



Jornadas In-Red 2014
Universitat Politècnica de València

El poder de la colaboración

Anna Vidal Meló^a, Bernardino Roig Sala^b, Vicente D. Estruch Fuster^c, Francisco J. Boigues Planes^d, Romina del Rey Tormos^e, Jesús Alba^f, Almanzor Sapena Piera^g

^aavidal@mat.upv.es, ^bbroig@mat.upv.es, ^cvdestruc@mat.upv.es, ^dfraboipl@mat.upv.es,
^eroderey@doctor.upv.es, ^fjesalba@fis.upv.es, ^galsapie@mat.upv.es

Grup d'Innovació Educativa i Recerca en Matèries Científiques (GIERMAC)

Campus de Gandia de la Universidad Politècnica de Valencia, C. Paranimf, nº 1. 46730-Grau de Gandia (Valencia). Teléfono: 962849333. Fax: 962849309.

Abstract

The implementation of the EHEA has meant that students must acquire another set of cross-generic competences, as is the teamwork, in addition to the specific competences corresponding to each subject or course of the grade studies. When addressing and achieving the objective of the teamwork competence, there are several methodologies. In some of them, after forming the work teams, work is posed so that each group solves a problem. In contrast to the previous approach, the methodology presented is in line to work with independent and collaborative groups, promoting collaborative and cooperative interaction between different groups to achieve common goals, or goals closely related for the different groups.

This article presents 4 of the works proposed in the subject Mathematics 2 GISTSI first course, developed based on working in autonomous and collaborative groups. Some of the works have been designed from multidisciplinary approaches, with the previous collaboration of teachers from different disciplines. Products obtained by students through the added power provided by collaboration, are also shown.

Keywords: group work, collaborative work, graphic representation, mathematics.

Resumen

La implantación del EEES ha dado lugar a que, además de las competencias específicas de cada materia o asignatura de los estudios de Grado, el alumnado adquiera otra serie de competencias de carácter transversal o genérico, como es la del trabajo en equipo. A la hora de abordar y de concretar el objetivo de la competencia del trabajo en grupo, existen diversas metodologías. En algunas de ellas, tras formarse los grupos, se plantean trabajos de forma que cada grupo resuelve un problema. En contraposición a este planteamiento, la propuesta metodológica que presentamos va en la línea de trabajar con grupos autónomos y colaborativos, potenciando la interacción colaborativa y cooperativa entre grupos distintos para la consecución de unas metas que serán comunes o estarán íntimamente relacionadas para los distintos grupos.

En este artículo se exponen 4 de los trabajos planteados en las prácticas de la asignatura de Matemáticas 2 del primer curso del Grado de Ingeniería de Sistemas de Telecomunicación, Sonido e Imagen (GISTSI), desarrollados en base al trabajo en grupos autónomos y colaborativos. Algunos de los trabajos se han diseñado desde planteamientos multidisciplinares con la colaboración previa de profesores de distintas disciplinas. Se muestran también los productos obtenidos por el alumnado gracias al poder añadido que proporciona la colaboración.

Palabras clave: *trabajo en grupo, trabajo colaborativo, representación gráfica, matemáticas.*

1. Introducción

La implantación del EEES ha dado lugar a que, además de las competencias específicas de cada materia o asignatura de los estudios de Grado, el alumnado adquiera otra serie de competencias de carácter transversal o genérico. Éstas forman parte del perfil del egresado, y le capacitan como profesional y ciudadano y deben desarrollarse en sus estudios universitarios (Blanco, 2009). En el caso de la Universitat Politècnica de València, se han enumerado según los siguientes apartados: Conocimiento, comprensión e integración; aplicación pensamiento práctico; análisis y resolución de problemas; investigación, innovación y creatividad; diseño y proyecto; trabajo en equipo y liderazgo; responsabilidad ética y profesional; comunicación efectiva; pensamiento crítico; conocimiento de



Anna Vidal Meló, Bernardino Roig Sala, Vicente D. Estruch Fuster, Francisco J. Boigues Planes, Romina del Rey Tormos, Jesús Alba, Almanzor Sapena Piera

problemas contemporáneos; aprendizaje permanente; planificación y gestión del tiempo e instrumental específico.

La competencia de trabajo en equipo, por oposición a la individualización, se evidencia como necesaria dado el cambio habido en la estructuración y funcionamiento de la sociedad actual. Las tareas, en general, son cada vez más complejas y, por lo tanto, más difíciles de abordar individualmente. Por esta razón, hoy en día, cualquier organización, empresa o entidad, sea pública o privada, exige con interés creciente la competencia transversal de trabajo en equipo.

La exigencia social de la competencia del trabajo en equipo obviamente, como otras, se ha tenido que trasladar al mundo académico, y para ello se han aprovechado los cambios estructurales que conlleva la puesta en marcha del EEES. En este contexto de cambio y consolidación académica, la realización de trabajos en grupo es cada vez más frecuente en el desarrollo docente de gran diversidad de materias, en la mayoría de estudios a nivel universitario. No obstante, a la hora de abordar y de concretar el objetivo de la competencia del trabajo en grupo, existen diversas metodologías que se integran a su vez en una gran variedad de diseños de la actividad docente, a desarrollar tanto en el aula como fuera de ella. En las experiencias aplicadas para desarrollar la competencia del trabajo en grupo, lo más común es encontrarnos con metodologías de trabajo en base a la formación de grupos autónomos y autosuficientes. Según estas metodologías, tras formarse los grupos, se plantean trabajos de forma que cada grupo resuelve un problema, que en ocasiones podría ser idéntico para todos los grupos, de forma autónoma y autosuficiente, es decir un grupo no necesita del resto de grupos para desarrollar su trabajo y cumplir unos objetivos finalistas que son independientes de los del resto de los grupos. Según esta metodología no existe, por ser innecesario, compromiso alguno entre los grupos de trabajo, ni en el desarrollo del trabajo ni en los objetivos. Inevitablemente, nos encontramos con grupos que fracasan en los objetivos a cumplir por el abandono de parte o de la totalidad de sus miembros. La autonomía y autosuficiencia de un grupo frente al resto, aporta ciertamente un medio de autodefensa frente al abandono de una parte ya que el resultado de un grupo no se verá influido por los resultados, o por la ausencia de éstos, del resto de grupos.

En contraposición al planteamiento clásico descrito anteriormente, la propuesta metodológica que presentamos va en la línea de trabajar con grupos autónomos y colaborativos, es decir potenciar la interacción colaborativa y cooperativa entre grupos distintos en la consecución de unas metas que serán comunes o estarán íntimamente relacionadas para los distintos grupos. Este planteamiento, que de entrada exige una interrelación positiva entre grupos para la consecución de los objetivos globales, permite conseguir una mayor productividad efectiva, que también es percibida por el alumno, lo cual constituye un elemento de motivación añadido.

En la siguiente sección de este trabajo mostramos los objetivos que nos hicieron aplicar esta metodología y en la tercera sección describimos cuatro de los trabajos colaborativos, o proyectos, realizados por el alumnado del GISTSI impartido en el Campus de Gandia de la UPV. Estos trabajos, voluntarios, se realizan en las prácticas de la asignatura de primer curso Matemáticas 2, representando entre un 20% o 25% de la nota final de la asignatura. Como resultados mostramos la consecución de nuestros objetivos en cuanto a la participación del alumnado y su valoración de cada uno de los proyectos.

2. Objetivos

En cursos anteriores al 2009-2010 la evaluación de las prácticas (informáticas) de la asignatura de Matemáticas 2 pasó de hacerse a través de una o varias pruebas parciales, a la realización de varios trabajos en grupo. Pero esta última metodología fallaba debido a que a mitad de curso el desmembramiento de los grupos se hacía notable por el abandono de parte o de la totalidad de sus miembros.

Desde el curso 2009-2010, con la intención de fomentar que el alumnado participara de forma activa y constante durante el curso en las prácticas, se han ido incorporando una serie de trabajos colaborativos o proyectos, cuyo éxito exige de la colaboración del mayor número de grupos y donde se trata de alcanzar un objetivo final, que se concreta en la obtención de un producto. En uno de los proyectos, descrito en la sección 3.1, la participación de todos los grupos es imprescindible para la obtención del producto. Los productos de otros años sirven de motivación en los siguientes cursos.

Otro de los objetivos que nos planteamos es el conseguir una valoración positiva del alumnado respecto a las prácticas y los proyectos. Para ello después de cada uno, y desde PoliformaT, se le pide su valoración, entre otras cosas en cuanto al grado de interés así como también la aportación de sugerencias u observaciones.

3. Desarrollo de la innovación

A continuación se describen 4 de los proyectos planteados y desarrollados en base al trabajo en grupos autónomos y colaborativos. En todos ellos el papel del profesor es fundamental en cuanto a que, después de la corrección y filtrado de los resultados correctos, es el encargado de juntar todas las piezas del puzzle (cada uno de los trabajos de los equipos) para generar el producto final. Éste se deja en PoliformaT para que puedan verlo los alumnos de la asignatura.

Algunos de los trabajos se han diseñado desde planteamientos multidisciplinares con la colaboración previa de profesores de distintas disciplinas.



3.1. Crear una colección de curvas en forma paramétrica o polar

Cada equipo, siguiendo una especie de yincana matemática (Vidal, 2103), representa varias curvas (en forma paramétrica o polar). En la yincana se pide localizar, tanto en textos bibliográficos de la Biblioteca de nuestro Campus como en documentos de internet, las ecuaciones de varias curvas. También se pide que, voluntariamente, localicen alguna curva más en internet. De esta forma se amplían las posibilidades de cara a yincanas de próximos años. Cada grupo presenta 4 o 5 transparencias, a partir de una plantilla común en Power Point. Uno de los productos finales ha sido la publicación una Issuu (Vidal, 2014).

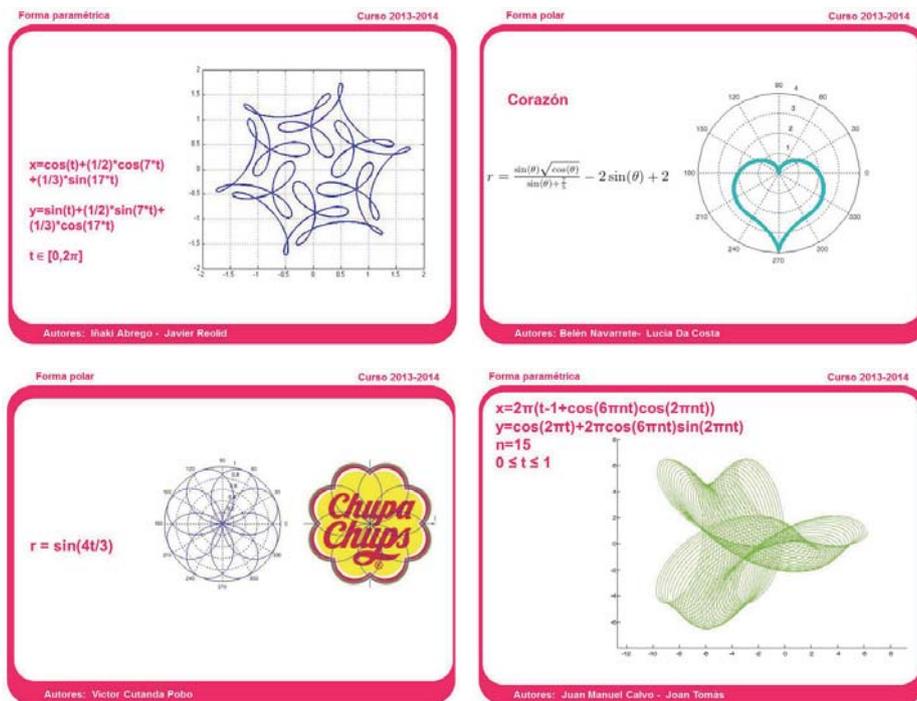


Fig.1 Algunas de las curvas de la colección generada en el curso 2013-2014

En la Fig. 1 aparecen varias de las transparencias que forman parte de la colección del curso 2013-2014, cuya colección total contiene 53 dibujos, igual que en el curso 2012-2103.

3.2. Crear una colección de gráficas de superficies tridimensionales en forma paramétrica

Partiendo de las ecuaciones que se pueden encontrar en programas como el de libre utilización k3dsurf creado por Abderrahman Taha, o bien en webs como la del Departamento de Xeometría e Topoloxía de la USC (Universidade de Santiago de

Compostela), se ha conseguido realizar varias de estas colecciones. Cada uno de los grupos, y de forma similar al trabajo realizado con las curvas en paramétricas o en polares, debe presentar una colección de varias transparencias Power Point correspondientes a las gráficas de superficies en forma paramétrica.

En el curso 2011-2012 la colección fue de 56 superficies cuyas ecuaciones fueron entresacadas fundamentalmente de k3dsurf. Durante los cursos 2012-2013 y 2013-2014 se ha trabajado con superficies de la citada web de la USC. En el curso 2012-2013 se generaron 57; en el actual 81, algunas de las cuales podemos observar en la Fig. 2.

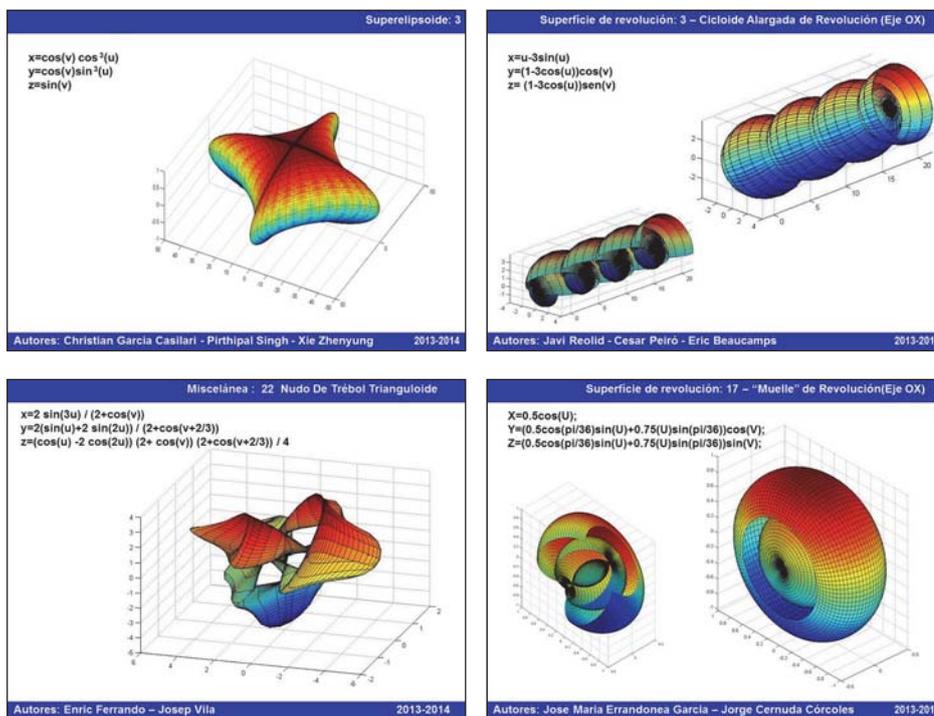


Fig. 2 Algunas de las superficies de la colección generada en el curso 2013-2014

3.3. Representación en tres dimensiones de mapas topográficos

Los inicios de la experiencia se sitúan antes del 2009, en los que cada grupo debía, a partir de un pequeño mapa topográfico obtenido desde el Google Maps, hacer una representación 3D. Los mapas no tenían relación unos con otros, siendo el trabajo de cada grupo independiente del resto. Pero en el curso 2009-2010, se planteó la representación de un mapa topográfico más amplio. Dividiendo el mapa en secciones, cada equipo se encarga de la representación de su sección, pero interactuando con los equipos que representan las secciones contiguas, lo cual es fundamental para asegurar la continuidad del dibujo (Vidal,

Anna Vidal Meló, Bernardino Roig Sala, Vicente D. Estruch Fuster, Francisco J. Boigues Planes, Romina del Rey Tormos, Jesús Alba, Almanzor Sapena Piera

2014). Las representaciones obtenidas durante estos cursos han sido Ordesa y Monte Perdido (2009-2010), en los cursos 2010-2011 y 2012-2013 un mapa desde Gandia hasta La Valldigna, y finalmente, en el curso 2013-2014 una parte de los Picos de Europa, como se ve en las Figuras 3, 4 y 5.



Fig. 3 Proyectos realizados durante tres cursos consecutivos: entre Gandia y La Valldigna

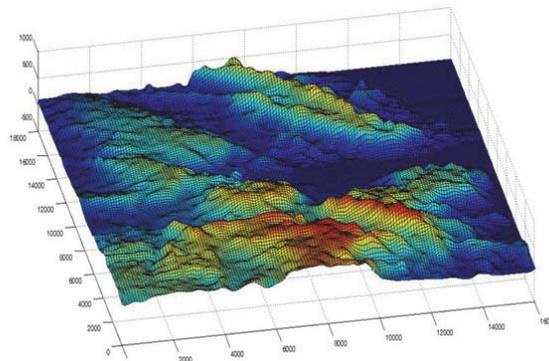


Fig. 4 Producto global resultado desde los cursos 2010-2011 hasta el 2012-2013

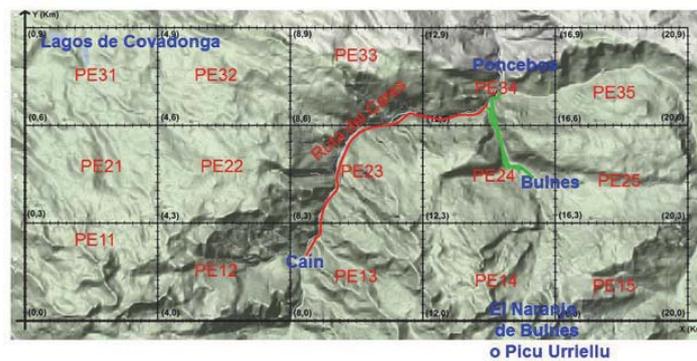


Fig.5 Mapa topográfico y división en secciones, del curso 2013-2014

3.4. Estudio de la contaminación acústica en una zona

Este estudio se realiza en dos prácticas, una en el primer semestre y otra en el segundo. El material de partida son varios mapas acústicos, similares a los de las figuras 6 y 7, de una misma zona pero con condiciones diferentes (por ejemplo en un caso se cambia el asfalto de las vías, en otro se cambian direcciones de tránsito o se coloca una barrera acústica en determinado lugar, ...). Las zonas estudiadas han sido: un sector con un hospital (curso 2011-2012), otro con una carretera que separa una zona escolar de una residencia (2012-2013) y durante el curso 2013-2014, una zona muy conocida por el alumnado, la zona cercana a la Biblioteca (CRAI), que incluye rotondas y con ruido ocasionado por el tráfico.

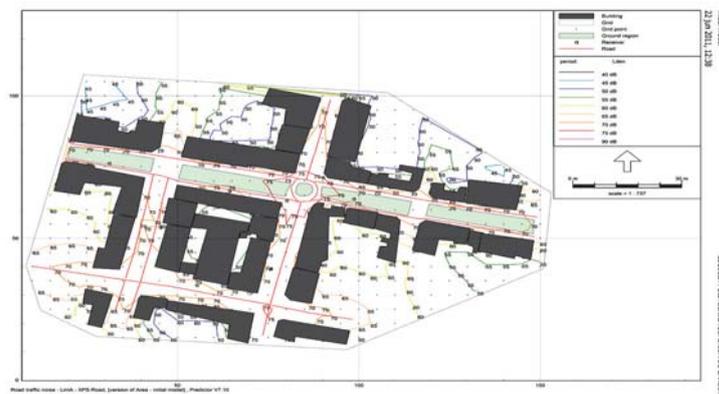


Fig.6 Mapa acústico del curso 2011-2012.

En la primera práctica cada grupo y siguiendo una misma dirección sobre cada uno de los mapas, estudia el efecto de las medidas consideradas. El profesor se encarga de juntar todas las direcciones y conseguir un barrido global de la zona.

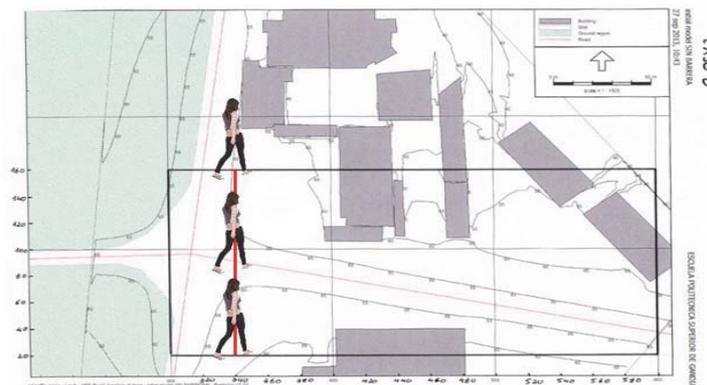


Fig. 7 Zona a estudiar en la dirección vertical 340, curso 2013-2014.

Anna Vidal Meló, Bernardino Roig Sala, Vicente D. Estruch Fuster, Francisco J. Boigues Planes, Romina del Rey Tormos, Jesús Alba, Almanzor Sapena Piera

En la práctica del segundo semestre, cada equipo estudia globalmente sólo uno de los casos, obteniendo un mapa de color correspondiente a los niveles de dB, y que deben compartir con el resto de grupos, para que todos ellos puedan obtener conclusiones acerca de cómo influye cada una de las medidas correctoras. Por ejemplo, durante el curso 2013-2014 se ha considerado un caso inicial, Caso 0 de partida, en el que se refleja la existencia de una rotonda cercana a la Biblioteca y una vía de doble circulación; en el Caso 1 se considera la instalación de una gran pantalla acústica que bordea frontalmente el edificio, y en el Caso 2 la eliminación del tráfico por la vía y la creación de un boulevard peatonal. En la Fig. 8 se aprecian los mapas de color obtenidos en cada caso.

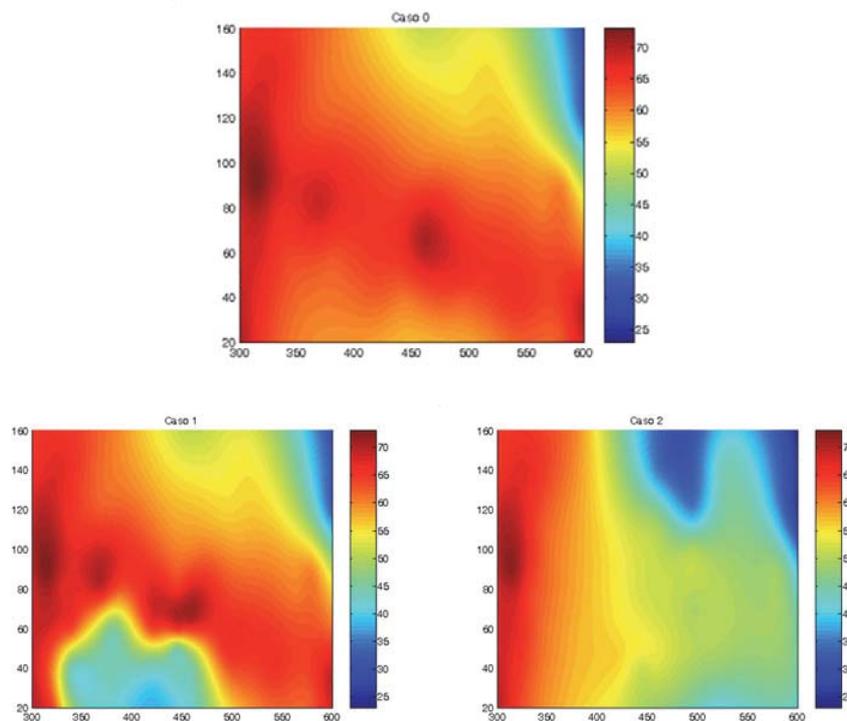


Fig. 8 Mapas de color del curso 2013-2014

Cabe señalar que tanto para este proyecto como para el anteriormente descrito, en la sesión de prácticas hacemos uso del puzzle de Aronson (Aronson, 1978, 1997) como método de enseñanza-aprendizaje.

Esta experiencia educativa se ha realizado gracias a dos Proyectos de Innovación y Mejora Educativa en los que se plantea la colaboración entre las asignaturas de Matemáticas 2 y Acústica para la aplicación de metodologías activas en primer curso del GISTSI.

4. Resultados

Como ya se ha indicado, uno de los principales objetivos, descritos anteriormente, que nos planteamos con los Proyectos de Innovación y Mejora Educativa, era el aumentar la participación del alumnado en la realización de los proyectos. Por otra parte también es de nuestro interés proponer proyectos que sean de interés para nuestros alumnos y que ellos puedan aportar sus opiniones. Es lo que pasamos a exponer a continuación.

4.1. Sobre la participación del alumnado

La Tabla 1. muestra que nuestro objetivo principal se está cumpliendo.

Tabla 1. Alumnado participante en las prácticas

Curso	Porcentaje de alumnado participante en los Proyectos
10-11	67.5%
11-12	67%
12-13	78.2%
13-14	85.5%

Además un 25% del alumnado aprueba la asignatura por la realización de estos proyectos.

4.2. Sobre el grado de interés de los proyectos

Después de la realización de cada proyecto, el alumnado puede opinar acerca de su interés (ninguno, poco, indiferente, interesante o muy interesante). En las Tablas 2, 3 y 4 recogemos los datos, sobre el total de alumnos que han realizado la valoración, del alumnado a los que les ha resultado interesante o muy interesante el proyecto en cuestión.

Tabla 2. Valoración sobre el proyecto de curvas

	Nº encuestas realizadas	Nº interesados	%
2012-2013	38	31	81.6%
2013-2014	39	36	92.3%

Anna Vidal Meló, Bernardino Roig Sala, Vicente D. Estruch Fuster, Francisco J. Boigues Planes, Romina del Rey Tormos, Jesús Alba, Almanzor Sapena Piera

Tabla 3. Valoración sobre el proyecto de las superficies

	Nº Encuestas realizadas	Nº Interesados	% Interesados
2012-2013	33	24	72.7%
2013-2014	24	19	79.2%

Tabla 4. Valoración sobre el proyecto del mapa topográfico y del acústico

	Nº encuestas realizadas	Nº interesados en mapas topográficos	% mapas topográficos	Nº interesados en mapas acústicos	% mapas acústicos
2012-2013	43	37	86%	35	81.4%
2013-2014	29	26	89.7%	24	82.8%

5. Conclusiones

Del apartado anterior deducimos que tanto la participación del alumnado como el interés por los proyectos, va creciendo año a año. A continuación exponemos algunas de las opiniones recogidas durante estos dos últimos cursos obtenidas de las valoraciones que aporta el alumnado en cada una de las prácticas y proyectos relacionados:

- Sobre el proyecto de curvas

La mayoría lo define como divertido:

- *Ha sido una práctica que para mi es divertida y no muy complicada.*
- *La práctica ha estado muy chula.*
- *Voy a definir esta práctica con la palabra "diversión".*
- *Ha sido interesante estudiarla tanto por la curiosidad de las formas geométricas que hacen las ecuaciones, las formas y demás como lo que vimos en clase de la rampa que frecuenta para patinar, que es en la que más velocidad se alcanza.*
- *He encontrado la práctica interesante, al principio un poco complicada por ser la primera vez que utilizo Matlab para representar curvas. Pero vale la pena porque algunas curvas tienen formas interesantes y bonitas.*
- *La práctica me ha parecido sencilla, y me ha parecido de muy buena idea implementar la búsqueda de Internet y libros, en estas actividades.*
- *Me ha parecido muy interesante la práctica y muy entretenida.*

- *Me ha parecido interesante las curvas que salían cambiando valores en la misma ecuación y la cantidad de ellas que había.*
- *Que bien!!!! me encanto!!!! es fácil!!!! i can play!!!!*
- *Me ha gustado esta práctica ya que hemos visto curvas muy vistas en sonido como la cardioide o la de flor.*
- *Al buscar una curva opcional adecuada por internet e encontrado una gran variedad de sitios interesantes sobre el tema que probablemente no hubiera visitado si no fuera por la práctica. Además el poder crear mis propias curvas con Matlab utilizando como modelos las que encontrado en libros y paginas me resulta muy entretenido.'*

Respecto a la metodología exigida de la yincana de buscar en la Biblioteca:

- *Me ha gustado mucho el modo de buscar cada uno sus propias ecuaciones en los libros de la biblioteca, por una parte porque muchos habrán entrado a esta gracias a la práctica ...*
- *Esta práctica está muy bien, ya que no solo aprendemos cosas nuevas, sino que también nos ayuda a conocer la biblioteca del campus, y cómo encontrar el material que necesitamos.*
- *Lo de la yincana me ha parecido muy curioso, hablé con la bibliotecaria que esto lo llevas haciendo bastantes años para que aprendiésemos a buscar cualquier cosa de la biblioteca y más de uno habrá aprendido.*
- *Me ha parecido interesante, por que gracias a esta práctica he estado en la biblioteca de la universidad y aprendido a buscar libros en ella.*

Propuestas aportadas que sugieren nuevas ideas:

- *Sería interesante plantear hacer una construcción de alguna montaña rusa, un puente caprichoso utilizando este tipo de curvas.*
- *Ha resultado muy interesante ya que he logrado observar y a la vez aprender que mediante formulas matemáticas podemos obtener diseños y gráficas bastante interesantes. Aun que yo quería adjuntarle opcionalmente el icono de Batman, pero me resulto bastante complicado pasarlo a matlab :(*
- *Me ha parecido bastante interesante dado que algunas de las curvas paramétricas que hemos visto se utilizan en física o en otras asignaturas como las curvas de Lissajous que se estudia para movimientos armónicos simples en física. Las cardiodes también son bastante interesantes dado que muestran el comportamiento de un unidireccional de tipo sm57.*

Anna Vidal Meló, Bernardino Roig Sala, Vicente D. Estruch Fuster, Francisco J. Boigues Planes, Romina del Rey Tormos, Jesús Alba, Almanzor Sapena Piera

Una última opinión relacionada con otro de los objetivos de cualquier proceso de enseñanza, el despertar el interés:

- *Debo admitir que a parte de las ecuaciones mandadas, me ha gustado probar otras de otros compañeros para ver como quedan.*

- Sobre el proyecto de superficies

Las opiniones son similares al de curvas:

- *Me ha parecido interesante y una de las mejores junto con la de curvas.*
- *Ha sido interesante ver como se pueden representar figuras tan extrañas.*
- *Es interesante. Se obtienen figuras curiosas.*
- *Esta practica y la de los mapas han sido las que mas me han gustado ya que esta muy bien ver representado el trabajo en graficas 3D.*

Respecto a la metodología seguida en prácticas:

- *Esta práctica está muy bien explicada. Además lo de llevar los “juguetes” estuvo muy simpático.*

Detectando errores en la página web de la USC:

- *La práctica me ha parecido sencilla e interesante, ... Hemos tenido algún problema con las ecuaciones de la página web que tenían algún error.*
- *Me gustaría resaltar que algunas ecuaciones estaban mal, pero gracias a internet pudimos completarlas. En general la práctica me ha gustado y el grupo ha trabajado con éxito.*

Propuestas aportadas que sugieren nuevas ideas:

- *Me ha resultado interesante por sus múltiples aplicaciones. Una de ellas con la que estoy familiarizado es en los mapas de los videojuegos en los que se pueden observar cantidad de estas figuras.*

- Sobre el proyecto de mapas topográficos y acústicos

- *Me ha parecido una práctica bastante interesante y amena. He podido ver y aprender gracias a las figuras, fotos y mapas.*
- *Muy buena práctica, espero poder ver el resultado final.*
- *Creo que la parte del mapa topográfico es la práctica más interesante que hemos hecho hasta el momento.*

- *Es una práctica muy interesante, visualmente entretenida, sobretodo la parte topográfica. Personalmente es la práctica que más me ha gustado.*
- *Esta practica me ha resultado interesante ya que puedes aprender la representación real en 3D de un lugar.*
- *Esta práctica me ha gustado porque la llevábamos bien preparada y nos ha sido más fácil que las anteriores. también me ha gustado el resultado del trabajo del mapa topográfico.*
- *Me ha gustado bastante el proyecto del mapa acústico. Me ha resultado interesante poder volver a visualizar los resultados de la práctica 1 pero esta vez mejor hecha, con resultados globales.*

Respecto a la metodología utilizada en la práctica:

- *Es la práctica mas completa que hemos hecho, ya que hemos trabajado en equipo y la práctica ha sido divertida.*
- *Me ha gustado mucho esta práctica, no solo por que parte del trabajo pudo hacerse en clase con atención de la profesora, si no por la metodología del puzzle de Aronson y la predisposición de mi equipo a trabajar y prepararse a pesar de tener exámenes esta semana.*
- *El puzzle de Aronson me parece una metodología muy muy interesante porque ha sido mucho más fácil realizar la práctica y entenderla.*
- *El método utilizado para realizar esta práctica es muy productivo y facilita mucho el trabajo. La práctica me ha parecido muy interesante, cuando tenga tiempo intentare representar una montaña de mi zona.*

Propuestas aportadas que sugieren nuevas ideas:

- *La práctica es bastante entretenida, pero mejor si fuera más grande. (Idea loca: una ciudad, con las medidas de los edificios las calles y parques ... O algo así.)*
- *Los mapas topográficos no tenían demasiada definición para algunas cosas, aunque hemos entrado en google maps para ver si podíamos obtener una mejor visualización y tampoco. Como sugerencia, se podría visualizar la zona a representar con el programa google Earth que ofrece modelos en 3D de todo el planeta y se ven muy bien todas las montañas y otros lugares. Nosotros hemos podido observar en dicho programa un pico que no sabíamos si subía o bajaba.*

Anna Vidal Meló, Bernardino Roig Sala, Vicente D. Estruch Fuster, Francisco J. Boigues Planes, Romina del Rey Tormos, Jesús Alba, Almanzor Sapena Piera

6. Referencias

ARONSON, E., BLANEY, N., STEPHIN, C., SIKES, J. & SNAPP, M. (1978). *"The Jigsaw Classroom"*. Beverly Hills, California. Sage Publications.

ARONSON, E., PATNOE, S. (1997). *"The Jigsaw Classroom, Building Cooperation in the Classroom"*. United States. Longman (second edition).

BLANCO FERNÁNDEZ, A. (2009). *"Desarrollo y evaluación de competencias en educación superior"*. Narcea SA de ediciones.

DEPARTAMENTO DE XEOMETRÍA E TOPOLOXÍA. <<http://xtsunxet.usc.es/galeria.htm>>. [Consulta: 13 de junio de 2014].

TAHA, A. *K3DSurf*. <<http://k3dsurf.sourceforge.net/>>. [Consulta: 13 de junio de 2014].

VIDAL MELÓ, A., ROIG SALA, B., ESTRUCH FUSTER, V.D., BOIGUES PLANES, F.J., DEL REY, R., y ALBA, J. (2012). "Rompiendo con la rutina: dos experiencias matemáticas con el puzle de aronson" en *XX CUIEET*. Las Palmas de Gran Canaria. 12 páginas.

VIDAL MELÓ, A., ROIG SALA, B., ESTRUCH FUSTER, V.D., BOIGUES PLANES, y F.J. (2013). "Una yincana para descubrir y generar curvas en un trabajo cooperativo", en *Actas del XXI CUIEET*. Valencia. 950-961.

VIDAL MELÓ, A., ROIG SALA, B., ESTRUCH FUSTER, V.D., BOIGUES PLANES, F.J., DEL REY, R., y ALBA, J. (2014) "Modelos de mapas topográficos y acústicos: del papel al ordenador" en *Modelling in Science Education and Learning*. Volume 7, No. 1, 2014. 67-81.

VIDAL MELÓ, A. *Curves of Mathematical gymkhana*. <http://issuu.com/anna_vidal/docs/curves_of_mathematical_gymkhana>. [Consulta: 13 de junio de 2014].