

# Influencia de las TIC en el aprendizaje de la Ingeniería Gráfica

N. Olmedo-Torre<sup>a\*</sup>, O. Farrerons Vidal<sup>a</sup>, J. Lapaz Castillo<sup>b</sup>, F. Bermúdez Rodríguez<sup>b</sup>

<sup>a</sup> *Department d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria, Escola Universitaria d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, (EUETIB).  
Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech (UPC), 08036, España.*

<sup>b</sup> *Department d'Expressió Gràfica a l'Enginyeria, Escola d'Enginyeria de Terrassa (EET). Universitat Politècnica de Catalunya  
-BarcelonaTech (UPC), 08222, España.*

## Abstract

La incorporación de herramientas de modelado 3D geométrico de tipo paramétrico en Ingeniería Gráfica como consecuencia de la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior supone un replanteamiento de los contenidos teóricos y prácticos del área. Se producen mejoras notables en la enseñanza de la geometría del espacio, se incorporan nuevas actividades dentro y fuera del aula y se ponen en práctica nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje.

En este trabajo se expone la influencia sobre el aprendizaje de las Tecnologías de la Información y la Comunicación en los nuevos planes de estudio de la asignatura Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador que se imparte en los grados de ingeniería de la Escola Universitaria d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona, de la Universitat Politècnica de Catalunya-BarcelonaTech.

Las ventajas que suponen las mejoras en la visualización de modelos y la comprensión de enunciados y soluciones, permiten reducir el tiempo en las exposiciones teóricas. Las sesiones expositivas/magistrales, tradicionalmente imprescindibles en la docencia de los sistemas de representación y los métodos de trazado bidimensional, quedan parcialmente relegadas en favor de un aumento de las prácticas de Diseño Asistido por Ordenador.

Los resultados ponen de relieve que la incorporación de las TIC ha permitido mejorar notablemente los resultados académicos y la satisfacción del alumnado con la asignatura.

*Palabras clave:* Ingeniería Gráfica, Aprendizaje, Diseño Gráfico, Evaluación

## 1. Antecedentes

Con la incorporación del Diseño Asistido por Ordenador (DAO) a la docencia universitaria en aplicación de los descriptores del Boletín Oficial del Estado (BOE, 1992) para el plan de estudios del año 1993, se comienzan a promover de forma intensiva los programas de ordenador en la impartición de la asignatura de Expresión Gráfica (EG) al mismo tiempo que las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) empiezan a implantarse en las universidades. La incorporación de las TIC hace posibles nuevas actividades en el aula y nuevas formas de organización del tiempo y del espacio de la docencia y aparecen nuevos modelos de aprendizaje distintos al presencial: los enteramente virtuales y los híbridos (Heinze & Procter, 2004). Esto hace que las clases ya no sean meramente expositivas por parte del profesorado.

En los laboratorios de DAO se organizan actividades docentes en las que intervienen los alumnos y donde el profesorado actúa de moderador; éste ya no sólo es un expositor de contenidos y de instrucciones, sino un facilitador y guía del proceso de aprendizaje, incrementando la atención personalizada al estudiante. Los ordenadores en sí no cambian nada, son los docentes los que cambian la enseñanza para adaptarla a los retos del nuevo modelo que las TIC propician.

La Ley Orgánica de Universidades (LOU) 6/2001 de 21 de diciembre de 2001 (BOE, 2001) preveía que el gobierno de España introdujera las reformas necesarias para la convergencia hacia el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). En febrero de 2003, el Ministerio de Educación, Cultura y Deporte publicó el Documento-Marco "La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior" (Ministerio de Educación Cultura y Deporte, 2003) donde el gobierno concluye que es imprescindible la incorporación de las TIC en el sistema universitario español para la integración al nuevo

EEES y se presentan, entre otras, recomendaciones: 1. Incorporar las TIC a los cursos de postgrado (como mínimo). 2. Desarrollar una oferta universitaria semipresencial y no presencial. 3. Desarrollar una oferta de cursos no presencial. 4. Propiciar el cambio conceptual en los docentes en una enseñanza más centrada en el alumno. 5. Crear nuevos cursos antes que remodelar los antiguos diseñados de manera tradicional. 6. Fijar estándares mínimos de calidad para los cursos no presenciales. 7. Evaluar los cursos no presenciales en igual o mayor medida que los presenciales.

En base a estas recomendaciones todos los programas de la asignatura de EG en España recogen los tres descriptores que el Ministerio de Educación publica para la asignatura: 1. Sistemas de representación. 2. Normalización del dibujo industrial y 3. Dibujo asistido por ordenador. De 46 programas de EG (un 43% de las asignaturas de EG detectadas) (Farrerons & Olmedo, 2016) se recoge un temario bastante similar en las diferentes universidades españolas: Introducción al dibujo industrial, introducción al DAO, conceptos básicos de normalización, sistemas de representación, geometría computacional, primitivas geométricas y geometría constructiva de cuerpos y superficies.

En abril de 2008, la Universitat Politècnica de Catalunya·BarcelonaTech (UPC) aprobó el documento "Marc per al disseny i la implantació dels plans d'estudis de grau" donde se recogen una serie de orientaciones metodológicas y de evaluación que debería considerar la docencia universitaria actual (UPC. Consell Social, 2008) y establece la introducción de siete competencias genéricas en todas las titulaciones de grado donde se plantea la forma en que los planes de estudio pueden incorporarlas para garantizar así su adquisición por parte del alumnado. El modelo basado en competencias utilizado por la UPC tiene su origen en el Proyecto Tuning (Tuning Educational Structures in Europe) (González & Wagenaar, 2009) y fue desarrollado con el objetivo de implementar a nivel de las instituciones universitarias el proceso que siguió a la Declaración de Bolonia.

En el proceso de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) iniciado por la UPC (Torra et al., 2010) se incorpora a sus curriculum modelos educativos innovadores, la formación en competencias genéricas o transversales y nuevas metodologías de enseñanza/aprendizaje. Los planes de estudios que conducen a la obtención de un título universitario deben, por tanto, centrar sus objetivos en la adquisición y aprendizaje de las competencias de cada asignatura y titulación y en estrategias de evaluación para verificar su adquisición. Estas competencias son específicas, propias de la formación y transversales o genéricas, más enfocadas en el desarrollo de sus habilidades como individuo y todo esto incluido en las horas crédito estipulado para ello.

La planificación de las nuevas titulaciones implica a cuatro elementos esenciales: a) el aprendizaje centrado en el estudiante, b) el logro de metas basadas en las habilidades y la planificación, c) la evaluación del alumnado y d) la planificación de las actividades presenciales y no presenciales utilizando los European Credit Transfer System (ECTS) (ICE, 2008). Con esta perspectiva, el profesorado diseña actividades de aprendizaje basadas en los objetivos formativos que se deben conseguir, guía a los estudiantes en el proceso de aprendizaje y por último aplica una estrategia de evaluación, que permite medir la adquisición de las competencias de los estudiantes. Por otro lado, el alumnado realiza las actividades planificadas, construye y participa en su aprendizaje e incluso en su evaluación (autoevaluación o evaluación entre iguales).

## **2. Objeto de estudio**

Como objetivo principal se analiza la influencia de la incorporación de las TIC en el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura EGDAO. Esta asignatura se acabó de definir en 2010 y las TIC han sido determinantes en el proceso de mejora de esta asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS que se imparte en el primer cuatrimestre de todos los grados (Eléctrica, Mecánica, Química, Electrónica Industrial, Biomédica y Energía) de Ingeniería de la Escola Universitaria d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona (EUETIB) de la UPC.

Como objetivos específicos se presentan los principales cambios en la metodología docentes y las estrategias de evaluación en relación al plan anterior. Las estrategias de evaluación empleadas ayudan a los estudiantes a la adquisición de la competencia genérica de aprendizaje autónomo (competencia genérica obligatoria de esta asignatura).

Se pretende mostrar que la incorporación de las TIC y la mejora de la metodología docente basada en objetivos docentes definidos para el autoestudio, objetivos para el DAO, objetivos de conocimiento combinado y objetivos transversales han permitido mejorar los resultados académicos de los estudiantes. Además, se muestra que la combinación de clases teóricas de autoaprendizaje y expositivas y las correcciones

basadas en rúbricas de rápido retorno (Martinez, Olmedo, Amante, Farrerons, & Cadenato, 2014) han reducido la carga de trabajo semanal asignada al alumno.

Para verificar los objetivos principales y específicos y comprobar el grado de satisfacción del alumnado en la asignatura cursada, se realizó una encuesta anónima *online* a 200 alumnos durante los años académicos 2013 y 2015.

Este documento será útil para docentes e investigadores que quieran implementar metodologías eficaces para la impartición de asignaturas relacionadas con el diseño y la expresión gráfica, así como aplicar herramientas útiles para el aprendizaje y la evaluación e innovaciones relacionadas con el proceso de enseñanza-aprendizaje de los estudiantes (Voltas, Marqués, Lapaz, & Bermúdez, 2011).

### 3. Fuentes de evidencia

Todas las evidencias para evaluar al alumnado en la adquisición de la competencia de aprendizaje autónomo se recogen con herramientas que relacionan los conocimientos alcanzados con el uso de las nuevas tecnologías, como proponen (“Marco de cualificaciones del Espacio Europeo de Educación Superior,” 2002), (Criterion 3. Program Outcomes and Assessment, 2003) y (QAA. The Quality Assurance Agency for Higher Education), 2002).

Para la asignatura EGDAO esta competencia se adquiere mediante la evaluación continuada de conocimientos de normalización, dibujo industrial y geometría del espacio. Los objetivos formativos alcanzan el nivel 1 de aprendizaje dirigido, donde se evalúa si el tiempo que el alumnado ha utilizado para resolver el problema ha sido correcto, si la forma de hacerlo ha sido la indicada y si hay una reflexión sobre la aplicabilidad del contenido. El sistema de evaluación se basa en criterios de calidad (Urraza & Ortega, 2009) y de innovación docente (Cadenato, 2012) y se asienta en una estrategia de evaluación continuada. Todas las actividades de evaluación disponen de una rúbrica pública de calidad desde el inicio del curso (Cano, 2015). La evaluación es de carácter formativo y sumativo y el feedback de las actividades de evaluación es semanal (Pastor, 2011).

La nota final de la asignatura se puede ver en la siguiente fórmula:

$$\text{NOTA FINAL} = 0,05 \times 1^{\text{er}}\text{P} + 0,2 \times 2^{\text{do}}\text{P} + 0,15 \times 3^{\text{er}}\text{P} + 0,06 \times \text{C} + 0,06 \times \text{EE} + 0,28 \times \text{EP} + 0,2 \times \text{Proy}$$

Donde:

1<sup>er</sup>P = 1<sup>er</sup> Parcial, 2<sup>do</sup>P = 2<sup>do</sup> Parcial, 3<sup>er</sup>P = 3<sup>er</sup> Parcial, C = Libro de croquis, EE = Tutoriales, EP = Cuestionarios, Proy = Proyecto

Para apreciar la evolución en la satisfacción del alumnado en el proceso de implantación del nuevo plan de estudios de la asignatura se realizó una encuesta anónima *on-line* utilizando formularios de Google Drive\*. La encuesta de tipo SEEQ (Students' Evaluation of Educational Quality) (Victoria, Matés, & Cal, 2010), muy eficaz como instrumento de evaluación de la docencia, gira en torno a aspectos relacionados con el interés en la asignatura, la comprensión de los contenidos, la eficacia de los grupos de trabajo y los métodos y los modos de plantear la evaluación, entre otras cuestiones, donde las posibles respuestas eran Muy de acuerdo, De acuerdo, En desacuerdo y Muy en desacuerdo.

La encuesta se pasó a 200 alumnos de distintos grupos de la asignatura en dos años diferentes: A los tres años siguientes a la implantación del nuevo plan de estudios (2013, 108 de un total de 332 alumnos matriculados) y a los dos años posteriores (2015, 92 alumnos de un total de 325 alumnos matriculados).

Para determinar la fiabilidad del cuestionario se sometió a pruebas estadísticas psicométricas (Alfa de Cronbach, dos mitades de Guttman y coeficiente de correlación interclase), las cuales arrojaron índices óptimos. La muestra es probabilística aleatoria simple, tiene una heterogeneidad del 50%, un nivel de confianza del 95% y un margen de error del 5%.

La investigación efectuada se enmarca dentro del paradigma cuantitativo, con una metodología no experimental de tipo descriptivo. La validez del instrumento se determinó respecto a la validez del constructo, de criterio y de contenido y fue sometida a valoración por panel de expertos, investigadores de las universidades Politécnica de Catalunya y Nacional de Educación a Distancia.

La encuesta pretende verificar el objetivo principal de este estudio (la mejora en el proceso de enseñanza-aprendizaje) y los objetivos específicos (las estrategias de evaluación empleadas para la adquisición de la competencia genérica de aprendizaje autónomo).

Los datos recogidos servirán para mejorar el proceso evaluado (evaluación formativa) y acreditar la calidad del proceso evaluado (evaluación sumativa), tal como proponen (Marsh, H., & Roche, 1970) y (Corral, I. Almajano, M. & Domingo, 2010).

#### **4. Argumento principal**

A partir del plan de estudios del año 1995 la asignatura “Dibujo” pasa a llamarse “Expresión Gráfica y DAO” (EGDAO). La asignatura estaba dividida en tres tipos de créditos docentes: Teoría, Prácticas y Laboratorio. De un total aproximado de 500 alumnos matriculados por año, los grupos de clase eran de 120 alumnos. En las clases de Teoría, 1 h a la semana, se impartía la normalización industrial del dibujo en una exposición magistral. Este grupo, a su vez, se dividía en dos grupos de Prácticas de 60 alumnos por grupo. En las Prácticas se impartía dibujo con sistema diédrico donde se llevaban a cabo problemas de dibujo en este sistema, conjuntos de piezas, croquis a mano alzada, dibujo a escala en el sistema europeo de proyección de vistas, secciones, acotado, etc... y también el dibujo a tinta con estilógrafos. Finalmente, cada grupo de Prácticas se dividía a su vez en 4 grupos de Laboratorio (15 alumnos por grupo) con clases quincenales de 2 horas de un programa CAD. Las horas de clase variaban según la especialidad: Mecánica (5 horas de clase semanales), 3 h de Teoría, 1 h de Prácticas y 2 h de laboratorio cada 15 días. El resto de las especialidades (Química, Electrónica Industrial y Electricidad), 4 horas de clase semanales (2 h de Teoría, 1 h de Prácticas y 2 h de Laboratorio cada 15 días). La nota de la asignatura estaba compuesta por un examen final de normalización industrial (dibujo de vistas y perspectivas axonométricas, 50 %), diédrico (25 %) y Laboratorio (25% con tres exámenes parciales).

Los resultados académicos eran muy desiguales. El porcentaje de aprobados en Laboratorio era del 90 %, en normalización un 75 % y en diédrico sólo un 30 % del alumnado. El total de aprobados era aproximadamente el 50 % del alumnado matriculado y variaba según la especialidad, más aprobados en Mecánica que en Química, la de menor número de aprobados.

Con la modificación del plan de estudios de la asignatura EGDAO en el año 2006 se mejoraron los aspectos teóricos y prácticos para conseguir mejores resultados académicos. El actual planteamiento de la asignatura se terminó de definir en 2010. La mejora en la metodología docente de la asignatura se apoya en potenciar la concepción espacial; profundizar en el conocimiento de las formas geométricas y presentar, interpretar y practicar la teoría normativa de las técnicas de representación gráfica más usuales en la ingeniería.

Los contenidos de EGDAO se han definido por objetivos de aprendizaje específicos:

1. Autoestudio: Están agrupados por tipo de contenidos donde se definen los contenidos teóricos que el alumno debe alcanzar. El alumno dispone de 140 objetivos concretos para el autoestudio, agrupados por sesión docente y con referencias bibliográficas para cada uno de ellos. El alumno prepara estos objetivos, pregunta las dudas al profesor y expone el tema a sus compañeros de grupo. Estos objetivos se evalúan a través de las competencias específicas de conocimiento y comprensión.

2. DAO: Se alcanzan mediante ejercicios a realizar en clase y fuera del aula siguiendo tutoriales multimedia. Se evalúan a través de la competencia específica de aplicación.

Se identifican 6 objetivos para DAO: a. Aplicar las técnicas básicas de modelado: Croquis 2D, base, saliente, cortar, modificar, visualizar sección. b. Aplicar las técnicas básicas de ensamblado de modelos para generar un conjunto: agregar, mover y girar. c. Aplicar las técnicas de dibujo de planos constructivos: editar formato y plantilla, agregar vistas estándar, anotaciones, cortes, acotaciones, imprimir. d. Poner en práctica técnicas de modelado de superficies. Creación de superficies primitivas (creadas mediante la especificación de valores), por desplazamiento (revolución, extrusión y barrido), de recubrimiento (cubren modelos alámbricos), derivadas (generadas a partir de superficies existentes). e. Realizar operaciones booleanas de edición de superficies: unión, recorte, extensión, coser y f. Concepto de superficie biparametrizada y de líneas isoparamétricas.

3. Conocimiento combinado: Requieren la aplicación de los conocimientos teóricos y habilidades prácticas. Se identifican 14 objetivos combinados con diferentes competencias específicas.

4. Conocimientos transversales: Es una competencia de aplicación consistente en el desarrollo de la práctica de un trabajo en grupo (Grupo de Proyecto). Se fomenta la figura del alumno especialista en algún aspecto teórico y se aplica la técnica del puzle para fomentar el aprendizaje entre iguales.

Las estrategias de evaluación implementadas son:

1. Autoaprendizaje de contenidos teóricos: Se utiliza la técnica del puzle (Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J., & Snapp, 1978) de formación cooperativa acorde con las innovaciones en metodologías de aprendizaje (Roca, Reguant, & Canet, 2015) y (López Pastor, 2012). Está formado por tres alumnos.

2. Ejercicios de croquización: Es una tarea individual, aunque se considera de gran utilidad que se realice una corrección guiada en grupo permitiendo la entrega de los ejercicios una vez corregidos individualmente.

3. Ejercicios tutorizados de DAO: Se resuelven fuera del aula y son los tutoriales del programa usado en EG, SolidWorks Education Edition®. Los alumnos deben resolver de manera individual un ejercicio guiado y, una vez resuelto, enviarlo a través del Campus Virtual antes de la clase siguiente. La realización de estos ejercicios se aproxima a un modelo de docencia semipresencial.

4. Problemas de DAO: El DAO no es solo una herramienta de dibujo. Permite crear un modelo tridimensional matemático pasando del objeto dibujado al objeto construido y a la inversa. Se proponen 4 tipos de ejercicios: Modelado 3D partiendo de planos diédricos, modelado 3D y planos partiendo de axonométrico, ejercicios de geometría en el espacio y ejercicios de superficies.

5. Proyecto: Se basa en las técnicas de aprendizaje cooperativo y constructivista (Morato Moreno M., 1999) y consiste en la entrega de un proyecto original de un conjunto ingenieril con diferentes componentes mecánicos desarrollado por un grupo de 3 a 4 alumnos.

En los años 90 la Enseñanza Asistida por Ordenador favorecía la figura del profesor posibilitando que dedicase más tiempo a las labores más críticas de la enseñanza. Con el actual planteamiento de la asignatura y con la introducción del DAO se ha potenciado la reducción de tiempo de exposición teórica relativa a sistemas de representación y métodos de trazado bidimensional a favor de un aumento de las actividades prácticas con herramientas digitales. Las ventajas que suponen las mejoras en la visualización de modelos y la comprensión de enunciados y soluciones permiten reducir el tiempo en las exposiciones teóricas. Las sesiones expositivas/magistrales de los sistemas de representación y métodos de trazado bidimensional disminuyen en favor de un aumento de las prácticas de Diseño Asistido por Ordenador.

La metodología docente aplicada ha supuesto la mejora en el nivel de conocimientos de ingeniería gráfica por la implicación de los estudiantes en la asignatura. El trabajo continuado mediante las herramientas de DAO ha permitido a los alumnos desarrollar las competencias específicas necesarias en las sesiones presenciales. El DAO representa un aumento del conjunto de métodos para el modelado geométrico de forma complementaria a los sistemas de representación usados en soportes bidimensionales. A pesar de la implementación de nuevos procedimientos a partir del modelado usando los sistemas de DAO 3D se observa el mantenimiento del sistema diédrico como razonamiento teórico e instrumento de abstracción.

Las TIC han favorecido el cambio en las metodologías de enseñanza-aprendizaje propuestas en el marco del EEES, donde el alumnado ha sido uno de los actores influyentes en la transformación del área de Ingeniería Gráfica gracias al interés que despiertan en ellos las nuevas tecnologías.

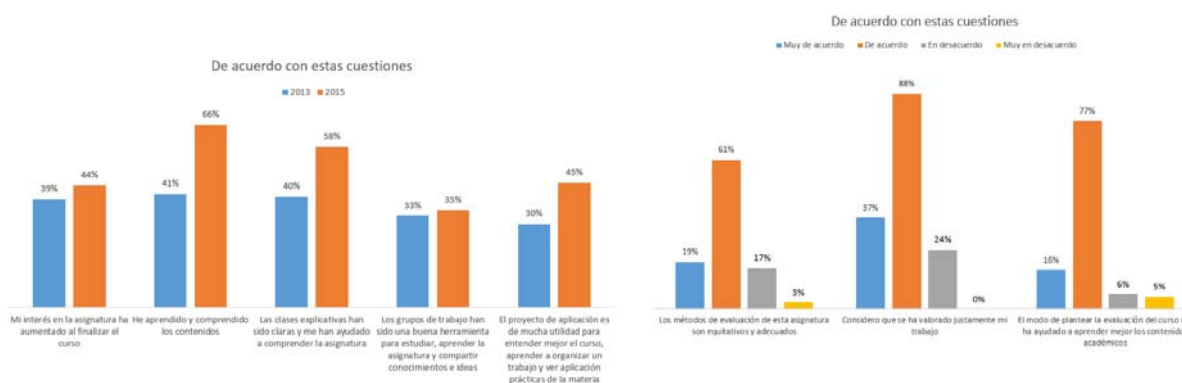
La informatización docente ha permitido una mejora en la gestión y el control académico de la asignatura consiguiendo automatizar las tareas de gestión y control, haciéndola mucho más rápida y eficaz. Los proyectos de mejora e innovación docente han evolucionado hacia espacios de aprendizaje virtuales promovidos por el uso de las TIC donde el estudiante puede tener un aprendizaje adaptado a su necesidad.

Estos resultados son cuantificables con las notas finales de la asignatura, que supone un porcentaje de 80 % de aprobados, muy superiores a los resultados obtenidos antes de aplicar la metodología expuesta

(alrededor del 50 %). De las actividades desarrolladas en el aula, las relacionadas con la evaluación son las que más condicionan el aprendizaje al encontrarse en el centro del mismo.

Los resultados de la encuesta muestran que el alumnado está de acuerdo en un 66 % (85 % de acuerdo y muy de acuerdo) en que han aprendido y comprendido los contenidos del curso. Se aprecia que este porcentaje aumenta en un 25 % desde el año 2013 al 2015. Los alumnos manifiestan en un 58 % (71 % de acuerdo y muy de acuerdo) que las clases han sido claras y le han ayudado a comprender la asignatura. También se aprecia un aumento del 18 % desde el año 2013 al 2015. Los resultados globales de la encuesta (2013 y 2015) muestran que un 78 % está de acuerdo, (un 89 % de acuerdo y muy de acuerdo) en que el modo de plantear la evaluación del curso le ha ayudado a aprender mejor los contenidos académicos y que los métodos de evaluación de la asignatura son equitativos y adecuados (61 % de acuerdo y 81 % de acuerdo y muy de acuerdo) (Figuras 1 a y b). Estos resultados muestran que la puesta en práctica de las metodologías de enseñanza-aprendizaje y las estrategias de evaluación empleadas has sido útiles y eficaces a los estudiantes en la adquisición de la competencia genérica de aprendizaje autónomo. Se aprecia además una manifiesta mejora en estos resultados en los dos años posteriores a la realización de la primera encuesta.

Un 62 % del alumnado manifiesta que el curso comparado con otros no le ha supuesto un esfuerzo significativo y a un 25 % le ha sido fácil cursar la asignatura. Se verifica que un alto porcentaje del alumnado ha reducido su carga de trabajo semanal.



Figuras 1 a y b. Satisfacción del alumnado a cuestiones relacionadas con la asignatura EG en los años 2013 y 2015

## 5. Conclusiones

La incorporación de las TIC ha supuesto un replanteamiento de los contenidos teóricos y prácticos del área, implicando avances en la enseñanza de la geometría del espacio, la incorporación de nuevas actividades dentro y fuera del aula y nuevos modelos de enseñanza-aprendizaje. Además, han permitido incrementar los resultados académicos y la satisfacción del alumnado con la asignatura.

Por otro lado, se han evidenciado las ventajas que suponen las mejoras en la visualización de modelos y la comprensión de enunciados y soluciones, permitiendo reducir el tiempo en las exposiciones teóricas. Las sesiones expositivas/magistrales de los sistemas de representación y métodos de trazado bidimensional disminuyeron en favor de un aumento de las prácticas de Diseño Asistido por Ordenador.

Teniendo en cuenta las características didácticas de las nuevas propuestas formativas, hemos contribuido al cambio de la metodología docente en el aprendizaje de la ingeniería gráfica que se está impartiendo en la EUETIB.

La metodología expuesta se puede aplicar a otras asignaturas en las que el componente tecnológico haya incidido de forma apreciable en el *corpus* de la materia.

## 6. Bibliografía

- Aronson, E., Blaney, N., Stephin, C., Sikes, J., & Snapp, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company.
- BOE. (1992). Real Decreto 921/1992, de 17 de julio, por el que se establece el título universitario oficial de Ingeniero Industrial y la aprobación de las directrices generales propias de los planes de estudios conducentes a la obtención de aquél. Retrieved from <https://www.boe.es/boe/dias/1992/08/27/pdfs/A29816-29818.pdf>
- BOE. (2001). Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades. Retrieved from <https://www.boe.es/buscar/act.php?id=BOE-A-2001-24515>
- Cadenato, A. et al. (2012). Criterios para prácticas de evaluación de calidad. *CIDUI. Barcelona*. Retrieved from <http://medcontent.metapress.com/index/A65RM03P4874243N.pdf>
- Cano, E. (2015). Las rúbricas como instrumento de evaluación de competencias en educación superior: ¿Uso o abuso? *Profesorado. Revista de Currículum Y Formación Del Profesorado*, 19(2).
- Corral, I. Almajano, M. & Domingo, J. (2010). La encuesta SEEQ como instrumento de mejora continuada. *Universitat Politècnica de Catalunya*.
- Criterion 3. Program Outcomes and Assessment. (2003). Accreditation Board for Engineering and Technology. Retrieved from <http://www.abet.org>
- Farrerons, O., & Olmedo, N. (2016). *Las TIC y la Ingeniería Gráfica*. (Omnia Science, Ed.) (1ª ed.). Barcelona. <http://doi.org/http://dx.doi.org/10.3926/oms.306>
- González, J., & Wagenaar, R. (2009). Una introducción a Tuning Educational Structures in Europe. La contribución de las universidades al proceso de Bolonia. *Bilbao: Publicaciones de La Universidad de Deusto*. Retrieved from <http://scholar.google.com/scholar?hl=en&btnG=Search&q=intitle:Una+introducción+a+Tuning+Educational+Structures+in+Europe+La+contribución+de+las+universidades+al+proceso+de+Bolonia#0>
- Heinze, A., & Procter, C. (2004). Reflections on the use of blended learning. *Education in a Changing Environment*, (September), 1–12. Retrieved from [http://www.ece.salford.ac.uk/proceedings/papers/ah\\_04.rtf](http://www.ece.salford.ac.uk/proceedings/papers/ah_04.rtf)
- ICE. (2008). L'avaluació en el marc de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES).
- López Pastor, V. M. (2012). Evaluación formativa y compartida en la universidad: clarificación de conceptos y propuestas de intervención desde la Red Interuniversitaria de Evaluación Formativa. *Psychology, Society & Education*, 4(c), 117–130.
- Marco de cualificaciones del Espacio Europeo de Educación Superior. (2002). Retrieved from <https://www.uco.es/ciencias/principal/eees/documentos/descriptoresdublin.pdf>
- Marsh, H., & Roche, L. (1970). SEEQ Students' Evaluation of Educational Quality: Multiple Dimensions of University Teacher Self-concept. *Instructional Science*, 8(5), 439–469.
- Martínez, M., Olmedo, N., Amante, B., Farrerons, O., & Cadenato, A. (2014). Analysis of Assessment Tools of Engineering Degrees, 30(6), 1689–1696.
- Ministerio de Educación Cultura y Deporte. (2003). La integración del sistema universitario español en el Espacio Europeo de Enseñanza Superior. Retrieved from [http://www.eees.es/pdf/Documento-Marco\\_10\\_Febrero.pdf](http://www.eees.es/pdf/Documento-Marco_10_Febrero.pdf)
- Morato Moreno M. (1999). Dos años de experiencia con la enseñanza reglada del dibujo asistido por ordenador. *VII Congreso Universitario de Innovación Educativa En Las Enseñanzas Técnicas. Libro de Actas Volumen II (I) . Página 1554*, (2), 1554–1564.
- Pastor, V. M. L. (2011). Best Practices in Academic Assessment in Higher Education: *Journal of Technology and Science Education*, 1(2), 25–39. <http://doi.org/10.3926/jotse.2011.20>
- QAA. The Quality Assurance Agency for Higher Education. (2002). Benchmark Statements.
- Roca, J., Reguant, M., & Canet, O. (2015). Aprendizaje basado en problemas, estudio de casos y metodología tradicional: una experiencia concreta en el grado en enfermería. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 168(July 2014), 163–170. <http://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.029>
- Torra, I., de Corral, I., Martínez, M., Gallego, I., Portet, E., & Pérez, M. J. (2010). Proceso de integración y evaluación de competencias genéricas en la Universitat Politècnica de Catalunya. *REDU. Revista de Docencia Universitaria*, 8(1), 201–224.
- UPC. Consell Social. (2008). Marc per al disseny i la implantació dels plans d'estudis de grau a la UPC. Barcelona: UPC.
- Urraza, G., & Ortega, J. M. (2009). Diseño de una experiencia de aprendizaje por proyectos en la asignatura de Expresión gráfica y diseño asistido por ordenador mediante grupos cooperativos. *Revista de Formación E Innovación Educativa*, 2, 128–138. Retrieved from [http://webs.uvigo.es/refiedu/Refiedu/Vol2\\_3/arti\\_2\\_3\\_2.pdf](http://webs.uvigo.es/refiedu/Refiedu/Vol2_3/arti_2_3_2.pdf) [npapers3://publication/uuid/03884236-B963-4B16-8753-7DA1A7C1410F](http://npapers3://publication/uuid/03884236-B963-4B16-8753-7DA1A7C1410F)
- Victoria, M., Matés, V., & Cal, I. (2010). Valoración de la enseñanza : SEEQ, 3, 182–193.
- Voltas, J., Marqués, J., Lapaz, J., & Bermúdez, F. (2011). Peer to peer evaluation - methodology and experiences across moodle platform. In *2011 Promotion and Innovation with New Technologies in Engineering Education (FINTDI 2011)* (pp. 1–5). IEEE. <http://doi.org/10.1109/FINTDI.2011.5945984>