

Incorporación de Nuevas Metodologías de Enseñanza-Aprendizaje en la Asignatura de Expresión Gráfica

Noelia Olmedo-Torre

EEBE. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

Jordi Ivern Cacho

EEBE. Expressió Gràfica a l'Enginyeria

Resumen

La incorporación de nuevas metodologías de enseñanza-aprendizaje en los nuevos planes de estudio de la asignatura de Expresión Gráfica (EG) que se imparte en todos los grados de ingeniería de la Escola de Enginyeria de Barcelona Est (EEBE) de la Universitat Politècnica de Catalunya. BarcelonaTech (UPC) han permitido incrementar los resultados académicos y la adquisición de las competencias del alumnado.

En esta comunicación se describen las mejoras incorporadas en las metodologías docentes y el cambio que suponen en la visualización de modelos y la comprensión de enunciados y soluciones que permiten reducir el tiempo en las exposiciones teóricas. Ahora, 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 (DAO).

1. Introducción

Como consecuencia de la consolidación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) se modifica el esquema formativo clásico

basado en primeros y segundos ciclos unificando los nuevos grados con contenidos y objetivos homogéneos.

Al finalizar los años 90 se hace necesaria la incorporación de las TICs en la enseñanza universitaria politécnica y, fundamentalmente, en el área de la Ingeniería Gráfica para fomentar la innovación educativa en España.

En 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 Diseño Asistido por Ordenador (DAO), conceptos básicos de normalización, sistemas de representación, geometría computacional, primitivas geométricas y geometría constructiva de cuerpos y superficies.

La incorporación de herramientas de modelado geométrico 3D paramétrico en Ingeniería Gráfica suponen un replanteamiento de los contenidos teóricos y prácticos del área, implican avances en la enseñanza de la geometría del espacio, incorporan nuevas actividades en el aula y mejoran los modelos de enseñanza-aprendizaje.

A partir del plan de estudios del año 1995 en todas las escuelas de la Universitat Politècnica de Catalunya. BarcelonaTech (UPC) la asignatura Dibujo pasó 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 estudiantes matriculados por año (Escola Universitària d'Enginyeria Tècnica Industrial de Barcelona. EUETIB), los grupos de clase eran de 120 estudiantes. 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 estudiantes 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 estudiantes por grupo) con clases quincenales de 2 horas de un programa DAO. 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.

A partir de 2010 la asignatura pasó a llamarse Expressió Gràfica (EG) y se impartió hasta 2017 en la EUETIB. Actualmente se realiza en la Escola de Enginyeria de Barcelona Est (EEBE) de la UPC. Es una asignatura obligatoria de 6 créditos ECTS y se imparte en el primer cuatrimestre en todos los grados (Eléctrica, Mecánica, Química, Electrónica Industrial, Biomédica, Energía y Materiales) de Ingeniería en 24 grupos de clase de 30 estudiantes de un total de 750 aproximadamente (Dos de estos grupos se imparten en inglés).

Este trabajo describe las mejoras 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 asignadas al alumnado.

2. Metodología

Todas las evidencias para evaluar al alumnado 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 EG la competencia de aprendizaje autónomo 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:

$$\text{NOTA FINAL} = 0,10 \times 1\text{erT} + 0,15 \times 2\text{doT} + 0,10 \times 3\text{erT} + \\ 0,10 \times 1\text{erP} + 0,25 \times 2\text{doP} + 0,15 \times 3\text{erP} + 0,15 \times \text{Proy}$$

Donde:

1/2/3erT = tres parciales teóricos,

1/2/3erP = tres ejercicios prácticos,

Proy = Proyecto.

3. Resultados

Con la modificación del plan de estudios de la asignatura EGDAO, en adelante EG, se mejoraron los aspectos teóricos y prácticos para conseguir mejores resultados académicos. 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.

Ahora, los contenidos de EG se han definido por objetivos de aprendizaje específicos:

1. Autoestudio: Están agrupados por tipo de contenidos donde se definen los contenidos teóricos que el alumnado debe alcanzar. El estudiante dispone de 140 objetivos concretos para el autoestudio, agrupados por sesión docente y con referencias bibliográficas para cada uno de ellos. El estudiante prepara estos objetivos, pregunta las dudas al profesorado 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 estudiante especialista en algún aspecto teórico y se aplica la técnica del puzle para fomentar el aprendizaje entre iguales.

Las estrategias de evaluación implementadas han sido:

1. Autoaprendizaje de contenidos teóricos. En cada sesión se presentan los nuevos contenidos que los alumnos deberán trabajar con los recursos que se les ofrecen, y en los que se podrán autoavaluar con un test en línea en cada una de las sesiones (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).

2. Ejercicios de croquización: Es una tarea individual y voluntaria, aunque se considera de gran utilidad para practicar habilidades propias y fijar objetivos de otros contenidos de la asignatura. Se ofrecen los resultados de los ejercicios, pero se recomienda entregarlos para completar la corrección y análisis de los mismos.

3. Ejercicios tutorizados de DAO: Se resuelven fuera del aula, y son los tutoriales del programa usado en EG, SolidWorks Education Edition®. Según se van introduciendo nuevos conceptos se recomienda a los estudiantes resolver de manera individual un ejercicio guiado y, que una vez resuelto pueden enviarlo a través del Campus Virtual si quieren recibir la ayuda o comentarios del profesorado. 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 estudiantes.

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. La existencia de ejercicios voluntarios que

permiten, si el estudiante lo demanda, una mayor interacción con el profesorado, permite a cada estudiante graduar la intensidad de su trabajo y en clase trabajar contenidos generales más avanzados.

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 DAO.

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 estudiantes 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.

4. Conclusiones

El replanteamiento de los contenidos teóricos y práctico han implicado 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 DAO.

La realización en equipo durante todo el curso de un proyecto en el cual los estudiantes practican los conceptos aprendidos, y pueden introducir de nuevos, es un fuerte estímulo para el autoaprendizaje, aparte de un escenario para poner en práctica las estrategias de trabajo en grupo y organización y coordinación del trabajo.

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.

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.

Referencias

- ARONSON, E., BLANEY, N., STEPHIN, C., SIKES, J., & SNAPP, M. (1978). *The Jigsaw Classroom*. Beverly Hills, CA: Sage Publishing Company.
- CRITERION 3. PROGRAM OUTCOMES AND ASSESSMENT. (2003). *Accreditation Board for Engineering and Technology*. Retrieved from <http://www.abet.org>.
- 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).
- FARRERONS, O., & OLMEDO, N. (2016). Las TIC y la Ingeniería Gráfica. (Omnia Science, Ed.) (1a ed.). Barcelona. <https://doi.org/10.3926/oms.306>
- 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.
- LÓPEZ PASTOR, V. M. (2011). Best Practices in Academic Assessment in Higher Education: *Journal of Technology and Science Education*, 1(2), 25–39. <https://doi.org/10.3926/jotse.2011.20>
- MARTINEZ, M., OLMEDO, N., AMANTE, B., FARRERONS, O., & CADENATO, A. (2014). Analysis of Assessment Tools of Engineering Degrees, *International Journal of Engineering Education, IEEE*, 30(6), 1689–1696.
- MARCO DE CUALIFICACIONES DEL ESPACIO EUROPEO DE EDUCACIÓN SUPERIOR. (2002). Retrieved from <https://www.uco.es/ciencias/principal/cees/documentos/descriptoresdublin.pdf>
- QAA (2002). The Quality Assurance Agency for Higher Education. 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. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2015.07.029>

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\npapers3://publication/uuid/03884236-B963-4B16-8753-7DA1A7C1410F