

TRABAJO EN GRUPO EN DOS ASIGNATURAS DE MATEMÁTICAS¹

María José Pérez Peñalver
Departamento de Matemática Aplicada
E. T. S. I. C. C. P
Universidad Politécnica de Valencia
mjperez@mat.upv.es

Palabras clave

Aprendizaje colaborativo, matemáticas, evaluación del proceso, peer assessment.

Resumen.

Durante los últimos cursos hemos introducido en dos asignaturas matemáticas de los primeros cursos de Ingeniería Civil diversos trabajos en grupo con el objetivo de centrar más la atención en el aprendizaje del alumno. La primera asignatura es Cálculo de primer curso, que es troncal, anual y con clases que cuentan un número importante de alumnos. La segunda Matemáticas Asistidas por Ordenador es optativa, cuatrimestral de segundo curso y el tamaño medio del grupo es pequeño (de 12 a 20 alumnos).

El planteamiento en estas asignaturas es totalmente diferente desde el inicio. Es por esto que las actividades grupales que se plantean en ambas asignaturas son en el fondo y en la forma totalmente diferentes aunque con el objetivo común de introducir a los estudiantes en las dinámicas de trabajo colaborativo.

Las tareas trabajadas persiguen no sólo que los estudiantes aprendan ciertas habilidades matemáticas sino que se plantean otros objetivos más transversales y ciertas actitudes en los estudiantes. Por un lado, favorecer la relación entre diferentes disciplinas, el autoaprendizaje, la búsqueda de información y a expresarse correctamente de forma oral y escrita y por el otro, aprender a discutir ideas, a escuchar a los otros, a plantear cuestiones, a aceptar críticas constructivas, a distribuir la tarea...

En definitiva, si el trabajo en equipo funciona bien, obtendrán un aprendizaje de la materia (en este caso matemáticas) de más alto nivel cognitivo y desarrollarán destrezas interpersonales necesarias tanto para la vida universitaria y la profesional como en la personal.

¹ Este trabajo ha sido realizado dentro del grupo de Innovación en la Evaluación para la Mejora del Aprendizaje Activo (IEMA) y dentro de un PAEEES (Proyecto de Adaptación al Espacio Europeo de Enseñanza Superior) financiado por la Universidad Politécnica de Valencia.

1. Introducción

En los inicios del siglo XXI la sociedad demanda unos profesionales que tengan una buena y actualizada formación técnica en su especialidad y otra serie de capacidades que no siempre se han tenido en cuenta a la hora de diseñar el currículo de las carreras universitarias. Algunas de estas habilidades tienen una dimensión comunicativa como son expresarse correctamente por escrito y de forma oral en uno o varios idiomas, ser capaces de tomar decisiones, de solucionar conflictos y de trabajar en equipo. También se pide que los profesionales sean capaces de adaptarse a diferentes situaciones puesto que vivimos en una sociedad en continuos cambios. En este sentido la formación que se recibe en la universidad no va a ser suficiente para toda la vida laboral, por esto se piensa más en un aprendizaje a lo largo de toda la vida (Long Life Learning), en este sentido la universidad puede intervenir con cursos de postgrado presenciales o no presenciales, en formar al individuo en la búsqueda de información y en la autoformación. En estas direcciones se dirigen los esfuerzos del Espacio Europeo de Enseñanza Superior, en diseñar estrategias que tiendan a una formación más completa de los futuros universitarios y más acorde a los tiempos. Una de las técnicas didácticas más adecuadas para trabajar muchas de estas capacidades es el trabajo en grupo, trabajo colaborativo o trabajo cooperativo.

La introducción en el aula de las dinámicas de trabajo colaborativo en la universidad, sobre todo en los primeros cursos por la masificación de las clases, tiene muchas reticencias principalmente por la inercia y la resistencia los cambios de propia institución. Pero los beneficios del trabajo colaborativo se obtienen normalmente a largo plazo y lo ideal es empezar a trabajar con otros desde cursos inferiores.

El trabajo colaborativo se caracteriza por un cambio de roles del alumno y el profesor respecto a las clases tradicionales o magistrales. El profesor que era el transmisor de la información en este tipo de clases es un mediador, un facilitador del aprendizaje. Una buena mediación ayuda a los estudiantes a conectar la nueva información con sus experiencias y aprendizajes en otras áreas, ayuda a la figura del estudiante a qué hacer cuando se siente bloqueado, y le ayuda aprender cómo aprender. Además el profesor como mediador ajusta el nivel de información y apoyo para maximizar la capacidad de tomar responsabilidad en el aprendizaje. Los estudiantes también asumen nuevos roles en una clase cooperativa que el de meros receptores de información. Sus papeles más importantes son el de colaborador y participación activa. Por ejemplo, antes del aprendizaje, los estudiantes se ponen metas y planifican tareas; durante el aprendizaje, trabajan juntos para cumplir las tareas y controlan sus progresos; y después del aprendizaje ellos evalúan su actuación y se planifican para futuros aprendizajes (Tinzmann, Jones, Fennimore, Bakker, Fine y J. Pierce (1990)).

En los últimos años hemos introducido en dos asignaturas de matemáticas de los primeros cursos de Ingeniería Civil diversos trabajos en grupo. La primera asignatura es Cálculo de primer curso, que es troncal, anual y con clases que cuentan un número importante de alumnos (90-100). La segunda Matemáticas Asistidas por Ordenador es optativa, cuatrimestral de segundo curso y el tamaño medio del grupo es pequeño (de 12 a 20 alumnos).

El planteamiento en estas asignaturas es totalmente diferente desde el inicio. Por ejemplo, el diseño de la asignatura de segundo desde el inicio estuvo pensado para unas clases más dinámicas, menos rígidas y con un tercio de la asignatura dedicado a un proyecto que se trabaja en grupo. Podemos encontrar más información sobre esta asignatura en (García Raffi, Pérez Peñalver, Sánchez Pérez, Sánchez Pérez, (2000)). Y, como es habitual, la asignatura de primero se desarrolla mayoritariamente mediante clase magistral o clase magistral participativa.

Es por estas razones que las actividades grupales que se plantean en ambas asignaturas son en el fondo y en la forma totalmente diferentes aunque con el objetivo común de introducir a los estudiantes en las dinámicas de trabajo colaborativo. Sobre la conveniencia de introducir dinámicas de este tipo en las clases de matemáticas hablan diversos autores (Artzt y Newman (1990), MacBean, Graham y Sangwin (2003), Challis, Cox, Fedjki, Folres, Goldman, Pountney, Price y Stirling D. (2003)) y básicamente sus argumentos están basados por un lado en la necesidad de la sociedad y del mercado de trabajo de tener profesionales con otras habilidades como son las comunicativas, la capacidad de transferir la experiencia de un área a otra, la independencia, el saber trabajar en equipo y por otro lado en la conveniencia de utilizar estos trabajos para que se produzca un aprendizaje de más alto nivel cognitivo.

Otro aspecto importante es cómo evaluar el trabajo en grupo, para ello hay muchas formas, puntos de vista y además diferentes dificultades. La mayoría de autores coinciden en que lo ideal es evaluar no sólo el producto sino también el proceso. La necesidad de evaluar el proceso es debido a que si se pretende que los alumnos aprendan a trabajar en equipo se hace necesaria una reflexión de cómo se ha realizado la tarea, sus puntos fuertes y sus puntos débiles. Y si intentamos evaluar el proceso, aunque naturalmente el profesor puede intervenir, quienes mejor lo conocen son los propios estudiantes, es por esto que los alumnos deben implicarse en las tareas de evaluación del grupo.

Los grupos de trabajo se han establecido en ambos casos a elección libre de los estudiantes siendo de cinco miembros en la asignatura troncal y de tres en la optativa.

2. Objetivos de los trabajos en grupo

Los objetivos que se plantean son diferentes si nos situamos en una u otra asignatura.

Para la asignatura de cálculo de primero se proponen dos trabajos, uno para cada cuatrimestre, que consisten en la resolución y redacción de cinco problemas tipo de un tema del curso. Estos dos temas no se desarrollan de manera habitual en clase (profesor explica y el alumno toma apuntes) sino que los alumnos prácticamente los tienen que preparar solos. De esta forma se pretende que nuestros estudiantes manejen bibliografía de la asignatura con diferentes enfoques, bien la que le facilitamos nosotros o la que encuentren ellos mismos, y por tanto se persigue favorecer el *autoaprendizaje* y la *búsqueda de información*. Otra de las cosas que nos planteamos es que se enfrenten a la redacción correcta de contenidos matemáticos, es decir que sean capaces de expresarse y *hacerse entender* en general y particularmente *utilizando el lenguaje matemático*. Queremos también que todos los miembros del equipo puedan *defender*

ante su profesor de manera oral *las soluciones* que proponen a los ejercicios que se les plantean. En cuanto a los objetivos de evaluación, queremos que puedan *rectificar y aprender de sus errores*, por esto durante el desarrollo de la tarea en diferentes momentos del proceso el profesor recoge las soluciones que se tengan y devuelve a cada equipo indicaciones y sugerencias respecto a lo que han hecho.

Para la segunda asignatura, el trabajo en grupo tiene lugar en el último tercio de la asignatura (1.5 créditos) y sus objetivos específicos se inician con la capacidad de enfrentarse a un problema-proyecto abierto multidisciplinar, de una longitud considerable, uniendo los conocimientos y las capacidades de tres personas. Y culminan con la propuesta de una solución (o varias) más o menos imaginativas que deben defender oralmente con ayuda de los medios que ellos mismos decidan. En este caso, se encuentran con muy diferentes obstáculos en el camino: búsqueda de información en diferentes contextos, resolución de problemas matemáticos más o menos complejos, traslación de los resultados a otras disciplinas, discusiones y reparto de tareas en el grupo, elegir cómo llevar a cabo una defensa efectiva de la solución planteada, etc. De esta forma profundizan y aplican más de lo habitual contenidos matemáticos diversos. Este tipo de tareas planteadas a los alumnos se inscriben dentro de los denominados PBL (Problem Based Learning) o aprendizaje basado en proyectos (Robert, Stewart, Quinney y Hibberd (2002), López-Real y Rita Chan (1999)) y en la denominada modelización matemática (Gómez Urgellés (2003))

En las dos asignaturas tenemos objetivos comunes, por supuesto los objetivos típicos del trabajo colaborativo: desarrollar la comunicación, la cooperación, el intercambio de ideas, la negociación, la resolución de conflictos, la toma de decisiones y con todos ello llevar a cabo un aprendizaje de más alto nivel cognitivo, más significativo y más solidario.

Es también nuestro deseo que los estudiantes se involucren en el proceso de evaluación, que reflexionen sobre el trabajo realizado, sobre cómo han realizado la tarea y sobre su forma de trabajar juntos. Resumiendo queremos *que evalúen el proceso de la tarea grupal*, para ello se llevan a cabo ejercicios de evaluación entre iguales y de autoevaluación en cada uno de los trabajos que se han planteado.

3. Descripción de los trabajos de seguimiento y evaluación.

Para la asignatura de primero los diferentes productos que se obtienen en las diferentes etapas del trabajo son evaluados por el profesor. Para cada trabajo tenemos diferentes momentos de evaluación:

- Disponen de tres sesiones en el aula, separadas entre ellas por una semana, para que vayan iniciando la resolución de los problemas. En cada sesión el profesor recoge lo que han realizado y lo devuelve al equipo durante la misma semana con las sugerencias que él considera convenientes.
- En la cuarta semana se realiza una tutoría obligatoria con cada grupo de 30 minutos. En ella se preguntan dudas referentes al trabajo y ellos evalúan su forma de trabajar en grupo mediante una parrilla con criterios que se ha consensuado en el aula. El profesor también

anota las peculiaridades que considera convenientes sobre cada equipo.

- En la quinta semana se entrega el trabajo por escrito, durante esa misma semana el profesor devuelve a cada equipo la corrección de su trabajo y las sugerencias para que rectifiquen los ejercicios incompletos o mal resueltos.
- En la sexta semana cada equipo entrega su trabajo definitivo.

Para la asignatura de segundo, que consiste en un problema-proyecto abierto, tenemos los siguientes momentos de evaluación:

- Con una tormenta de ideas en el aula se generan criterios para evaluar el producto y el proceso del trabajo en grupo. Después con un voto múltiple individual se eligen cuatro criterios para el producto y cuatro para el proceso. Posteriormente, se reúnen en tres grupos reflexionan sobre lo que han escrito y eligen 4-5 criterios para el producto y 4-5 para el proceso. Por último se reúnen portavoces de cada grupo pone en común los resultados y se deciden los criterios para el producto y para el proceso. Los criterios para evaluar el proceso serán los obtenidos de esta forma y los criterios para evaluar el producto se tendrán en cuenta por el profesor.
- Llegado el momento de la conclusión del proyecto y su defensa ante un grupo de profesores y los compañeros se dispone de dos parrillas de evaluación, una para el producto y otra para el proceso. El producto lo evalúan el grupo de profesores (generalmente 2) y el proceso lo evalúa el propio grupo (peer assessment).
- Hay una última entrevista (optativa) de cada grupo con el profesor en la que se comentan los resultados obtenidos y se realiza una reflexión del trabajo y de la asignatura.

4. Parrillas de evaluación

Para la asignatura de cálculo:

<p>MIEMBROS DEL GRUPO</p> <table border="1" style="width: 100%; height: 40px; border-collapse: collapse;"> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table> <p>HOJA NÚMERO <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/></p> <p>ASISTENCIA A REUNIONES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1 Clase</th> <th>2 Clase</th> <th>3 Clase</th> <th>Tercera</th> <th></th> <th></th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td><td> </td></tr> </tbody> </table>							1 Clase	2 Clase	3 Clase	Tercera																																						<p>CRITERIOS PARA QUE VALOREMOS EL TRABAJO DE NUESTRO GRUPO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td>Asistencia a reuniones (individual)</td></tr> <tr><td>Nivel de implicación en las tareas y discusiones del grupo (individual)</td></tr> <tr><td>Capacidad de organizar las tareas del grupo (grupal)</td></tr> <tr><td>Capacidad de escuchar a los miembros del grupo (individual)</td></tr> <tr><td>Capacidad de rectificar y aceptar las críticas constructivas (individual)</td></tr> <tr><td>Capacidad de llegar a consenso (grupal)</td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> <tr><td> </td></tr> </table>	Asistencia a reuniones (individual)	Nivel de implicación en las tareas y discusiones del grupo (individual)	Capacidad de organizar las tareas del grupo (grupal)	Capacidad de escuchar a los miembros del grupo (individual)	Capacidad de rectificar y aceptar las críticas constructivas (individual)	Capacidad de llegar a consenso (grupal)						
	1 Clase	2 Clase	3 Clase	Tercera																																																								
Asistencia a reuniones (individual)																																																												
Nivel de implicación en las tareas y discusiones del grupo (individual)																																																												
Capacidad de organizar las tareas del grupo (grupal)																																																												
Capacidad de escuchar a los miembros del grupo (individual)																																																												
Capacidad de rectificar y aceptar las críticas constructivas (individual)																																																												
Capacidad de llegar a consenso (grupal)																																																												

PROCESO						
AUTOEVALUACIÓN DEL TRABAJO DE NUESTRO GRUPO						
MIEMBROS DEL GRUPO⇒						
A) Asistencia a reuniones (individual)						
B) Nivel de implicación en las tareas y discusiones del grupo (individual)						
C) Capacidad de escuchar a los miembros del grupo (individual)						
D) Capacidad de rectificar y aceptar las críticas constructivas (individual)						
Capacidad de llegar a consenso (grupal)	1	2	3	4	5	

Estas dos parrillas se utilizaron durante el primer trabajo.

<p>MIEMBROS DEL GRUPO</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </table> <p>HOJA NÚMERO <input style="width: 20px; height: 15px;" type="text"/></p> <p>ASISTENCIA A REUNIONES</p> <table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th></th> <th>1ª Clase</th> <th>2ª Clase</th> <th>3ª Clase</th> <th>Temaria Obligatoria</th> <th>Temaria Opcional</th> <th>Temaria Opcional</th> </tr> </thead> <tbody> <tr><td style="height: 20px;"></td></tr> </tbody> </table>							1ª Clase	2ª Clase	3ª Clase	Temaria Obligatoria	Temaria Opcional	Temaria Opcional						<table border="1" style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <tr> <td style="width: 15%; padding: 5px;">PRIMERA SESIÓN</td> <td style="width: 85%;"></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">SEGUNDA SESIÓN</td> <td></td> </tr> <tr> <td style="padding: 5px;">TERCERA SESIÓN</td> <td></td> </tr> </table>	PRIMERA SESIÓN		SEGUNDA SESIÓN		TERCERA SESIÓN	
	1ª Clase	2ª Clase	3ª Clase	Temaria Obligatoria	Temaria Opcional	Temaria Opcional																		
PRIMERA SESIÓN																								
SEGUNDA SESIÓN																								
TERCERA SESIÓN																								

Evaluación final del proceso del trabajo en grupo	
<p>¿Cómo de efectivo las ha sido vuestro grupo en realizar las tareas?</p> <p>-----Muy productivo y extraordinariamente efectivo</p> <p>-----Moderadamente efectivo</p> <p>-----Bastante poco efectivo porque....</p> <p>¿Cómo calificarías la experiencia de trabajar juntos?</p> <p>-----Muy buena, volvería a trabajar con este grupo de nuevo</p> <p>-----Satisfactoria, hemos realizado bastante bien la tarea</p> <p>-----Decepcionante porque....</p>	<p>¿Cómo evaluarías la calidad de tus contribuciones al grupo?</p> <p>----Excelente, muy útil y constructiva</p> <p>----Bastante buena, pero no insuperable</p> <p>----Buena, pero podría haberlo hecho mejor</p> <p>----Pobre, no me he implicado suficientemente</p> <p>Señala qué cosas has aprendido tú y tu grupo de cómo se trabaja bien en grupo</p>

Estas para el segundo trabajo.

Para la asignatura de segundo se utilizó:

EVALUACIÓN TRABAJO DE MAO

Componentes del grupo:

Título del proyecto:

PRODUCTO

	MUY BAJO (2)	BAJO (4)	MEDIO (6)	ALTO (8)	MUY ALTO (10)
A) DISEÑO GLOBAL <small>Recopilación de información Estructura y jerarquía</small>					
B) CONTENIDO CONCEPTUAL <small>Resumen y representación Resolución de problemas Comentarios finales</small>					
C) PRESENTACIÓN <small>Estructura y estilo de la presentación Explicaciones sobre clase y estilo</small>					
D) ACTITUD CIENTÍFICA, CREATIVIDAD					
E) CONCLUSIONES Y COMENTARIOS					

$0.2 * A + 0.3 * B + 0.2 * C + 0.2 * D + 0.1 * E$

PROCESO

Miembros del grupo
(distribuir 100 puntos entre los miembros)
No tiene sentido que todos tengan la misma puntuación

	GRUPO (0-5)				
A) REPARTO EQUITATIVO DE TAREAS					
B) INICIATIVA					
C) CONOCIMIENTO DE LOS CONTENIDOS DEL TRABAJO					
D) GENERACIÓN DE ALTERNATIVAS A LOS PROBLEMAS					
E) NIVEL DE IMPLICACIÓN					

5. Resultados

5.1. Cálculo

En esta asignatura se ha contado con 16 grupos, casi todos de cinco personas y los resultados obtenidos se pueden resumir en la siguiente tabla:

	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	PRODUCTO TOTAL	PROCESO
Grupo 1	1	0.9	Bueno.	Bueno. Un alumno menos implicado. El alumno menos implicado desaparece.
Grupo 2	1	0.6	Regular	Regular. Un alumno no colabora y se elimina del grupo.
Grupo 3	1	0.9	Bueno.	Bueno.
Grupo 4	0.95	1	Bueno.	Bueno.
Grupo 5	0.8	0.75	Regular.	Malo. Dos miembros del grupo son eliminados. Muy mal reparto de tareas.
Grupo 6	0.8	0.4	Regular.	Regular. Una persona abandona el grupo.
Grupo 7	0.75	0.8	Regular.	Regular
Grupo 8	0.65	0.8	Regular.	Bueno. Una persona abandona el grupo.
Grupo 9	0.45	0.9	Regular	Bueno
Grupo 10	0.9	0.9	Bueno.	Bueno

Grupo 11	0,9	0,6	Regular.	Bueno. Se fue una persona pero entro otra que tenía problemas con su grupo.
Grupo 12	1	1	Bueno.	Bueno
Grupo 13	1	0,9	Bueno.	Bueno
Grupo 14	0,85	0,7	Regular.	Bueno
Grupo 15	1	1	Bueno.	Bueno
Grupo 16	1	0,95	Bueno.	Regular. Un miembro no integrado por el resto El miembro no integrado se cambió de grupo.

5.1. Matemáticas asistidas por ordenador

Aunque fueron más grupos, como la última reunión fue optativa, tengo datos de 7 grupos y se pueden resumir en la siguiente tabla:

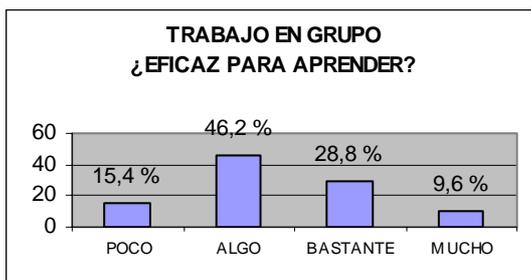
	PRODUCTO	PROCESO
Grupo 1	6.5	Mal. Eran cuatro.
Grupo 2	8.5	Bueno.
Grupo 3	8.2	Bueno. Es una pareja.
Grupo 4	7.8	Bueno.
Grupo 5	7.4	Bueno.
Grupo 6	6	Bueno.
Grupo 7	7.2	Bueno.

6. Conclusiones.

6.1. Cálculo.

Si resumimos los resultados obtenidos tenemos 7 grupos que han trabajado bien el proceso y el producto (44 %), 4 grupos que trabajaron bien el proceso y regular el producto (25 %), un grupo bien el producto y regular el proceso (6 %), 3 grupos regular el proceso y el producto (19 %) y un grupo mal el proceso y regular el producto (6 %).

Al empezar el segundo cuatrimestre se les preguntaron una serie de cuestiones, entre ellas cómo se sentían con el trabajo en grupo y si lo consideraban eficaz para aprender. Los resultados fueron estos:



Como vemos se sienten bastante a gusto con el trabajo en grupo pero la sensación media es que no lo consideran muy eficaz para aprender. Naturalmente esta percepción de los alumnos no nos puede resultar agradable ni conformarnos con ella.

Podemos también juntar los datos de todos los grupos para la última tabla y se obtiene:

Efectividad	Muy productivo y efectivo 23.95%	Moderadamente efectivo 76.05%	Poco efectivo 0%	
Experiencia de trabajo en grupo	Muy buena 45.71%	Satisfactoria 45.71%	Decepcionante 8.58%	
Calidad personal de las contribuciones al grupo	Excelente 2.81%	Muy buena 32.39%	Buena pero con posibilidad de mejora 56.33%	Pobre 8.75%

Se corresponde básicamente con la idea que nos hemos formado con todos los datos anteriores.

Respecto a los objetivos que nos habíamos trazado quiero señalar que es decepcionante que no todos los grupos hayan realizado bien los cinco problemas que debían realizar, incluso ellos reconocen que tienen suficientes facilidades para llevarlos a buen término. Respecto a cómo ellos perciben la experiencia de trabajar en grupo, exceptuando a los grupos que no han funcionado y las personas individualistas reacias en cualquier circunstancia a trabajar con otros, se observa que les resulta una buena experiencia que volverían a repetir. Piensan, en general, que podrían haber contribuido más al grupo y que el trabajo podría haber sido más efectivo. Esta idea de no efectividad está muy extendida en la sociedad, se tiene la *sensación de perder el tiempo* en las reuniones, y quizás sea real, pero lo que sí se puede constatar es que no sabemos llevar a cabo reuniones eficientes y satisfactorias. A este respecto podemos decir que muchas investigaciones sobre aprendizaje colaborativo y cooperativo han propuesto que los beneficios más que tener un efecto inmediato normalmente se obtienen a largo plazo. Usar en los cursos inferiores técnicas de trabajo en grupo puede ayudar a los estudiantes a reflexionar más sobre su trabajo y esto puede ser aprovechado más adelante en cursos superiores (MacBean, Graham, y Sangwin (2003))

Estos autores también proponen que a los estudiantes se les debe dar ciertas informaciones cuando empiezan a trabajar en grupo:

- Facilitarles por escrito las tareas y detalles de la forma de presentación,
- La composición del grupo,
- Detalles y ayudas que podrían apoyar el trabajo del grupo,
- Consejos sobre cómo trabajar en grupo,
- Criterios de evaluación de la tarea.

Con todo esto, debemos tomar decisiones para cursos posteriores si queremos que mejoren los resultados. Las propuestas serían:

- o Compatibilidad de horarios: En la formación de los grupos la única condición que se pedirá es que puedan reunirse todos los miembros una vez a la semana durante el primer cuatrimestre y durante el segundo.

- Información previa de trabajo en grupo: Que les ponga sobre aviso de problemas que les puedan surgir durante el proceso.
- Dirigir más el trabajo: Establecer calendarios de entregas parciales para que deban trabajar de manera continua y más organizada.

En definitiva intentar enseñar a trabajar con otros. Así, en la medida en que nuestros alumnos se acostumbren y aprendan a trabajar en equipo y a manejar reuniones, circunstancia que se da en la vida cotidiana repetidas veces, podrán manejar mejor las situaciones conflictivas y conducir mejor los equipos de trabajo futuros.

6.2. Matemáticas Asistidas por Ordenador.

Si resumimos los resultados obtenidos tenemos 5 grupos que han trabajado bien el proceso y el producto (72 %), un grupo que trabajó bien el proceso y regular el producto (14 %) y un grupo mal el proceso y regular el producto (14 %).

En esta asignatura, que llevamos impartiendo aproximadamente 7 cursos, la tendencia general es que los grupos de trabajo funcionen muy bien durante todo el proceso. Incluso grupos en los que sus miembros no tienen buen nivel de matemáticas han llegado a profundizar muy bien sobre los contenidos de su proyecto por estar muy motivados. Las razones fundamentales para que esto suceda son el número de miembros (3) que hace más dinámico el proceso, el número de alumnos por grupo de esta asignatura (12-20), el hecho de que la mayoría del trabajo se realice en horas de clase con apoyo del profesor y que la tarea a realizar es más motivadora de lo que están habituados.

Durante las reuniones optativas con los grupos para reflexionar sobre los resultados y sobre el trabajo realizado comentan muchas cosas que certifican estas conclusiones:

- “Lo que más me ha gustado de hacer el trabajo es que por primer vez he visto una aplicación real de las matemáticas”, “...me ha dado la sensación de que estaba haciendo un proyecto ‘de verdad’ ”.
- “Al utilizar la teoría aprendida en clase durante el trabajo, creo que se nos han quedado mucho mejor los conceptos”.
- “...me es bastante incómodo hacer presentaciones en público, pero creo que haciendo este tipo de trabajos y pequeñas presentaciones se ayuda bastante a coger poco a poco un poco más de confianza y mejorar la forma de hablar”, “...la experiencia ha sido muy positiva, pues hemos aprendido a enfrentarnos a una presentación y exposición del trabajo, cosa que es algo nuevo para nosotros”, “...prueba para superar el miedo escénico...cosa a la que hay que acostumbrarse”.
- “...a parte de conocer a nueva gente, hemos intercambiado conocimientos y todos hemos aprendido algo del resto, además es un inicio para aprender a trabajar en grupo, que es a lo que nos dedicaremos en la actividad profesional”, “Trabajando en grupo, también se aprenden más cosas y una cosa importante es que lo que a uno no se le ocurría se le ocurría al otro”.
- “...como pudimos hacer buena parte del trabajo en horas de clase, no nos quitó demasiado tiempo”.

- "...respecto a la forma de evaluación empleada creo que ha sido buena",
"...encontrarse con una asignatura de este tipo es algo muy gratificante y está bien que no tengas que preocuparte por hacer un examen final..."

En definitiva, las actividades grupales diseñadas para esta asignatura funcionan suficientemente bien y para el futuro sería deseable seguir haciendo partícipes a los alumnos en el proceso de evaluación e introducir más actividades grupales en otras partes de la asignatura.

Bibliografía.

Artzt, A.F. y Newman, C. M. (1990). Cooperative learning. *Mathematics Teacher*, 83: 448-453.

Dirección de Investigación y Desarrollo Educativo de la Vicerrectoría Académica del Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey, México. *El método de proyectos como técnica didáctica*, <http://www.sistema.itesm.mx/va/dide/inf-doc/estrategias/proyectos.html> [ref. 1 junio 2005]

Challis N., Cox B., Fedjki Ch., Folres R., Goldman F., Pountney D., Price L. y Stirling D. (2003). *Ussing Assessment to Improve Learning*. Proceedings of UMTC 2003, Birmingham. <http://www.umtc.ac.uk/umtc03/umtc2003proca.pdf> [ref. 1 junio 2005]

García Raffi, Luis M., Pérez Peñalver, María José, Sánchez Pérez, Enrique A y Sánchez Pérez, Juan V. (2000). *La modelización como instrumento didáctico: La asignatura Matemáticas Asistidas por Ordenador en la E. T. S. I. C. C. P. de la Universidad Politécnica de Valencia*. 1^{er} Congreso Internacional: Docencia Universitaria e Innovación. Universidad Politécnica de Cataluña, Barcelona.

Gómez Urgellés, J. (coordinador). (2003). *Modelització matemàtica com a eina d'ensenyament*. Proyecto interuniversitario subvencionado por DURSI, <http://www-ma4.upc.edu/~andreu/> [ref. 2 junio 2005].

López-Real, F. y Rita Chan, Y. (1999). Peer Assessment of a group Project in a Primary Mathematics Education Course. *Assessment & Evaluation in Higher Education*, 24 (1): 67-79.

MacBean J., Graham T. y Sangwin C. (2003). *Guidelines for Introducing Group Work in Undergraduate Mathematics*. Higher Education Academy - Maths, Stats & OR Network. <http://mathstore.ac.uk/projects/groupwork/>, [ref. 1 junio 2005].

Robert, H., Stewart, B., Quinney, D. and Hibberd, S. (2002). *Group Projects in Mathematical Courses*. Proceedings of UMTC 2002, Birmingham. <http://www.umtc.ac.uk/umtc2002/umtc2002proca.pdf> [ref. 1 junio 2005]

Tinzmann M.B., Jones B.F., Fennimore T.F., Bakker J., Fine C. y Pierce J. (1990) *What Is the Collaborative Classroom?* NCREL, Oak Brook. http://www.ncrel.org/sdrs/areas/rpl_esys/collab.htm [ref. 1 junio 2005]

IEMA: Innovación en la Evaluación para la Mejora del Aprendizaje Activo, Universidad Politécnica de Valencia <http://www.upv.es/gie/> [ref. 1 junio 2005]