

Aplicación de metodologías de enseñanza cooperativa en la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación

Óscar Menéndez¹, Pedro de Paco² y Josep Parrón³

Departamento de Telecomunicación e Ingeniería de Sistemas de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería de la Universidad Autónoma de Barcelona. E-mails: oscar.menendez@uab.es, pedro.depaco@uab.es y josep.parron@uab.es.

Resumen: En esta comunicación se muestra un ejemplo de aplicación de diferentes metodologías de enseñanza cooperativa en una asignatura de la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación de la Universidad Autónoma de Barcelona. Este tipo de metodologías, muy comunes en muchas titulaciones universitarias, no están muy extendidas en las titulaciones técnicas donde la mayoría de las asignaturas son impartidas mediante clases magistrales.

Palabras claves: metodología activa de enseñanza-aprendizaje, aprendizaje cooperativo, ingeniería.

Title: Application of cooperative-learning methodologies in the telecommunication engineering degree.

Keywords: active learning-teaching methodology, cooperative learning, engineering.

Abstract: This communication shows an application example of different cooperative-learning methodologies in one subject of the Telecommunication Engineering degree at the Autonomous University of Barcelona. This type of methodologies, very common in many degrees, is not very widespread in technical degrees where the most of the subjects are given by means of lectures.

Introducción

Este trabajo se ha llevado a cabo en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería (ETSE) de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) durante el segundo semestre del curso académico 2007-2008 en la asignatura de Posicionamiento por satélite, asignatura optativa del segundo curso de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad Sistemas Electrónicos, cuya carga docente es de 6 créditos repartidos en 3 créditos de teoría, 1.5 créditos de problemas y 1.5 créditos de prácticas.

Esta asignatura, por su nombre, resulta muy atractiva para los estudiantes, pero dado que se imparte en un momento muy temprano de su aprendizaje tiene un alto contenido teórico y poco práctico, lo que la acaba convirtiendo en una asignatura poco atractiva donde los estudiantes simplemente se limitan a tomar apuntes. Esta tendencia se ve en el hecho de que los primeros años que se impartió esta asignatura contaba con más de 50 matriculados, mientras que actualmente el número de matriculados se ha reducido a la mitad.

Dentro de este marco, este trabajo propone sustituir parcialmente las clases magistrales convencionales por un conjunto de actividades a desarrollar por los estudiantes que permitan a estos construir parte de su propio aprendizaje. Se trata de que el alumno tenga un papel activo, huyendo de la simple toma de apuntes. Estas actividades se basan en el aprendizaje cooperativo (Johnson, 1989), (Johnson, 1991), (Qin, 1995) y (Slavin, 1995), muy común en muchas titulaciones universitarias, pero sin embargo muy poco utilizado en titulaciones técnicas.

Descripción del trabajo

El curso tiene una duración de 15 semanas, y en su configuración tradicional, sin tener en cuenta las prácticas, cada semana los alumnos recibían 2 horas de clase de teoría y 1 hora de clase de problemas. Dado que la asignatura tiene un fuerte carácter teórico en realidad lo que los alumnos recibían eran prácticamente 3 horas de clase de teoría (clase magistral) a la semana, o lo que es lo mismo 45 horas de teoría a lo largo del curso.

Con las nuevas metodologías de enseñanza cooperativa el objetivo era reducir las horas de clases magistrales impartidas por el profesor. Las diferentes actividades organizadas al margen de las clases magistrales son descritas a continuación por orden ascendente de carga de trabajo para los estudiantes.

La primera actividad se realizó en gran parte en el aula y no conllevaba trabajo previo para los estudiantes ya que consistía en la lectura de textos para su posterior discusión. En cada una de las sesiones organizadas, los diferentes textos entregados a los estudiantes presentaban diferentes soluciones para un mismo problema, y cada uno de los grupos debía defender su solución. En general, los textos entregados a los estudiantes comparaban diferentes aspectos más o menos técnicos del sistema GPS, sistema de posicionamiento americano, versus del sistema Galileo, futuro sistema de posicionamiento europeo.

En esta actividad el tamaño máximo de cada uno de los grupos fue de sólo 3 personas para favorecer el debate interno entre miembros del grupo antes de debatir con el resto de sus compañeros.

En función de la longitud y dificultad de los textos la actividad se planteaba en sesiones de 1 o 2 horas de duración. Esta actividad se realizó 5 veces a lo largo del curso. A medida que el curso evolucionaba se produjo un aumento de la dificultad técnica y de la longitud de los textos, no siendo textos superiores a 4 caras A4 en doble columna ya que hay que tener presente que para muchos estudiantes esta actividad representaba la primera vez que se enfrentaban a un texto técnico y además escrito en lengua inglesa. Fue una tarea importante del docente encontrar textos que se adecuasen al nivel de los estudiantes.

En lo que respecta a la evaluación de esta actividad, el profesor valoró la aportación de cada estudiante a los debates, por lo que era importante motivar a los alumnos a participar y aportar ideas. Aparte de esto, cada estudiante entregó en la clase siguiente a cada debate, a modo de resumen, un texto de máximo una cara A4 donde explicaba las ideas más importantes presentadas, los puntos que le habían parecido más interesantes, y sobre todo planteaba todas las dudas que le habían surgido sobre el tema. Estas dudas fueron resueltas por el profesor, individualmente y vía correo electrónico, lo más rápidamente posible para que el alumno tuviese un buen *feedback*.

En la segunda actividad los propios estudiantes impartieron a sus compañeros una sesión teórica que formaba parte del temario de la asignatura. Con los 25 estudiantes matriculados se formaron grupos de 5 estudiantes. A lo largo del semestre cada grupo expuso una sesión teórica. En general la idea era que en su sesión correspondiente un grupo impartiese un punto técnico de GPS, mientras que en su sesión otro grupo impartiese el mismo punto pero de Galileo. De este modo los estudiantes trataban el tema dos veces pero desde perspectivas diferentes lo que debía ayudar a interiorizar los conceptos deseados. Por ejemplo, un grupo trató los segmentos que forman el sistema GPS, mientras que otro grupo trabajó con los segmentos que forman el sistema Galileo. Formalmente los dos sistemas están constituidos por los mismos segmentos: Espacio, Control y Tierra. Sin embargo, hay diferencias importantes entre los mismos segmentos de ambos sistemas.

Las partes principales de esta segunda actividad eran: La elaboración del material docente y la posterior exposición pública del mismo a sus compañeros. La elaboración del material docente era un trabajo no presencial de los estudiantes. Para este trabajo el docente entregó a cada grupo de alumnos un índice claro y conciso que facilitara la adquisición de los objetivos. Además a modo de control del nivel, el docente también entregó a los estudiantes la bibliografía básica a utilizar.

Para el buen desarrollo de esta actividad fue necesario un alto grado de tutorización por parte del profesor. Estas tutorías fueron presenciales, con una media de 3 horas por grupo durante todo el semestre. En un futuro se pretende utilizar un entorno virtual que facilite esta tarea, como el que proporciona la Universidad Autónoma de Barcelona a sus estudiantes y docentes denominado campus virtual (<https://cv2008.uab.cat>).

Una vez realizado el material docente, los alumnos lo expusieron ante sus compañeros en el aula. Una de las competencias transversales que se pretendía valorar con esta actividad es la comunicación oral de los estudiantes. Dado que la mayoría de los alumnos estaban altamente familiarizados con los programas tipo *Office* para ellos no fue de gran dificultad preparar presentaciones muy visuales y de alta calidad. Sin embargo hubo dos puntos que les presentaron grandes dificultades.

El primero fue lógicamente tener que hacer una exposición en público dado que esto era prácticamente nuevo para la mayoría de ellos. Para suavizar este problema se les facilitaron algunas pautas para realizar una buena exposición oral (Morales, 2002) y (Vallejo-Nágera, 2001). La segunda gran dificultad provino de tener que sintetizar todo su trabajo a un tiempo estipulado por el profesor. Disponían de un tiempo máximo de 50 minutos, pero también de un mínimo de 40 minutos. Era tan importante valorar positivamente la adaptación al tiempo, como penalizar a los que sobrepasasen o no llegasen al tiempo límite.

La exposición de cada grupo terminó con un turno abierto de preguntas de entre 5 y 15 minutos aproximadamente, dependiendo del tiempo disponible. Para forzar la atención de los estudiantes cada uno de los otros grupos debía realizar una pregunta a sus compañeros. En este caso el profesor más que la respuesta valoró la pregunta.

Finalmente, la tercera actividad que realizaron los estudiantes tuvo como objetivo profundizar en aspectos complementarios al temario de la asignatura y en la dinámica de grupo entre personas no siempre afines ya que el grupo fue

escogido por el profesor. El tamaño de cada uno de los grupos fue de 5 estudiantes.

En esta actividad el trabajo propuesto por el profesor era el mismo para todos los grupos. El docente planteó un problema abierto, es decir fijó un marco de referencia, dejando a los grupos avanzar en la dirección que ellos creyesen más conveniente. A la hora de escoger el tema del trabajo se intentó que estuviese relacionado con la asignatura y con alguna de las líneas de investigación del grupo. En nuestro caso el grupo de Antenas y Sistemas de Microondas. Este factor es muy motivador para los estudiantes ya que les acerca al trabajo de investigación que se realiza en los departamentos. El problema planteado fue aportar ventajas y/o desventajas técnicas de la utilización de la tecnología BAW (*Bulk Acoustic Wave*) embarcada en satélites frente a tecnologías más consolidadas.

En esta actividad las primeras tareas, no presenciales, que cada grupo afrontó la primera semana del curso marcaron el trabajo del grupo y de cada uno de sus componentes para el resto del semestre, ya que definieron el *planning* de trabajo, las tareas tanto colectivas como individuales, y la asignación de roles dentro del grupo. Existían tres roles diferentes: Dirección, representaba al líder del grupo. Era el que coordinaba las actividades y el que mantenía el contacto directo con el profesor vía correo electrónico para consultarle los diferentes problemas/dudas que le podían surgir al grupo. Documentación, su función era recopilar toda la documentación que generase el grupo, y controlar la información que generasen los otros grupos para evitar solapamientos de trabajos. Control, su función era controlar que el grupo estuviese cumpliendo con el *planning* y que todo el mundo estuviese realizando su trabajo. Estos roles eran importantes por la responsabilidad que conllevaban. Por ello, la actividad de cada miembro del grupo dentro de su cargo fue evaluada.

El resultado de estas tareas fue discutido con el profesor en una sesión de tutoría, de 30 minutos por grupo, realizada la segunda semana del curso. Además, fue presentado en una exposición pública a sus compañeros de clase la tercera semana del curso.

A partir de ese momento los grupos fueron realizando el trabajo en horas no lectivas y avanzando en la dirección que ellos consideraron oportuna. Los diferentes grupos fueron entregando informes de la evolución de su trabajo, y presentándolos en clase a sus compañeros en fechas fijadas por el profesor la primera semana del curso. La primera entrega fue la quinta semana del curso, la segunda entrega la décima semana, y finalmente en la última semana se realizó la entrega final.

En lo que hace referencia a las entregas parciales, el tiempo asignado a cada presentación oral fue de máximo 5 minutos, mientras que el informe de evolución entregado no debía superar las dos caras A4. En este informe sólo se debía incluir cómo iba evolucionando el trabajo. Es importante remarcar que toda la información presentada en clase por los diferentes grupos podía ser utilizada por los otros grupos, bajo previa referencia en sus informes y una posterior evolución de la información adquirida. Esto es muy importante ya que así aprenden a compartir información y a construir colectivamente una posible solución de un problema complejo.

El trabajo final presentado por los estudiantes no debía superar las 50 páginas para limitar la carga lectiva del documento. Para la exposición en público del

trabajo final cada grupo disponía de un máximo de 30 minutos. Otra vez el hecho de ceñirse al tiempo establecido era valorado positivamente.

Esta actividad finalizó con una discusión final entre todos los grupos sobre las ideas aportadas y en la que el profesor fue un simple moderador. Este debate fue realizado en una sesión de una hora en la cual los estudiantes fueron objetivos valorando el trabajo de sus compañeros.

Sistema de evaluación: Con independencia del tipo de actividad/metodología realizada, no cabe duda que para motivar a los estudiantes se debe valorar todo su esfuerzo, y eso conlleva que todo su esfuerzo tenga recompensa en la nota final de la asignatura. Por eso, a continuación se detalla el sistema de evaluación utilizado:

1. El examen final constituyó el 20% de la nota final, y consistió en un examen tipo test de 20 preguntas a contestar en una hora.

2. Las prácticas formaron el 15% de la nota final. A lo largo del curso los alumnos realizaron 5 prácticas de 3 horas cada una. La carga de trabajo de estas prácticas para los alumnos es poco importante dado que su objetivo es mostrar el funcionamiento de un receptor GPS de mano a nivel de usuario. Al final de cada práctica cada grupo de alumnos, formado por dos estudiantes, debía contestar a 10 preguntas cortas relacionadas con la práctica.

3. La primera actividad descrita constituyó el 15% de la nota final:

3.1. Participación en debates: 60%.

3.2. Entregables en cada clase posterior a la actividad: 40%.

4. La segunda actividad era el 20% de la nota:

4.1. Material docente: 55%.

4.2. Exposición oral: 45%.

Material audiovisual: 35%.

Tiempo: 20%.

Expresión oral: 35%.

Preguntas / respuestas: 10%.

5. La tercera actividad constituyó el 30% de la nota final:

5.1. Rol estudiante: 10%.

5.2. Informe parcial 1: 5%.

5.3. Exposición oral parcial 1: 5%.

5.4. Informe parcial 2: 5%.

5.5. Exposición oral parcial 2: 5%.

5.6. Trabajo (memoria) final: 30%.

5.7. Exposición oral final: 30%.

Material audiovisual: 35%.

Tiempo: 30%.

Expresión oral: 35%.

5.8. Participación debate/discusión final: 10%.

Resultados y/o conclusiones

Este trabajo ha mostrado un ejemplo de aplicación de diferentes metodologías de enseñanza cooperativa en la asignatura de Posicionamiento por satélite de la titulación de Ingeniería Técnica de Telecomunicación, especialidad Sistemas Electrónicos de la Universidad Autónoma de Barcelona.

Este tipo de metodologías, muy común en muchas titulaciones universitarias, no están muy extendidas en las titulaciones técnicas donde la mayoría de las asignaturas son impartidas mediante clases magistrales. En nuestro caso, las clases magistrales se han reducido alrededor del 45% respecto a la configuración tradicional del curso.

Con esta metodología los alumnos, aparte de construir parte de su aprendizaje en el temario de la asignatura, han adquirido otras habilidades como por ejemplo interdependencia, responsabilidad, exigencia personal, interacción cara a cara, dinámica de grupo, y habilidad en la búsqueda de información, en la expresión en público y en la lectura de textos técnicos en lengua inglesa.

Los resultados obtenidos han sido muy gratificantes ya que en la mayoría de los casos las discusiones llevadas a cabo en el aula han sido muy enriquecedoras para los alumnos. Además, la práctica totalidad de los grupos realizaron excelentes materiales y exposiciones, siendo algunas de ellas muy interesantes desde el punto de visto formativo.

En lo referente a las calificaciones finales destacar que el total de los matriculados superaron la asignatura, mientras que en los cursos anteriores la media de suspensos y no presentados fue de aproximadamente el 15%. Además se observa una mejora de la nota de los estudiantes aprobados como muestra la tabla 1.

Curso académico	Suspense, no presentado	Aprobado	Notable	Excelente, MH
2002-2007	15%	57%	25%	3%
2007-2008	0%	27%	69%	4%

Tabla 1. Comparativa de calificaciones finales. En el periodo 2002-2007 las clases se basaron en clases magistrales, mientras que en el curso 2007-2008 se introdujeron las metodologías de enseñanza cooperativa.

Los resultados de las encuestas de las que se disponen no son de encuestas realizadas por los profesores de la asignatura para evaluar la aceptación o no de la nueva metodología, sino que son las encuestas que utiliza la Oficina de Planificación y de Calidad de la UAB para evaluar la actuación docente. Estas encuestas muestran que la valoración media del profesorado ha pasado de una media de 3.4 sobre 5 durante el periodo 2002-2007 a un 3.9 en el curso académico 2007-2008. Además, algunas de las preguntas realizadas en estas encuestas muestran un aumento del grado de satisfacción de los estudiantes por la nueva metodología en comparación con la metodología tradicional como muestra la tabla 2.

Como contrapartida el uso de estas metodologías de enseñanza cooperativa presenta las reticencias derivadas de la dificultad del trabajo en grupo, y requiere del profesorado un amplio conocimiento de la materia, tiempo para la preparación del material y la corrección del trabajo entregado por los alumnos, e incrementa considerablemente la atención proporcionada al alumnado con relación a las tutorías contempladas en la enseñanza tradicional.

Pregunta	2002-2007	2007-2008
Mi interés por la asignatura ha crecido a lo largo del curso como consecuencia de la docencia recibida	3	3.9
Considero que he aprendido	3.5	4
Considero que el profesor se preocupa por la evolución de sus estudiantes	3.2	3.8
La docencia recibida estimula el trabajo personal de los estudiantes	3.3	3.7

Tabla 2. Resultados de las encuestas sobre 5 puntos.

Agradecimientos

Este trabajo se ha llevado a cabo con el soporte de la Universidad Autónoma de Barcelona (UAB) y del Ministerio de Innovación y Ciencia a través del proyecto TEC2006-13248-C04-01/TCM.

Referencias bibliográficas

Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1989). *Cooperation and competition: Theory and research*. Edina, MN: Interaction Book Company.

Johnson, D. W., Johnson, R. T. y Smith, K. A. (1991). *Active learning: Cooperation in the college classroom*. Edina, MN: Interaction Book Company.

Morales, C. J. (2002). *Guía para hablar en público*. Madrid: Alianza.

Qin, Z., Johnson, D. W. y Johnson, R. T. (1995). Cooperative versus competitive efforts and problem solving. *Review of Educational Research*, 65 (2), 129-143.

Slavin, R. E. (1995). *Cooperative learning. Theory, research and practice*. Massachusetts: Allyn and Bacon.

Vallejo-Nágera, J. A. (2001). *Aprender a hablar en público hoy*. Barcelona: Ed. Planeta.