabo sea óptima.

En este proyecto se pretende dar al estudiante un mayor protagonismo en su proceso de aprendizaje. El proyecto se basa principalmente en la adopción del crédito ECTS, la reducción de horas presenciales y el aumento de actividades de carácter participativo. La reducción de horas presenciales (un 24%) pretende que el estudiante disponga de más tiempo para ser el sujeto activo de su propio aprendizaje. En nuestro proyecto la reducción afecta principalmente a las clases de teoría. El volumen de clases presenciales de tipo práctico se ha mantenido, ya que el equipo de profesores las considera esenciales para la correcta formación y desarrollo de las habilidades y competencias de una titulación científicotécnica. La reducción de clases presenciales facilitará la participación activa del estudiante en el desarrollo de la asignatura, la preparación previa de las clases, la realización de ejercicios y problemas, la preparación de trabajos y seminarios, y también otras actividades académicas que requieran la implicación del estudiante en su desarrollo, como la exposición de seminarios, las tutorías en grupos reducidos, etc.

La asignatura Técnicas Analíticas es una asignatura troncal que se imparte en el segundo curso de la licenciatura de Farmacia. En la primera parte de la asignatura, impartida por el Departamento de Química Analítica se proporciona una visión general y actual de la Química Analítica: sus diferentes técnicas y métodos, fuentes bibliográficas, operaciones básicas del proceso analítico, el equilibrio químico y sus diferentes tipos, los fundamentos del análisis volumétrico y gravimétrico, y fundamento y principales aplicaciones del análisis cromatográfico y las técnicas electroquímicas. Esta asignatura, tradicionalmente ha presentado un elevado absentismo, lo que ha propiciado un porcentaje elevado de estudiantes no-presentados a las distintas convocatorias y también de suspensos.

En la presente comunicación se plantea la adaptación de la asignatura «Técnicas Analíticas» al sistema de créditos ECTS mediante una experiencia piloto previa a la incorporación definitiva en el Espacio Europeo de Educación Superior.

2. Resultados

2.1 Adaptación de la asignatura «Técnicas Analíticas» al EEES

Para adaptar la asignatura «Técnicas Analíticas» al nuevo sistema, de acuerdo con el proyecto de innovación educativa, las horas de trabajo de los estudiantes se han contabilizado en términos de créditos ECTS, se han reducido las horas presenciales y se han aumentado las actividades de carácter participativo. El desarrollo de la asignatura se estructura en torno a cinco tipos de actividades: las clases de teoría, las clases de problemas, las clases prácticas de laboratorio, las tutorías y los talleres. Tanto en las clases de teoría, como de problemas y talleres se pretende fomentar el aprendizaje cooperativo. Para ello los estudiantes forman grupos de trabajo (4 personas) estables durante todo el cuatrimestre.

En las clases de teoría se ha optado por la metodología didáctica de lección magistral participativa. En ella hay unos tiempos y tareas centrados en el profesor, en los que se ofrece una visión global del tema y se incide en los conceptos clave para la comprensión del mismo; y otros tiempos centrados en actividades que llevan a cabo los estudiantes en pequeños grupos. Estas actividades han sido diseñadas con el fin de alcanzar los objetivos de aprendizaje planteados, y para favorecer el aprendizaje cooperativo y la participación de los estudiantes.

Las clases de problemas se dedican a la resolución de cuestiones y problemas relacionados con los aspectos tratados en las clases de teoría. El profesor resuelve algunos problemas seleccionados ante todo el grupo y los estudiantes trabajan en clase, en pequeños grupos, para resolver nuevos planteamientos, que posteriormente exponen al resto de compañeros. Los problemas no resueltos en el aula se proponen a los alumnos a fin de que los resuelvan individualmente y los presenten durante las sesiones de tutorías personalizadas.

A lo largo del cuatrimestre se realizan talleres dedicados a profundizar sobre distintos aspectos de la asignatura. El profesor proporciona los materiales necesarios y propone una serie de actividades para favorecer el aprendizaje. Cada estudiante debe preparar el taller y poner en común con el grupo lo trabajado de forma individual. Finalmente, se realiza una puesta en común con el resto de la clase y cada grupo elabora un documento que se ha de presentar para su evaluación. En el curso académico 2007-2008 se realizaron los siguientes talleres:

- *¿Cómo resolver un problema en química analítica?* Lectura y análisis de una historia que cuenta la forma en que se resolvió el origen de la muerte de unos venados encontrados por un guardabosque [1].
- *Muestreo*. Ejercicio práctico que demuestra el efecto del tamaño de la muestra sobre el muestreo. Para ello los estudiantes dispusieron de muestras de lacasitos y frutas de caramelo de diferentes tamaños [2].
- *El asesinato de Adam*. Estudio de un caso basándose en una historia que cuenta un asesinato y las investigaciones realizadas al respecto por detectives de Scotland Yard. A partir de los resultados analíticos encontrados por los detectives, los estudiantes deben plantear una estrategia para resolver el asesinato. Además deben presentar un informe detallando todos los pasos realizados en la investigación. Este taller se realiza durante 3-4 sesiones [3].

- *Técnicas de separación.* Se proporciona a los estudiantes artículos científicos, con el fin de que identifiquen las técnicas de separación empleadas en aplicaciones reales, y comprendan el fundamento de las mismas.
- *Determinación gravimétrica de magnesio.* A partir de un ejemplo real de determinación gravimétrica los estudiantes trabajan distintos aspectos de los métodos gravimétricos: identificación de las etapas, características de los precipitados y cálculos.

Con el fin de guiar a los estudiantes en el proceso de aprendizaje, para cada uno de los temas del temario se elaboró una guía de trabajo donde se especifican los objetivos a alcanzar, el material de trabajo disponible para conseguir dichos objetivos y las tareas a realizar, tanto individuales como de grupo en el aula, junto con la fecha de entrega de las mismas.

Dentro del proyecto de innovación educativa se ha potenciado la tutoría personalizada, cuya finalidad es orientar, guiar y ayudar al estudiante durante el proceso de aprendizaje. Durante la primera parte de la asignatura Técnicas Analíticas, los alumnos acuden a 3 sesiones de tutorías en pequeños grupos. En ellas, se orienta al alumno sobre todos los elementos que conforman el proceso de aprendizaje, tanto en lo que se refiere a planteamientos de carácter global como a cuestiones concretas. Así mismo, los alumnos entregan resueltos problemas y cuestiones propuestos por el profesor y exponen en la pizarra una selección de los mismos.

Las clases de laboratorio constituyen una actividad fundamental dentro de la asignatura. Previamente a la asistencia al laboratorio, el estudiante debe comprender el guión de cada práctica, repasar los conceptos teóricos que implica, contestar a una serie de cuestiones previas y preparar un esquema del proceso de trabajo. En el laboratorio, el profesor incide sobre los aspectos más importantes del trabajo experimental y atiende al estudiante durante la sesión. Una vez finalizado el trabajo propiamente experimental el estudiante realiza los cálculos pertinentes y el tratamiento estadístico de los datos obtenidos utilizando para ello hojas de cálculo disponibles en los ordenadores del laboratorio. Por último, el estudiante debe elaborar un informe analítico con los resultados obtenidos en todas las determinaciones realizadas.

La evaluación del aprendizaje de los estudiantes tiene en cuenta todas las actividades realizadas. Además de la realización de exámenes para comprobar los conocimientos adquiridos, una parte importante de la nota final se basa en la evaluación continua de los progresos y del trabajo desarrollado tanto por los grupos de trabajo, como por el estudiante de forma individual. En la evaluación se tienen en cuenta, aspectos como: asistencia a las clases, participación razonada y clara en las discusiones planteadas; preparación y exposición de las actividades propuestas; progreso en el uso adecuado del lenguaje químico; planteamiento de dudas; espíritu crítico y capacidad de colaborar con el resto del grupo. La nota de prácticas constituye el 12,5% de la nota global de la asignatura, para su evaluación se tienen en cuenta los resultados obtenidos presentados en un informe analítico, la memoria y un examen de cuestiones, además de la actitud y el trabajo en el laboratorio.

2.2 Evaluación de la experiencia piloto

Los resultados obtenidos al modificar la metodología docente, con el objetivo de fomentar la participación y cooperación de los estudiantes en el aula, se pueden analizar desde dos aspectos diferentes: la actitud de los alumnos ante la metodología utilizada y los resultados académicos alcanzados.

2.2.1 Mejora de los resultados académicos

En la Figura 1 se muestra la evolución del número de estudiantes presentados a la primera convocatoria de la asignatura troncal Técnicas Analíticas de 2º curso de la licenciatura desde que comenzó a impartirse en el curso académico 2000-2001 hasta el curso 2007-2008. Los porcentajes mostrados corresponden hasta el curso 2005-2006 a un grupo convencional impartido en horario de mañana (grupo B), y al grupo piloto de innovación educativa (grupo IE) los dos últimos cursos académicos. Como puede observarse, el porcentaje de no-presentados en la primera convocatoria ha disminuido drásticamente. En el grupo convencional la tasa de no-presentados varió entre un 36 y un 51%, mientras que en el grupo IE el porcentaje de no-presentados se ha reducido por debajo del 7,5%.

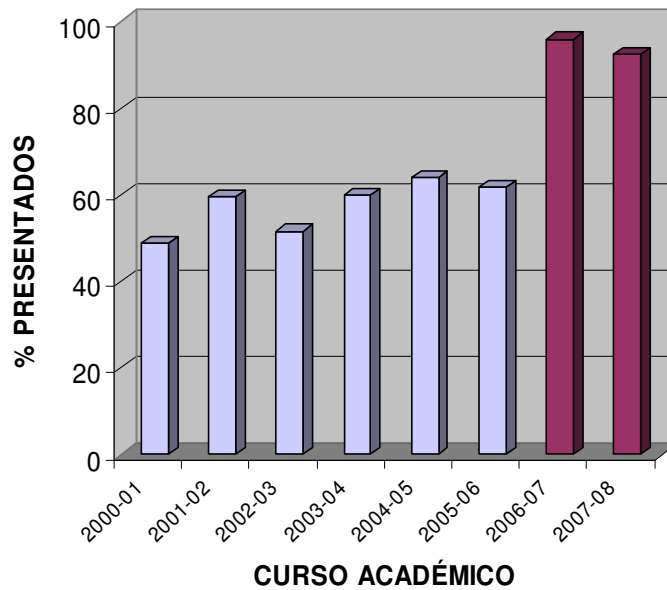


Fig. 1 Evolución del número de estudiantes presentados a la primera convocatoria de la asignatura troncal Técnicas Analíticas de 2º curso de la licenciatura en Farmacia. En color morado se muestra el porcentaje para un grupo convencional impartido en horario de mañana (grupo B). En color granate porcentaje de presentados en el grupo piloto de innovación educativa (grupo IE).

En la Figura 2 pueden verse los resultados académicos alcanzados por los estudiantes presentados a la primera convocatoria de la asignatura en los distintos cursos académicos. Tal como se aprecia en la figura, no sólo ha disminuido drásticamente la tasa de no-presentados, sino también el porcentaje de suspensos. En el grupo convencional el porcentaje medio de estudiantes suspendidos en la primera convocatoria entre los cursos académicos 2000-01 y 2005-6 fue del 42,2%, mientras que en el grupo de innovación educativa se ha reducido al 10%

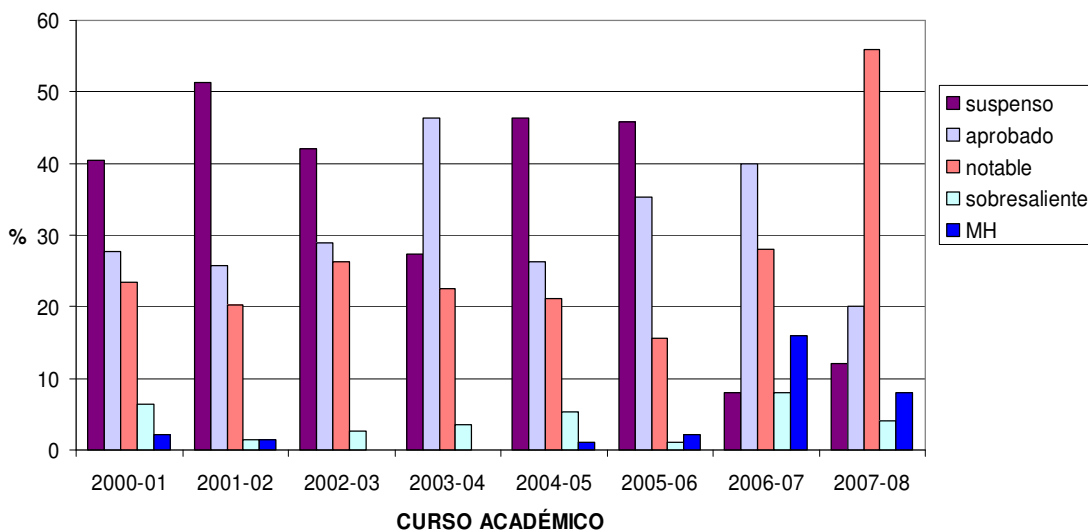


Fig. 2 Resultados académicos obtenidos por los estudiantes presentados a la primera convocatoria de la asignatura troncal Técnicas Analíticas de 2º curso de la licenciatura en Farmacia. Los resultados de los cursos académicos 2000-01 a 2005-06 corresponden a un grupo convencional impartido en horario de mañana (grupo B). Los resultados de los cursos 2006-07 y 2007-08 corresponden al grupo piloto de innovación educativa (grupo IE).

Si se examinan con más detalle las notas obtenidas por los estudiantes del grupo de innovación educativa destacan varios aspectos. En primer lugar llama la atención el mayor porcentaje de buenas calificaciones en comparación con los grupos convencionales. Este hecho tiene su principal justificación en la forma de acceso al grupo, ya que los primeros estudiantes que se matriculan, y por tanto los que eligen el grupo en el que van a cursar sus estudios, son los que tienen mejor expediente académico, lo que hace que algunos de ellos se concentren en el grupo IE. Por otra parte, creemos que la metodología empleada también puede haber contribuido a la mejora de las calificaciones de algunos estudiantes que dentro de un grupo convencional, por sentirse menos motivados hacia el aprendizaje de la materia, habrían logrado un menor rendimiento académico.

Otro aspecto a destacar es el cambio de tendencia producido el curso pasado 2007-08 en los porcentajes de estudiantes que obtuvieron las calificaciones de aprobado y de notable con respecto a los años anteriores. Hasta el curso académico 2006-07, el número de estudiantes con la calificación de aprobado siempre había sido mayor, en mayor o menor medida, que el de alumnos con notable. Sin embargo, el curso pasado aumentó de forma significativa la proporción de notables respecto al de aprobados. Este cambio de tendencia posiblemente sea una consecuencia de los cambios introducidos en el último curso tanto en la metodología didáctica como en la evaluación. En el último año se incrementó el número de actividades cooperativas realizadas en el aula y se les exigió a los estudiantes la entrega de estas tareas de grupo así como de problemas y glosarios de cada uno de los temas a título individual. El aumento del trabajo cooperativo se tuvo en cuenta en la evaluación, de modo que la nota obtenida por el grupo de trabajo supuso un 20% de la calificación global de la teoría del primer cuatrimestre. Este incremento de actividades, además de contribuir directamente en la calificación final, fomentó el aprendizaje activo y continuo por parte de los estudiantes, lo que se tradujo a su vez en una mejora, en general, de las notas obtenidas en el examen final.

2.2.2 Actitud de los estudiantes ante los cambios metodológicos

Los cambios introducidos en la metodología docente han sido en general bien recibidos por los alumnos, que han mostrado una mayor motivación hacia la asignatura en los dos últimos cursos académicos en los que se ha impartido el grupo piloto. Con el fin de conocer con mayor detalle cuáles eran sus impresiones sobre distintos aspectos de la metodología empleada, y detectar posibles aspectos a mejorar, al finalizar el pasado curso los estudiantes contestaron de forma anónima a un cuestionario cuyos ítems se muestran en la Tabla 1. Los alumnos debían responder si estaban completamente de acuerdo, de acuerdo, indiferente, en desacuerdo o totalmente en desacuerdo con las afirmaciones propuestas.

Tabla 1.- Ítems del cuestionario sobre metodología docente.

Q1	La realización de actividades en el aula me ha resultado amena.
Q2	La realización de actividades en el aula me ha ayudado en el proceso de aprendizaje de la asignatura.
Q3	La realización de trabajos en grupo ha aumentado mi interés por la asignatura.
Q4	La interacción con mis compañeros me ha ayudado a realizar el trabajo.
Q5	La realización de actividades en grupo en el aula me ha hecho sentir más protagonista del aprendizaje de la asignatura.
Q6	He aprendido cosas que considero valiosas para mi formación como farmacéutico.
Q7	El trabajo personal estaba bien planteado y siempre he tenido claro lo que tenía que hacer.
Q8	La realización y entrega de tareas me ha ayudado a conseguir los objetivos de aprendizaje planteados.
Q9	Estoy satisfecho con mi evolución en relación con esta materia.

En la Figura 3 se muestra cuáles fueron las respuestas al cuestionario dadas por los estudiantes. Según los resultados obtenidos, la realización de actividades en el aula le resultó amena a más de un 95% de los estudiantes, e igualmente la gran mayoría (87%) piensa que tanto los trabajos de grupo como la entrega de tareas individuales les han ayudado en el proceso de aprendizaje. El menor porcentaje de alumnos que están de acuerdo o completamente de acuerdo se obtuvo para los ítems Q6 y Q9. La proporción de estudiantes que creen que han aprendido cosas que consideran valiosas para su formación como farmacéuticos es de un 65%, y hay un 30% de alumnos que no está del todo satisfecho con su evolución en el aprendizaje de la asignatura.

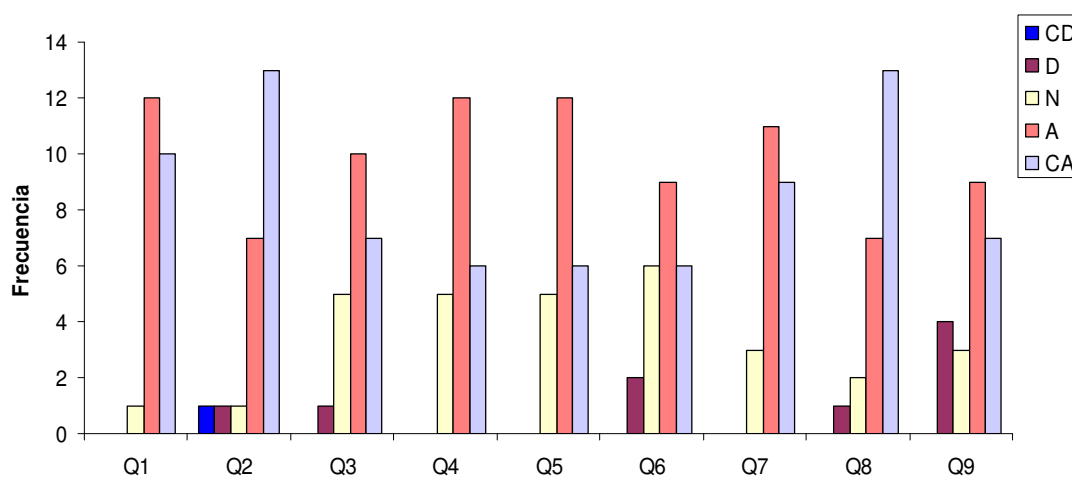


Fig. 3 Respuestas de los estudiantes al cuestionario sobre la metodología docente empleada en el curso académico 2007-2008. Los ítems del cuestionario se muestran en la Tabla 1. CD, completamente en desacuerdo; D, en desacuerdo; N, neutro; A, de acuerdo; CA, completamente de acuerdo.

Además de responder al cuestionario, se les pidió a los estudiantes que indicaran brevemente los aspectos que habían encontrado más positivos de las clases, de las tutorías y de los talleres que se llevaron a cabo el curso 2007-08. En la tabla 2 se muestran algunos de los comentarios emitidos. En general, los alumnos destacaron como aspectos positivos la participación activa en las clases, la interacción con sus compañeros, el trabajo en equipo, la aplicación de la teoría a casos prácticos y la obligación de entregar las tareas asignadas, entre otros. Por tanto, se puede concluir que los estudiantes muestran una actitud muy positiva hacia los cambios metodológicos empleados que por un lado hacen que el aprendizaje sea mucho más activo y eficaz, y por otro que las clases les resulten más amenas, lo que redunda todo ello en una mayor motivación por la asignatura y en una mejora de los resultados académicos.

Tabla 2.- Algunos comentarios de los estudiantes al ser preguntados sobre los aspectos más positivos de las clases, tutorías y talleres desarrollados en el curso académico 2007-2008.

<p>Las clases</p> <ul style="list-style-type: none"> - La participación activa del alumno - El diálogo profesor-alumno. Ninguna clase ha sido tipo "seminario", en la que el profesor habla y los demás sólo escuchan. - La resolución de problemas cada vez que se explicaba algo nuevo, así quedaba todo más claro. - Realizar actividades en grupo y problemas. - El método empleado estaba bien en la distribución, ya que alternando la teoría con las actividades se hace más ameno y se fijan más conocimientos. - Hemos trabajado en grupo problemas que quizá individualmente no me hubieran salido. - El trabajo en grupo hace que te interese más, porque pones ideas en común. - Hemos aprendido y nos lo hemos pasado bien. - La libertad para participar ...
<p>Tutorías</p> <ul style="list-style-type: none"> - Poder realizar los ejercicios que no entendíamos bien - En las tutorías profundizábamos cada tema y era útil para exponer cada uno sus dudas y problemas, y entre todos entenderlos. - Corrección de problemas y tener que entregarlos. - Obligarte a hacer los ejercicios regularmente. - Debido a que se nos exigía el trabajo de los problemas casi a diario, las tutorías eran aprovechadas para la resolución de las dudas que podían surgir de los ejercicios. - El reducido número de alumnos que permite aprovechar el tiempo al máximo ... - Hacer los glosarios y los problemas al día me ha ayudado mucho. Así, en las tutorías resolvíamos las dudas que nos surgían.
<p>Talleres</p> <ul style="list-style-type: none"> - Me han parecido geniales, porque con los compañeros aprendes más cosas de la asignatura.... - La interacción con los compañeros y cambiar la rutina diaria - Era más fácil de entender la teoría, ya que aprendíamos a como había que aplicarla. - Trabajo en equipo. Entrega de trabajos en grupo. - Ver la asignatura desde un punto de vista más práctico. - Amenizan las clases y sirven para fijar conocimientos. - La aplicación de técnicas amenas para el aprendizaje de conceptos teóricos y prácticos. - Quizás mucho trabajo, pero los resultados finales valieron la pena. - Trabajo en grupo. Exposiciones por parte de los miembros del grupo de los resultados obtenidos. Ayudan a ir al día más o menos dentro de lo posible. - Hacían las clases más cortas y amenas, y además era más fácil y entretenido ponerte a hacer problemas con tres compañeros más que tú solo. - Hacer trabajos en grupo y no individuales, ya que "lo que no sabe uno, lo sabe otro". - Poder asimilar los conceptos de manera práctica...

3. Conclusiones

La experiencia piloto realizada en la asignatura «Técnicas Analíticas» de la licenciatura en Farmacia, al integrar metodologías activas (estudio de caso, talleres, clase magistral participativa, trabajo cooperativo, exposición de problemas...) en el desarrollo de los contenidos curriculares, ha logrado cambios significativos en las actitudes y respuestas de los alumnos. En los cursos académicos 2006-07 y 2007-08, en los que se implantó la adaptación de la asignatura al sistema de créditos ECTS, se produjo una mejora significativa en los resultados académicos, disminuyendo drásticamente tanto la tasa de no-presentados a la primera convocatoria de la asignatura como el porcentaje de suspensos. Por otra parte, los estudiantes mostraron una actitud muy positiva hacia los cambios metodológicos introducidos, y destacaron entre otros aspectos la participación activa en las clases, la interacción con sus compañeros, el trabajo en equipo, la aplicación de la teoría a casos prácticos y la obligación de entregar las tareas asignadas.

El contexto actual de adaptación de las titulaciones al EEES y la adopción del sistema de créditos ECTS constituyen una oportunidad única para la mejora de nuestra actividad docente. Para llevar a cabo una buena enseñanza y un buen aprendizaje de la Química Analítica debe fomentarse el uso de metodologías activas mayoritariamente centradas sobre los estudiantes, ya que resultan más motivantes, formativas y generadoras de aprendizajes significativos que los métodos centrados en el profesor. En esta comunicación se ha demostrado que el empleo de estas metodologías es muy bien recibido por los estudiantes, a la vez que mejora notablemente los resultados académicos.

4. Referencias

- [1] SKOOG, D.A.; WEST, D.M.; HOLLER, F.J.; CROUCH, S.R. *Química Analítica*. 8ª edición, Thomson, 2005
- [2] DINAN, F.J.; SZCZEPANKIEWICZ, S.H.; CARNAHAN, M.; COLVIN, M.T. "The analysis of a murder, a case study". *Journal of Chemical Education*, Vol 84, 2007, 617.
- [3] ROSS, M.R. "A classroom exercise in sampling technique". *Journal of Chemical Education*, Vol 77, 2000, 1015.

Agradecimientos

Esta experiencia se ha llevado a cabo en el grupo piloto de innovación educativa de la licenciatura de Farmacia implantado en la Facultad gracias a las *Convocatòries per al Desenvolupament d'Experiències d'Innovació Educativa* de la Universitat de València.