



Universitat d'Alacant
Universidad de Alicante

XIV JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Investigació, innovació i ensenyament universitari:
enfocaments pluridisciplinars



JORNADAS
DE REDES DE INVESTIGACIÓN
EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

XIV

Investigación, innovación y enseñanza universitaria:
enfoques pluridisciplinares

Coordinadores i coordinadors / *Coordinadoras y coordinadores:*

María Teresa Tortosa Ybáñez

Salvador Grau Company

José Daniel Álvarez Teruel

© Del text / *Del texto:*

Les autores i autors / *Las autoras y autores*

© D'aquesta edició / *De esta edición:*

Universitat d'Alacant / *Universidad de Alicante*

Vicerektorat de Qualitat i Innovació Educativa / *Vicerrectorado de Calidad e Innovación Educativa*

Institut de Ciències de l'Educació (ICE) / *Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)*

ISBN: 978-84-608-7976-3

Revisión y maquetación: Verónica Francés Tortosa

Publicación: Julio 2016

Metodologías innovadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la Ingeniería Gráfica

J. C. Olmo-García⁽¹⁾; M. L. Márquez García⁽²⁾; A. H. Delgado Olmos⁽¹⁾

⁽¹⁾ *Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería.*

⁽²⁾ *Departamento de Matemática Aplicada.*

Universidad de Granada

RESUMEN

El trabajo de investigación y aplicación realizado por los autores, en parte miembros del profesorado del área de conocimiento de Expresión Gráfica en la Ingeniería de la Universidad de Granada, a lo largo de los últimos años ha proporcionado unos elementos básicos y fundamentales en la enseñanza y aprendizaje de las materias curriculares propias de esta disciplina; asimismo, ha facilitado el logro de los objetivos a alcanzar y que fueron propuestos en las guías docentes de las respectivas asignaturas. Se ha implementado con éxito una metodología de enseñanza-aprendizaje basada en procesos innovadores realizados al amparo del Espacio Europeo de Enseñanza Superior (E.E.E.S.). Estos procesos fueron previamente aprobados mediante evaluación positiva realizada por la ANECA, que es el paso inicial en el sistema de concurrencia competitiva interno de la Universidad de Granada para su aprobación definitiva y dotación presupuestaria. La consecución de los objetivos propuestos se ha basado en la adquisición de las competencias propias de las asignaturas vinculadas, usando para ello elementos transversales teóricos y prácticos como han sido las clases de gran grupo y el aprendizaje basado en proyectos, junto con sistemas gráficos digitalizados.

Palabras clave: Aprendizaje, Enseñanza, Ingeniería Gráfica, Innovación.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema/Cuestión

Desde el curso académico 2007-2008 un grupo de docentes de la Universidad de Granada, pertenecientes al área de Expresión Gráfica en la Ingeniería dentro del Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería, vienen investigando las variaciones en la enseñanza y el aprendizaje de las materias propias de esta área de conocimiento. Este estudio se viene realizando desde los antiguos planes docentes anteriores a la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior (E.E.E.S.), aquellos basados en la LRU de 1983, hasta la total implementación de los actuales planes referenciados al EEES, pasando por el periodo transitorio y de ajuste.

Se ha utilizado una estrategia pormenorizada de investigación basada en la participación de los alumnos y las alumnas de las asignaturas “*Técnicas de Representación*” de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, “*Ingeniería Gráfica I*” del grado de Ingeniería Civil, “*Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador*” del grado de Ingeniería Química y “*Representación Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador*” del grado de Ingeniería Electrónica Industrial, mediante la creación de seminarios teórico-prácticos que con carácter interdisciplinar y basados en el EEES afianzaban y avanzaban en los conocimientos de las materias docentes de las asignaturas mencionadas para aquellos estudiantes que voluntariamente se inscribían en los mismos. Estos seminarios habían sido dotados presupuestariamente por la Universidad de Granada y con carácter previo valorados positivamente por la ANECA.

1.2 Revisión de la literatura

La utilización didáctica de seminarios, conformados con grupos docentes de teoría y de prácticas, en el desarrollo de la docencia reglada mediante trabajo transversal y colaborativo del alumnado y el profesorado, ha sido estudiada e investigada por Spelt et al. (2009). Asimismo, varios autores han estudiado y publicado sobre la aplicación en la docencia ordinaria y de apoyo de los resultados de las investigaciones del profesorado universitario, en estrecha relación con la participación del alumnado, con la materia docente de la ingeniería gráfica y el posible carácter transdisciplinaridad de la misma en el desarrollo de las competencias y el logro de los objetivos propuestos en cada asignatura (Aydilek, 2007; Li et al., 2008; Olmo-García, 2010 y 2011).

1.3 Propósito

El propósito que los autores han tenido en la investigación ha sido implementar metodologías innovadoras que faciliten el aprendizaje por parte del alumnado y la enseñanza por parte de los docentes, con relación a la ingeniería gráfica en las asignaturas que se expusieron anteriormente. El cumplimiento de los objetivos resaltados en las diferentes guías docentes y el logro en la adquisición de las competencias ligadas a la materia docente ha sido el baremo para medir la eficacia de las metodologías basadas en el uso de elementos participativos y abiertos, que ha conllevado la actuación activa e indispensable del alumnado (Olmo-García, 2009).

2. METODOLOGÍA

2.1. Descripción

Desde el curso 2007-2008 el profesorado adscrito a las asignaturas “*Técnicas de Representación*” de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, “*Ingeniería Gráfica I*” del grado de Ingeniería Civil, “*Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador*” del grado de Ingeniería Química y “*Representación Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador*” del grado de Ingeniería Electrónica Industrial de la Universidad de Granada, junto con la profesora María Luisa Márquez del Departamento de Matemática Aplicada de la misma Universidad, ha gestionado y llevado a término un programa de innovación docente centrado en el aprendizaje de las materias propias de la Ingeniería Gráfica, con su base científica en la expresión gráfica de los elementos propios de la Ingeniería y en el estudio y el cálculo matemático y geométrico (Milici et al., 2009). Por medio del uso de lenguajes de programación como el Mathematica[®] o del software libre (Aparicio et al., 2007; Delgado & Olmo-García, 2008) se pueden crear diseños gráficos de maquetas virtuales con tipologías y formas propias de la Ingeniería, de carácter y valor singular y exclusivo (Escrig & Sánchez, 2005), lo que nos implica el diseño y el estudio de superficies y nuevos cuerpos (Delgado et al., 2006; Piegl, 2005), lo que se perfila básico en la adquisición de las competencias propias de la expresión gráfica.

El uso de la Ingeniería Gráfica permite la interpretación del proyecto ingenieril, así como de la propia construcción de la obra proyectada, adecuándose de forma perfecta al estudio de elementos patrimoniales históricos de la ingeniería (Farin, 2006; Gombrich, 1995),

lo que se descubre fundamental en la metodología docente aplicada ya que está basada en la aplicación del Espacio Europeo de Educación Superior.

Una vez finalizada la implementación de las acciones docentes el alumnado participante consiguió nuevas destrezas, lo que se produjo gracias a la colaboración entre el profesorado y el alumnado, pero también los estudiantes entre sí. En los grupos formados por alumnos y alumnas se intentó cumplir el criterio de paridad de género.

Los distintos objetivos perseguidos a la terminación de la aplicación de las metodologías innovadoras se pueden expresar como sigue:

- Obtener la capacidad por parte del alumnado de la formulación de conceptos claros sobre el aprendizaje de la Ingeniería Gráfica, así como de sus elementos relacionados en un contexto interdisciplinar, con métodos abiertos y colaborativos.
- Obtener para el alumnado la posibilidad de realizar el estudio de la Ingeniería Gráfica mediante la formación de equipos abiertos a la crítica científica y en un ambiente de igualdad de género.
- Hacer ver a los estudiantes como necesidad imprescindible la formación continua académica y profesional por toda su vida laboral, estando preparados para el cambio.
- Desarrollar la visión espacial de los cuerpos, para su representación utilizando diferentes sistemas de representación.
- Concepto, metodología y normas de aplicación en cada caso.
- Transmitir conceptos claros sobre los métodos y operativa (tanto básica como avanzada) a aplicar en los diferentes tipos de representación gráfica, para la resolución de ejercicios y problemas que se puedan presentar en el desarrollo profesional de la Ingeniería Civil.
- Aportar al futuro profesional el concepto, la metodología, la técnica y la norma a aplicar en cada caso, para que logre expresar en plenitud la representación gráfica buscada.
- Manejar un programa informático para el diseño gráfico en Ingeniería Civil (dibujo de planos y otras aplicaciones).
- Adquirir las siguientes competencias vinculadas a la docencia de las asignaturas en las cuales se trabajó:

* Capacitación científico-técnica para el ejercicio de la profesión de Ingeniero Civil y conocimiento de las funciones de asesoría, análisis, diseño, cálculo,

proyecto, construcción, mantenimiento, conservación y explotación.

* Comprensión de los múltiples condicionamientos de carácter técnico y legal que se plantean en la construcción de una obra pública, y capacidad para emplear métodos contrastados y tecnologías acreditadas, con la finalidad de conseguir la mayor eficacia en la construcción dentro del respeto por el medio ambiente y la protección de la seguridad y salud de los trabajadores y usuarios de la obra pública.

* Capacidad de visión espacial y conocimiento de las técnicas de representación gráfica, tanto por métodos tradicionales de geometría métrica y geometría descriptiva, como mediante las aplicaciones de diseño asistido por ordenador.

* Conocimientos básicos sobre el uso y programación de los ordenadores, sistemas operativos, bases de datos y programas informáticos con aplicación en ingeniería.

2.2. Materiales

Se contó con los siguientes materiales para la implementación de las metodologías de innovación:

- Autoevaluaciones del alumnado, realizada individualmente y por grupos de estudiantes.
- Entrega de ejercicios prácticos, según la programación de cada proyecto.
- Participaciones del alumnado en los seminarios teóricos y en las actividades prácticas.

2.3. Instrumentos

Para lograr aquellos objetivos manifestados en el anterior apartado los instrumentos metodológicos que se usaron fueron:

- Realización de varias sesiones tutoriales, vistas desde la perspectiva del alumno o la alumna, así como desde el concepto de refuerzo de las nociones desarrolladas en los distintos grupos (incluimos aquí las acciones tutorías de asesoramiento tanto en contenidos como en actitudes, sin olvidar las formas de trabajo y los esquemas colaborativos).
- El uso de técnicas participativas intergrupales, incluyendo en este apartado los debates realizados dentro del seno del alumnado, las mesas redondas para la

exposición de los avances de cada grupo en su aprendizaje por proyectos y las sesiones de tutorización entre iguales.

- La participación estudiantil en los seminarios teóricos o prácticos realizados, en los que se aportará a los estudiantes una visión global de forma introductoria de los temas a tratar, añadiendo la fijación de los conceptos teóricos previamente presentados. Los casos propuestos se analizarán de forma transversal.

Las técnicas docentes que se utilizaron en las metodologías de innovación implementadas fueron:

- a) Seminarios teóricos.
- b) Seminarios prácticos.
- c) Mesas redondas, exposiciones y debates.
- d) Tutorías individuales y grupales.
- e) Trabajos de campos (visitas al territorio –ciudad y rural–).

Las técnicas de evaluación del alumnado que se realizaron fueron:

- Su asistencia, así como su participación activa en el desarrollo de los seminarios tanto teóricos como prácticos.
- El compromiso manifestado en las actividades grupales y entre grupos.
- La calidad de la resolución de los problemas que se plantearon.
- La adaptación de cada estudiante a la tipología de trabajo grupal.

2.4. Procedimientos

La evaluación de la obtención de objetivos fijados en el desarrollo de la implementación de las metodologías innovadoras docentes se realizó mediante la constatación de forma clara del alcance del planteamiento básico previsto:

- a) Obtener la constancia de la superación por parte del estudiantado del proceso de adaptación al trabajo en los distintos grupos, con la necesaria y obligatoria relación colaborativa entre cada uno de los alumnos y alumnas que los integran,
- b) Conseguir el uso de la Ingeniería Gráfica con metodología transversal para resolver los casos teóricos y reales que se propusieron durante el desarrollo de la implementación de las metodologías de innovación.

El alcance de los objetivos propuestos se evaluó según un método que incluye las tres fases siguientes, las cuales dieron resultados excelentes en aquellas asignaturas que se

investigaron. Se requirió la participación del profesorado y del alumnado con un alto grado de compromiso:

A) Seguimiento por parte del profesorado, adscrito a las asignaturas estudiadas, del proceso de aprendizaje y adquisición de las distintas competencias, significando la evaluación concreta de resultados referida a objetivos a conseguir.

B) Evaluación interna mediante las encuestas al alumnado participante, obteniendo valores de estudio en cada uno de las asignaturas y a nivel global en el programa docente, transmitiéndoles a los alumnos y a las alumnas que son el objetivo principal del sistema educativo universitario.

C) Evaluación externa independiente fundamentada en la exposición pública de los proyectos realizados en grupo ante un tribunal configurado ad hoc por profesores y profesoras que no participaron en la docencia de las asignaturas.

3. RESULTADOS

En relación a la Ingeniería Gráfica se planteó, ideó, diseñó y se consiguió con éxito, el paso del sistema español universitario, organizado en torno a la antigua Ley nacional de Universidades (L.R.U.) aprobada en el año 1983, en el aspecto fundamental de la metodología docente, al sistema del Espacio Europeo de Educación Superior (E.E.E.S.), en forma de aplicación, de los métodos y formas educativo-didácticas superiores introducidas mediante un ensayo de metodologías docentes innovadoras desde el curso 2007-2008 hasta el curso que ahora finalizamos.

La aplicación de las nuevas metodologías docentes desde el curso 2007-2008 en la Universidad de Granada por el profesorado participante ha generado extensos beneficios en el ámbito docente propio de aquellas, en las relaciones entre los alumnos y las alumnas participantes y ha permitido la interdisciplinaridad entre distintas áreas en esta misma Universidad y entre la Universidad de Granada y universidades extranjeras. Este modelo transversal y colaborativo aplicado al ámbito de conocimiento de la Ingeniería Gráfica ha conllevado una generación de demandas en el uso de la expresión gráfica como herramienta colectiva para la gestión de la docencia y la investigación incluidas en la Ingeniería Civil, posibilitando a los alumnos y a las alumnas participantes la adquisición de unas destrezas y unas habilidades de carácter novedoso que permiten la realización de los encargos académicos por medio de la formación de grupos, los cuales en un principio estaban basados en el propio

ámbito de conocimiento y que posteriormente se amplió a ámbitos y áreas de conocimiento que podían ser afines y/o transversales.

4. CONCLUSIONES

La aplicación efectiva de las metodologías innovadoras en parte de las asignaturas propias de la Ingeniería Gráfica, dentro de la Universidad de Granada, por el profesorado participante, perteneciente en su mayoría al área de Expresión Gráfica en la Ingeniería, bajo la autorización y aprobación del Secretariado de Innovación Docente del Vicerrectorado de Ordenación Docente y Profesorado, de la Comisión de Ordenación Docente y de la Agencia Nacional de Evaluación de la Calidad y Acreditación (ANECA), se inicia en el curso académico 2007-2008 en asignaturas que estaban perfiladas según la antigua Ley nacional de Universidades de 1983 (L.R.U.) y se prolonga, ajusta y adapta al nuevo Espacio Europeo de Educación Superior .

Tras la consolidación de la idea didáctica propuesta en las asignaturas participantes (*“Técnicas de Representación”* de la titulación de Ingeniería de Caminos, Canales y Puertos, *“Ingeniería Gráfica I”* del grado de Ingeniería Civil, *“Expresión Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador”* del grado de Ingeniería Química y *“Representación Gráfica y Diseño Asistido por Ordenador”* del grado de Ingeniería Electrónica Industrial de la Universidad de Granada), ésta se traslada al profesorado de varias Universidades extranjeras, que participaron anteriormente como personal externo en la Universidad de Granada, así, se pudo implementar un proyecto de innovación docente con las metodologías experimentadas y las características del E.E.E.S. en la Facultad de Arquitectura, Diseño y Arte de Asunción, obteniendo un alto grado de éxito, el cual se ha podido comprobar según la encuesta realizada a los alumnos y a las alumnas que participaron.

5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- Aparicio, A.C. & Ruiz-Teran, A.M. (2007). Tradition and Innovation in Teaching Structural Design in Civil Engineering. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice (Reston)*, 133(4), 340-349.
- Aydilek A.H. (2007). Digital Image Analysis in Geotechnical Engineering Education. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice (Reston)*, 133(1), 38-42.

- Delgado, A., Márquez L. & Olmo-Garcia, J.C. (2006). Dynamic presentation of problems of graphic geometry. *XVIII International Congress on Graphical Engineering*. Barcelona, 31 de mayo – 2 de junio (en papel).
- Delgado, A. & Olmo-Garcia, J.C. (2008). The Computer Graphic Expression and its Application to the Engineering, the Architecture and the Urbanism. *Seminar of the Department of Art History at Granada University*. Granada, 8 de mayo (en papel).
- Escrig, F. & Sánchez, J. (2005). The Concrete Vault of Club Táchira in Caracas. *Informes de la Construcción*, 57(499), 133-144. Madrid.
- Farin, G. (2006). Class A Bézier curves. *Computer Aided Geometric Design*, 23(7), 573-581. Amsterdam.
- Gombrich, E.H. (1995). *The Story of Art*. London: Phaidon Press Limited.
- Li, C., Yeh I., Chen S., Chiang T. & Lien L. (2008). Virtual Reality Learning System for Digital Terrain Model Surveying Practice. *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice (Reston)*, 134(4), 335-345.
- Milici, M.R., Mihai, I. & Milici, M.D. (2009). Aspects of Engineering Education in Signal Technology Using Virtual Instrumentation. *Elektronika ir Elektrotechnika (Kaunos)*, 6(94), 113-116.
- Olmo-Garcia, J.C. (2009). *Seminario Interdisciplinar de Patrimonio y Expresión Gráfica Computacional de la Universidad de Granada*. Granada, febrero – junio 2009.
- Olmo-García, J.C. (Ed., 2010). *Actas del I Congreso Internacional de Patrimonio y Expresión Gráfica 2008*. Granada: Editorial Universidad de Granada.
- Olmo-García, J.C. (Ed., 2011). *Actas del II Congreso Internacional de Patrimonio y Expresión Gráfica 2010*. Granada: Editorial Universidad de Granada.
- Piegl, L.A. (2005). Ten challenges in computer-aided design. *Computer-Aided Design*, 37(4), 461-470.
- Spelt, E., Biemans, H., Tobi, H., Luning, P. & Mulder, M. (2009). Teaching and Learning in Interdisciplinary Higher Education: A Systematic Review. *Educational Psychology Review*, 21(4), 365-378.