

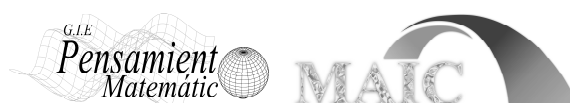
# Experiencias Docentes

## La web, las aplicaciones de las Matemáticas y las metodologías activas: Una propuesta para el aula

### The net, Mathematics applications and active methodologies: A proposal for the classroom

María José Pérez Peñalver, Cristina Jordán Lluch  
y Esther Sanabria Codesal

Revista de Investigación



Volumen III, Número 1, pp. 009–018, ISSN 2174-0410  
Recepción: 10 Oct'12; Aceptación: 1 Feb'13

1 de abril de 2013

#### Resumen

Con el objetivo de implicar a los estudiantes en su aprendizaje y de que relacionen los contenidos que se imparten en las clases de matemáticas, se ha creado una pequeña práctica de aula en primero de Ingeniería Civil de la Universidad Politécnica de Valencia. En la tarea, los estudiantes investigan en grupo las aplicaciones de las cónicas y las cuádricas a través de la red. Posteriormente eligen varias aplicaciones y elaboran una pequeña presentación que comparten con el resto de grupos. Finalmente realizan la evaluación de la tarea, que ha sido una responsabilidad compartida entre el profesor y los grupos y se ha organizado en forma de concurso con un premio para el mejor. En el artículo se muestra la descripción detallada del proceso, los resultados obtenidos, el grado de satisfacción de los alumnos y del docente, los problemas que surgieron y las propuestas de mejora.

**Palabras Clave:** web, webquest, metodologías activas, aplicaciones matemáticas, trabajo en grupo, evaluación compartida.

#### Abstract

With the aim to involve students in their learning process so that they can identify the need for the contents of our Mathematical lectures, we have designed a short practical classroom task in the first course of the Civil Engineering degree at the Universidad Politécnica de Valencia. The students have to do a research in small groups about the applications of conics and quadrics through web. After that task, they must choose several applications and elaborate a small presentation to share with the rest of groups. The last thing they have to do is to assess the task, which has had a shared responsibility between the lecturer and the groups and it has been organised as a contest, including a prize for the best group. In this paper, we will show the detailed description of the process, the results that we have obtained, the degree of satisfaction of the students and the staff with the experience, the problems that we have detected and the proposals of improvement.

**Keywords:** Web, webquest, active methodologies, mathematical applications, group work, shared evaluation.

## 1. Introducción

Como docentes de asignaturas de matemáticas básicas en escuelas técnicas, nos sucede que muchas veces los alumnos no encuentran el sentido de los temas y cuestiones que les proponemos porque no logramos transmitirles suficientemente que tiene relación con la realidad y aplicabilidad en materias relacionadas con la ingeniería.

Muchas veces los profesores de matemáticas echamos la culpa a diferentes circunstancias. Una veces argumentamos que el tiempo muy ajustado para desarrollar medianamente los contenidos, otras veces llamamos la atención sobre que el alumno de primeros cursos no está preparado todavía para comprender ciertas aplicaciones interesantes, otras veces decimos que hacer una lista de aplicaciones no sirve de nada si no se explica medianamente y otras no queremos profundizar en un tema de otra materia porque no lo conocemos suficientemente y nos produce inseguridad.

Además de esto, es habitual que se justifiquen las aplicaciones en una clase expositiva o magistral pero no se trabajen después con el alumnado.

La asignatura en la que se aplica el caso, Métodos Matemáticos de la Ingeniería Civil, es del segundo cuatrimestre de primer curso de grado, en ella se estudian temas de Álgebra y Cálculo, y cuyas prácticas de aula se trabajan en grupos de 6 estudiantes estables durante todo el cuatrimestre.

Por lo tanto, el contexto en que se mueven los estudiantes de esta asignatura es activo y participativo. La profesora de esta asignatura pertenece al Grupo de Innovación en la Evaluación para la mejora del aprendizaje Activo (IEMA) y, junto con las coautoras de este artículo, llevan tiempo proponiendo en sus clases el trabajo colaborativo además de otras metodologías activas y estudiando los resultados ([9], [10], [12], [7]). M. A. Andreu-Andrés et. al. definen estas propuestas pedagógicas:

*Por metodologías activas se entiende hoy en día aquellos métodos, técnicas y estrategias que utiliza el docente para convertir el proceso de enseñanza en actividades que fomenten la participación activa del estudiante y lleven al aprendizaje ([1]).*

Los objetivos que se plantean al utilizar este tipo de estrategias son principalmente mejorar las competencias transversales que demanda el mercado de trabajo y la sociedad, aumentar la motivación de los estudiantes y finalmente que los estudiantes se impliquen y se comprometan en su formación para que se produzca un aprendizaje de más alto nivel cognitivo. Como dice A. Fernandez-March en [4]:

*Se puede afirmar que los métodos de enseñanza con participación del alumno, donde la responsabilidad del aprendizaje depende directamente de su actividad, implicación y compromiso y son más formativos que meramente informativos, generan aprendizajes más profundos, significativos y duraderos y facilitan la transferencia a contextos más heterogéneos.*

Ideas que se plasman muy bien en el cono del aprendizaje o de la experiencia de E. Dale [2], cuyo vértice representa las experiencias más pasivas y, a medida que se desciende hacia la base, las más activas y profundas:

Con estas premisas, queríamos crear una tarea en la que el alumno participara de forma activa en descubrir aplicaciones, trabajando en grupo pero dedicándole un tiempo relativamente corto de las prácticas de aula.

Algunas compañeras que imparten docencia en la escuela de arquitectura llevaban trabajando las aplicaciones de las cuádricas a la arquitectura con sus alumnos, y organizando actividades en forma de concurso y nos proporcionaron el germen de la idea sobre la que trabajar ([5], [6]).

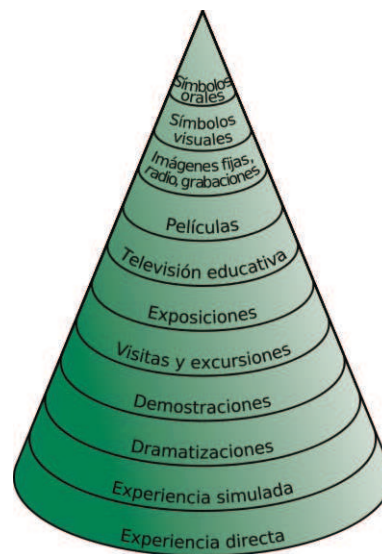


Figura 1. Cono de aprendizaje.

También conocíamos el procedimiento de la WebQuest ([13]), como la define su creador B. Dodge en [3]:

*Una actividad de investigación en la que la información con la que interactúan los alumnos proviene total o parcialmente de recursos de Internet.*

Un procedimiento que, aunque atractivo, no nos habíamos decidido a aplicar por la imposibilidad de tener varios ordenadores en el aula habitual. Pero en la actualidad esa problemática no existe porque ya es factible pedir a nuestros alumnos que traigan al aula varios ordenadores portátiles, uno o dos por grupo de trabajo.

Con toda esta tormenta de ideas, se ha diseñado una actividad sencilla en grupo, sobre aplicaciones de las cónicas y las cuádricas, con forma de concurso, utilizando los recursos que proporciona la web y con una evaluación compartida.

## 2. La experiencia

El contexto es un grupo de 54 alumnos de primero del grado de Ingeniería Civil de la escuela de Ingenieros de Caminos Canales y Puertos de Valencia, que cursan la asignatura de Métodos Matemáticos de la Ingeniería Civil en el segundo cuatrimestre. Previamente ya han dado una asignatura de matemáticas en el primer cuatrimestre, Fundamentos Matemáticos de la Ingeniería Civil, previa a esta asignatura y con contenidos básicos de álgebra y cálculo (fundamentalmente funciones de una variable y espacios vectoriales). En la asignatura del segundo cuatrimestre se amplían los contenidos de álgebra (matrices simétricas y ortogonales, formas cuadráticas, cónicas y cuádricas) y de cálculo (funciones de varias variables y ecuaciones diferenciales). Los estudiantes han estudiado física en primer cuatrimestre, están estudiando mecánica en el segundo, y reciben también asignaturas matemáticas, estadística y métodos numéricos.

En este grupo, las prácticas de aula se trabajan en 9 grupos de 6 alumnos cada uno. Para cada tema el profesor propone una serie de ejercicios que se realizan en grupo y después de corregidos se comparten con toda la clase en la plataforma Poliformat de la Universitat Politècnica de València ([11]).

Para el tema de formas cuadráticas, cónicas y cuádricas la profesora pidió a los estudiantes que trajeran un ordenador portátil o dos por grupo de trabajo en el que se pudieran conectar a la red de la universidad. En la práctica de aula propuso una primera parte de ejercicios habituales de cónicas y cuádricas y una segunda parte en la que se trataba de que buscaran en la red aplicaciones de las cónicas y las cuádricas. Para motivar al alumnado se organizó en forma de concurso en el que cada grupo tenía que elaborar una presentación de máximo 25 diapositivas con las aplicaciones que les parecieran más interesantes. Después cada grupo sería juzgado por tres de los otros grupos siguiendo tres criterios:

1. Orden, claridad de la presentación e información bien referenciada.
2. Originalidad de las aplicaciones.
3. Contenido Matemático

Donde cada criterio se puntuaría con tres niveles (1=Deficiente, 2=Medio y 3=Destacado).

El premio del concurso se gestionó desde diferentes servicios de la Universidad: La escuela dio financiación 70 euros (con los que se compraron vales para hacer fotocopias) y 7 bolígrafos con el logo de la escuela, el Servicio de Medio ambiente que dio una bolsa de tela reutilizable, el vicerrectorado de Cultura facilitó libros de una exposición del ingeniero de estructuras Mamoru Kawaguchi ([8]) y el congreso INTED 2012 nos proporcionó almohadillas para ordenador. También se obtuvieron más detalles de la oficina de información y del servicio de Normalización lingüística que se utilizarán en otra ocasión.



Figura 2. Premio del concurso.

Finalmente para analizar el grado de satisfacción de la tarea se les pasó una miniencuesta con dos preguntas cerradas y dos abiertas.

### 3. Resultados

Todos los grupos realizaron su presentación, aunque pidieron que se aplazara la fecha límite. Esto desvirtuó un poco la idea de que fuera una pequeña tarea que no ocupara mucho tiempo. El resultado en cuanto a contenidos fue, como es natural, desigual, pero en general bastante por encima de las expectativas esperadas, es decir, que el objetivo de que investigaran por sí mismos las innumerables aplicaciones de las cónicas y las cuádricas se ha visto ampliamente cubierto.



Figura 3. Ejemplo de diapositiva.

Por otro lado, se han detectado algunos errores matemáticos, principalmente, confusiones de cuádricas con formas cuadráticas. Además prácticamente todos los grupos podrían haber referenciado mejor las fuentes, generalmente páginas web, de las que han sacado la información.

Lo que peor resultado dió fue la tarea de evaluación del resto de grupos. Primero porque no todos los grupos rellenaron la parrilla que juzgaba a tres grupos y segundo porque la sensación que se percibió es que no se lo tomaron en serio. Por ello, se tomó la determinación de descalificar a los grupos que no habían hecho esta parte de la tarea (los grupos 2, 3, 4, 5 y 6) y finalmente la profesora dictaminó el fallo del concurso: Los mejores trabajos fueron los de los grupos 9 y 1, y en ese orden.

Estudiamos a continuación los resultados de la encuesta. El primer ítem de la encuesta preguntaba si les había parecido interesante el trabajo y el segundo si les parecía adecuado para conocer aplicaciones de las cónicas y las cuádricas, ambas con una escala Likert de 1 a 5.

Los estadísticos descriptivos que se obtuvieron son los que aparecen en la Tabla 1.

Tabla 1. Tabla de estadísticos descriptivos.

	N	Mínimo	Máximo	Media	Desv. típ.
Pregunta 1	54	2	5	3,57	0,716
Pregunta 2	54	2	5	3,70	0,768

En los gráficos de las Figuras 4 y 5 se muestran los porcentajes obtenidos.

Podemos observar respecto a la primera pregunta, que a nadie le ha parecido nada interesante el trabajo, que un poco más de la mitad lo encuentran bastante o muy interesante y que solo un 3.7% lo considera poco interesante.

Respecto a la segunda pregunta, la media es más alta que en la primera y casi un 60% piensan que es adecuado para ver aplicaciones de las cónicas y las cuádricas con otras disciplinas.

También puede ser interesante analizar las respuestas por grupos, mirando los diagramas de caja representados en las Figuras 6 y 7.

Es curioso que los grupos que tienen la mediana más alta en la primera pregunta (en general a sus miembros les ha parecido bastante interesante el trabajo) son precisamente los grupos ganadores y que los grupos que les ha parecido menos interesante, el 3 y el 4, están entre los grupos que no evaluaron a sus compañeros, es decir no acabaron del todo la tarea.

Respecto a los comentarios cualitativos que formularon los alumnos, como aspectos posi-



Figura 4. Porcentajes obtenidos (I).

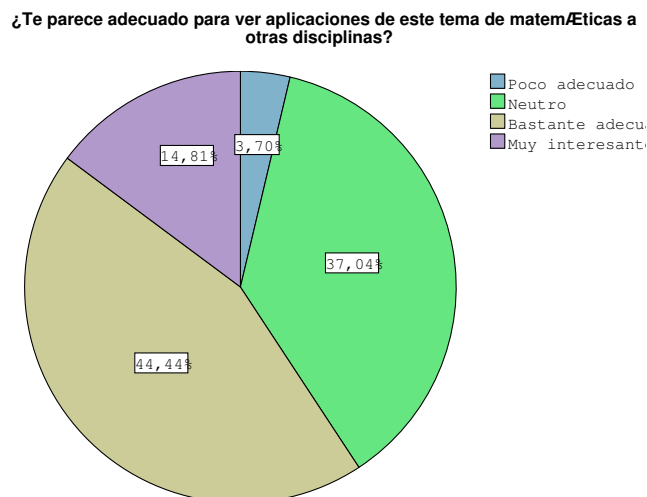


Figura 5. Porcentajes obtenidos (II).

vos citaron muchos:

- Descubrir las cientos de aplicaciones de las matemáticas
- Amplía nuestra cultura y nos acerca a nuestra profesión el día de mañana.
- Nos prepara para asignaturas en las que hay que realizar una presentación.
- Aplicar conceptos matemáticos a casos de la vida cotidiana. De esta manera te imaginas más las cosas y no son solo números.
- Hace ver las matemáticas desde otro punto de vista lo cual hace que te las tomes con más interés.
- Es una forma diferente de aprender la asignatura. Descubrir las aplicaciones de las cónicas y las cuádricas en la vida real.

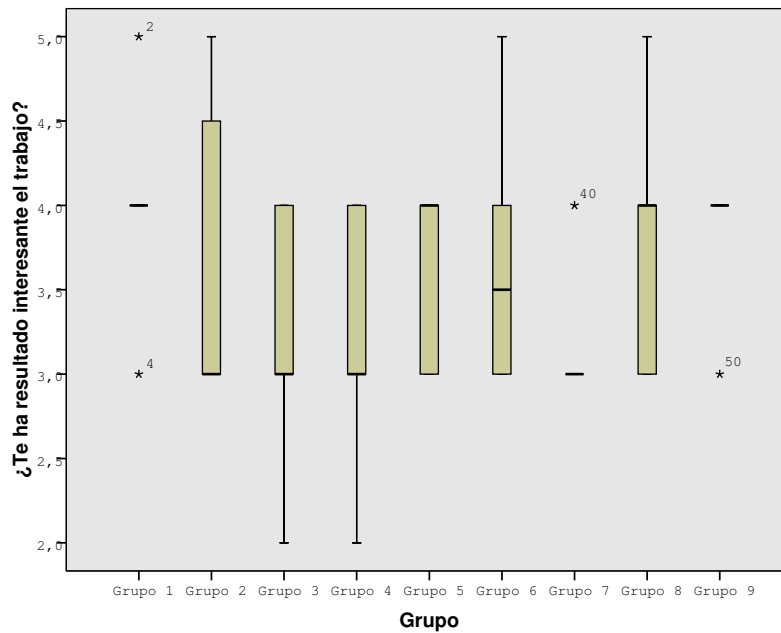


Figura 6. Diagrama de caja (I).

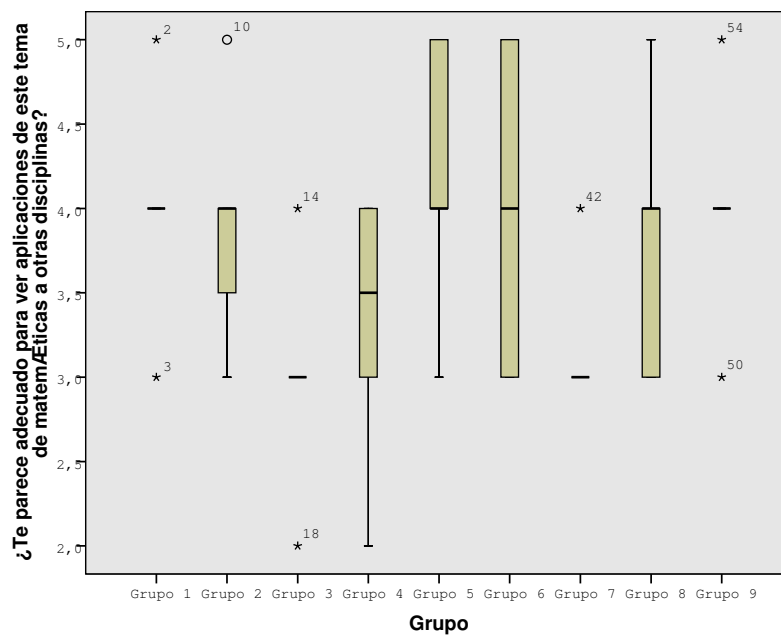


Figura 7. Diagrama de caja (II).

- Nos da una visión general y nos ayuda a comprender mejor el tema al poder ver ejemplos.
- Dedicar tiempo a buscar información sobre temas matemáticos.
- A medida que recapitulas información, te entra más curiosidad por saber y averiguar aspectos interesantes del día a día sobre las cónicas y las cuádricas que no habíamos prestado atención.
- Hemos visto la aplicación de las cuádricas y las cónicas a la realidad para ver que lo que

estudiamos sirve para algo. Nos permiten conocer edificios, estructuras y otros objetos de la realidad que se relacionan con las cuádricas y las cónicas.

- Nos ayuda a aclarar ideas y a conocer las matemáticas desde otro punto de vista.
- Colaboración, investigación personal.
- Interesarse por el tema y darse cuenta de las aplicaciones, de este modo motiva el estudio de la materia.
- Trabajar en equipo.
- Etc.

Es decir, en general, entre los aspectos positivos destacan que, con el trabajo se conectan las matemáticas con la vida real, también que les motiva y les hace más ameno el estudio de la asignatura y que al trabajar en grupo comparten ideas y se ayudan entre compañeros.

Entre los aspectos mejorables que citan los estudiantes, hablan de falta de tiempo para realizar el trabajo en clase, que tenga un porcentaje de la nota de la asignatura de nota, que haya premios para todos, objetivos más claros y que se den unas directrices más concretas.

## 4. Conclusiones

La primera conclusión es que se pueden realizar actividades de este tipo para motivar a los alumnos a conocer las aplicaciones de las matemáticas, y, en particular de las cónicas y las cuádricas, y que el resultado es satisfactorio tanto para los docentes como para los estudiantes. Con ello aumentamos la motivación y la participación de los alumnos y ven las matemáticas desde otra perspectiva.

Respecto al diseño concreto de la tarea se puede pensar como una tarea más larga o más corta, dependiendo del tiempo que le queramos dedicar. Si le queremos dedicar poco tiempo (1h en el aula y otra fuera) debemos poner unos objetivos más claros y unas directrices más concretas. Por ejemplo, pedirles un número concreto de aplicaciones (por ejemplo 3), reducir el número de diapositivas o que las pongan en un póster y/o concretar lo que queremos que pongan de cada aplicación. Y si se propone como una tarea más larga, se puede hacer más abierta, y se les puede pedir incluso que la expongan al resto de la clase, pero quizás en este caso, se le deba poner además un porcentaje de nota de la asignatura.

Respecto a la evaluación entre grupos, si la utilizamos, debemos diseñarla mejor, avisar que será descalificado el grupo que no juzgue al resto de grupos y medir mejor los tiempos para realizarla.

## Agradecimientos

El primer autor cuenta con el soporte financiero de la Unión Europea y de la Universitat Politècnica de València mediante dos proyectos: 518132-LLP-1-2011-1-FI-ERASMUS-FEXI INCODE - *Innovation Competencies Development* y el proyecto PYME A13/11 2012 *Desarrollo de rúbricas y situaciones de evaluación para competencias transversales relacionadas con la innovación*.



## Referencias

- [1] ANDREU-ANDRÉS, M. A. et. al. *Metodologías Activas. Grupo de Innovación en metodologías activas GIMA en Prólogo*, M.J. Labrador-Piquer y M. A. Andreu-Andrés, (ed.) Ed. Universidad Politècnica de Valencia, pp. 5-6 Valencia, 2008.  
<http://www.upv.es/contenidos/EQIN/info/U0553826.pdf>
- [2] DALE, E., *Audio-Visual Methods in Teaching*. 3rd ed., Dryden Press. Holt, Rinehart Winston, New York, 1969. (1st ed. 1946)
- [3] DODGE, B., *WebQuests: a technique for Internet-based learning*. Distance Educator, N° 1 (2): pp. 10-13, 1995.
- [4] FERNÁNDEZ, A. *Metodologías activas para la formación de competencias*. Educatio siglo XXI, N° 24: pp. 35-56, 2006.
- [5] GÓMEZ-COLLADO, M. C., SANZ-TORRÓ, F. J., TRUJILLO, M. y VICENTE-ALUJER, T. *How to relate quadrics in mathematics and architecture?*, Actas del congreso Internacional Conference on Education and New Learning Technologies. EDULEARN 09, Barcelona, 2009.
- [6] GÓMEZ-COLLADO, M. C. y TRUJILLO, M. *Superficies cuádricas en la Ciudad de Valencia: modelización con DPGraph*, Actas del congreso Promotion and Innovation with new technologies in engineering education FINTEI 2011 International Conference, Teruel 2011.
- [7] JORDÁN LLUCH, C., *Evaluación continua en la asignatura Estructuras Matemáticas para la Informática II*, Actas de las IX Jornadas Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Alicante, 2011.
- [8] *Mamoru Kawaguchi: ingeniero de estructuras (Catálogo de exposición)*. Sala de exposiciones de la Universidad Politècnica de València. Editorial de la Universitat Politècnica de València, Valencia, 2009.
- [9] PÉREZ-PEÑALVER, M. J., *Experiencias de evaluación de trabajo en grupo en el área de matemáticas*. en *La evaluación compartida: investigación multidisciplinar*, F. Watts and A. García-Carbonell, (ed.) Ed. Universidad Politècnica de Valencia, pp. 91-107 Valencia, 2006.  
<http://www.upv.es/gie/LinkedDocuments/descargarlibro.pdf>
- [10] PÉREZ-PEÑALVER, M. J., AZNAR-MAS, L. E., *Peer-Assessment of groupwork to evaluate the participation: What the student think*, Actas del congreso International Conference on Engineering and Mathematics (ENMA 2011), Bilbao, 2011.
- [11] POLIFORMAT.  
*Plataforma de la Universitat Politècnica de València*.  
<https://poliformat.upv.es>
- [12] SANABRIA CODESAL, E., MONSERRAT DELPADILLO, F. E., *El trabajo en grupo en asignaturas de matemáticas*, Actas de las IX Jornadas Redes de Investigación en Docencia Universitaria, Alicante, 2011.
- [13] WEBQUEST.  
*Página dedicada a las webquest: Información, repositorio y creación de webquest.*,  
<http://www.webquest.es/>

**Sobre las autoras:**

*Nombre:* María José Pérez Peñalver  
*Correo Electrónico:* mjperez@mat.upv.es  
*Institución:* Universitat Politècnica de València.

*Nombre:* Cristina Jordán Lluch  
*Correo Electrónico:* cjordan@mat.upv.es  
*Institución:* Universitat Politècnica de València.

*Nombre:* Esther Sanabria Codesal  
*Correo Electrónico:* esanabri@mat.upv.es  
*Institución:* Universitat Politècnica de València.