

# LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN EL GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA

Santamaría-Peña, Jacinto<sup>1\*</sup>; Sanz Adán, Félix<sup>1</sup>; Alba Irurzun, José Antonio<sup>2</sup>

1) Departamento de Ingeniería Mecánica, Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería

2) Departamento de Ingeniería Mecánica, Área de Ingeniería Mecánica

Universidad de La Rioja, C/ Luis de Ulloa, 20, 26004, Logroño, La Rioja

[\\*jacinto.santamaria@unirioja.es](mailto:*jacinto.santamaria@unirioja.es)

## RESUMEN

La coordinación vertical de contenidos es una de los parámetros a los que ANECA da más importancia en la evaluación global de una titulación. Esta comunicación trata de recopilar los resultados previos obtenidos en un Proyecto de Innovación Docente financiado por la Universidad de La Rioja, cuyo objetivo es la coordinación de contenidos entre las asignaturas “gráficas” y otras relacionadas en el ámbito industrial mecánico. Las asignaturas analizadas han sido, por un lado, **Expresión Gráfica en la Ingeniería y DAO** (curso 1.1), **Ingeniería Gráfica** (curso 3.1) e Ingeniería Simultánea (curso 4.1) y, por el otro, las asignaturas de **Teoría de Mecanismos** (curso 2.1), **Cálculo, Diseño y Ensayo de Máquinas** (CURSO 3.1), y **Diseño Avanzado de Máquinas** (CURSO 4.2). Enseñar a los alumnos a representar piezas y mecanismos sin apenas conocerlos es un difícil reto, que exige una buena planificación y el uso de metodologías didácticas innovadoras. Es necesario inculcar en los alumnos, desde el principio, la necesidad de una correcta representación y programar de una forma ordenada los conocimientos suficientes para la representación, interpretación y ensamblado de los elementos básicos de las máquinas (levas, engranajes, volantes, tornillos, resortes, cadenas, uniones roscadas, árboles, ejes, rodamientos, acoplamientos,...).

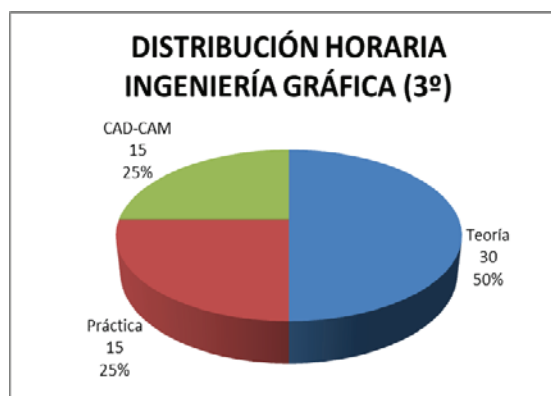
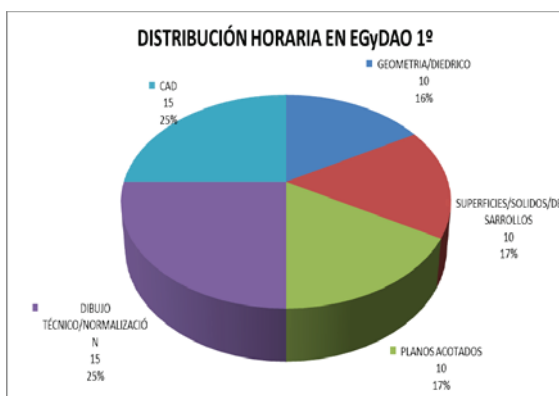
**PALABRAS CLAVE:** ingeniería gráfica; diseño industrial; diseño de máquinas; diseño de mecanismos.

## 1. ESTRUCTURA Y DISEÑO DE LAS ASIGNATURAS

En la Universidad de La Rioja, dentro del Plan de Estudios del Grado de Ingeniería Mecánica, existen dos asignaturas obligatorias fundamentalmente “gráficas”, como son **Expresión Gráfica en la Ingeniería y DAO** (módulo de formación básica) e **Ingeniería Gráfica** (módulo de formación obligatoria en tecnología mecánica), cada una con 6 créditos ECTS.

EXPRESION GRAFICA Y DAO	
Contenido	Horas
GEOMETRIA/DIEDRICO	10
SUPERFICIES/SOLIDOS/DESARROLLOS	10
PLANOS ACOTADOS	10
DIBUJO TÉCNICO/NORMALIZACIÓN	15
CAD	15

INGENIERÍA GRÁFICA	
Contenido	Horas
NORMALIZACIÓN INDUSTRIAL	
Teoría	30
Práctica	15
CAD-CAM-CAE	15



Los contenidos resumidos de ambas asignaturas se pueden concretar en:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Geometría Métrica y Proyectiva.</li> <li>• Diédrico: Curvas, superficies y sólidos.</li> <li>• Planos acotados: Construcción y Topografía (tuberías, cubiertas, terrenos).</li> <li>• Vistas, cortes, acotación.</li> <li>• Conjuntos y despieces.</li> <li>• Representación de: elementos roscados, uniones roscadas, ruedas dentadas, engranajes y rodamientos.</li> <li>• Diseño Asistido por Ordenador 2D y 3D.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Criterios de acotación: Función, fabricación, verificación.</li> <li>• Tolerancias y estados superficiales: Análisis funcional.</li> <li>• Uniones: Fijas y desmontables.</li> <li>• Mecanismos de transmisión de movto.</li> <li>• Soportes y componentes de contacto entre mecanismos de transmisión.</li> <li>• Modelado de superficies y de sólidos.</li> <li>• Diseño de conjuntos 3D. Restricciones.</li> </ul>
---	--

## 2. ASIGNATURAS OBJETIVO A COORDINAR.

Se pretende la coordinación de las asignaturas “gráficas” descritas, con aquellas otras asignaturas que más necesitan aptitudes y habilidades gráficas previas. Estas son:

<b>TEORÍA DE MECANISMOS (2º)</b>		<b>CÁLCULO, DISEÑO Y ENSAYO DE MÁQUINAS (3º)</b>	
Estructura	Horas	Estructura	Horas
TEORÍA	30	TEORÍA	32
PROBLEMAS	10	PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS	14
INFORMATICA	10	PRÁCTICAS DE LABORATORIO	10
LABORATORIO	10	PRÁCTICAS CON ORDENADOR	4

<b>DISTRIBUCION HORARIA EN TEORÍA DE MECANISMOS (2º)</b>		<b>DISTRIBUCION HORARIA DE CÁLCULO, DISEÑO Y ENSAYO DE MÁQUINAS (3º)</b>	
LABORATORIO	10 17%	PRÁCTICAS CON ORDENADOR	4 7%
INFORMATICA	10 17%	PRÁCTICAS DE LABORATORIO	10 17%
PROBLEMAS	10 16%	PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS	14 23%
TEORÍA	30 50%	TEORÍA	32 53%

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Movimiento en mecanismos planos.</li> <li>• Velocidades y aceleraciones.</li> <li>• Análisis gráfico.</li> <li>• Fuerzas en levas y engranajes Máquinas cíclicas: volantes y reguladores.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tornillos de potencia y resortes.</li> <li>• Uniones atornilladas y soldadas.</li> <li>• Acoplamientos, embragues y frenos.</li> <li>• Árboles de transmisión.</li> <li>• Engranajes y Cojinetes.</li> <li>• Correas, cadenas y cables.</li> </ul>
---	---

## 2.1 Intensificación Tecnología de fabricación y Máquinas.

La segunda fase del proyecto coordina, dos asignaturas optativas de la intensificación del Grado en Tecnología de Fabricación y Máquinas.

<b>INGENIERÍA SIMULTANEA (4º-optª)</b>		<b>DISEÑO AVANZADO DE MÁQUINAS (4º-opt)</b>	
Estructura	Horas	Estructura	Horas
TEORÍA	15	TEORIA	28
PRÁCTICAS	15	PROBLEMAS Y CASOS PRÁCTICOS	12
PROYECTO: Diseño de producto	15	ESTUDIO DE PROYECTOS	8
		DISEÑO CON ORDENADOR	12

<ul style="list-style-type: none"> <li>• El proceso de diseño de producto</li> <li>• Diseño sustentable</li> <li>• Ingeniería concurrente</li> <li>• Técnicas infográficas de presentación del producto.</li> <li>• Diseño integral de un producto seriado.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Teorías del fallo mecánico: Aplicación al cálculo de máquinas.</li> <li>• Diseño, cálculo y ensayo de elementos mecánicos:</li> <li>• Cargas estáticas y dinámicas.</li> <li>• Lubricación y cojinetes.</li> </ul>
--	---

## 3. RESULTADOS

Los resultados alcanzados por el alumno en cada asignatura, son complementarios, evitan repeticiones y cubren lagunas.

Se ha conseguido alinear los resultados obtenidos con las competencias del Plan de Estudios de la titulación y con las necesidades cambiantes del sector industrial:

Curso 1.1: EXPRESIÓN GRÁFICA Y DAO. El alumno es capaz de:

- Representar cualquier figura geométrica de aplicación técnica, tanto a mano alzada como aplicando las técnicas de representación gráfica por ordenador.
- Desarrollar las facultades mentales espaciales y el sentido de ordenación de los objetos del mundo exterior, fortaleciendo su capacidad creativa a través de un lenguaje gráfico.

Curso 2.1: TEORÍA DE MECANISMOS. El alumno es capaz de:

- Diseñar mecanismos, sus componentes y sus restricciones. Cinemática y dinámica de mecanismos y máquinas.
- Emplear con habilidad programas de simulación numérica de mecanismos.

Curso 3.1: INGENIERÍA GRÁFICA. El alumno es capaz de:

- Realizar los planos de detalle de cualquier proyecto industrial mecánico.
- Diseñar cada componente con la adecuada calidad dimensional y formal y el correcto acabado superficial.
- Emplear con habilidad las técnicas más avanzadas para diseñar productos en 3D.

Curso 3.1: CÁLCULO, DISEÑO Y ENSAYO DE MÁQUINAS. El alumno es capaz de:

- Diseñar y calcular sistemas de transmisión mecánica.
- Identificar las tensiones, el material, su escenario de trabajo, para aplicar el criterio de fallo, más adecuado a cada circunstancia.

Curso 4.1: INGENIERÍA SIMULTÁNEA. El alumno es capaz de:

- Concebir y diseñar productos industriales, resolviendo con creatividad sus aspectos formales y funcionales.
- Emplear con habilidad las mejores técnicas gráficas de presentación de productos.
- Resolver los problemas que se presentan en el diseño y desarrollo de un producto simultáneamente a la fabricación de prototipos.

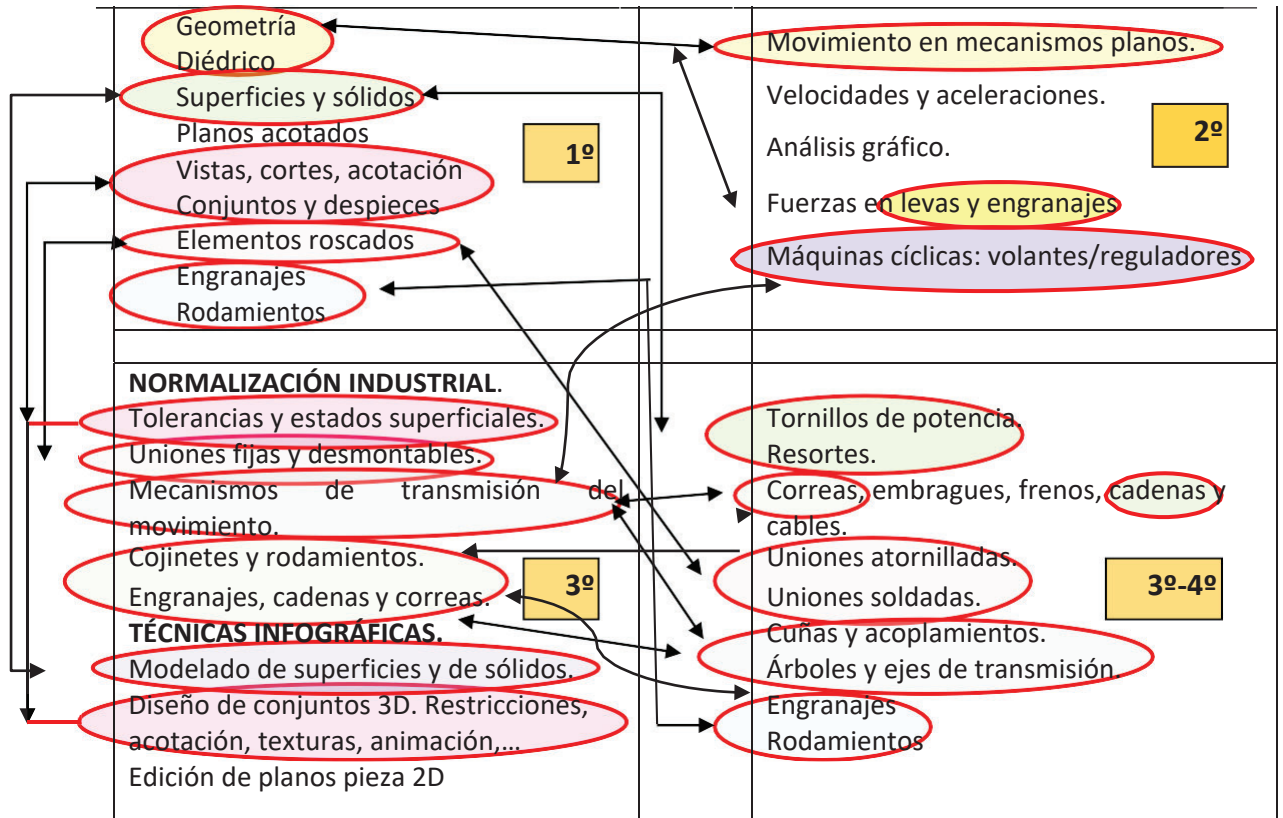
Curso 4.2: DISEÑO AVANZADO DE MÁQUINAS. El alumno es capaz de:

- Aplicar técnicas avanzadas para el cálculo y diseño de máquinas.
- Conocer los diversos elementos de máquinas y analizar su funcionamiento.

### **3.1 RETOS**

- Orientar imperativamente los ejercicios prácticos de las asignaturas “gráficas” a casos reales de mecanismos en conjuntos o máquinas de nivel creciente de dificultad.
- Inculcar en los alumnos la importancia del correcto diseño de las piezas y su precisa representación y acotación, para conseguir fabricar máquinas que funcionen correctamente y con la calidad requerida.
- Aplicar la metodología PBL “Project Based Learning” a las 6 asignaturas, mediante la realización de proyectos que abarquen más de una asignatura.

### 3.1 PUNTOS FUERTES A COORDINAR EN CADA ASIGNATURA.







Congreso INGEGRAF Gijón 26, 27 de junio de 2017  
**NUEVOS MODELOS DE INVESTIGACIÓN Y COLABORACIÓN EN INGENIERÍA GRÁFICA**

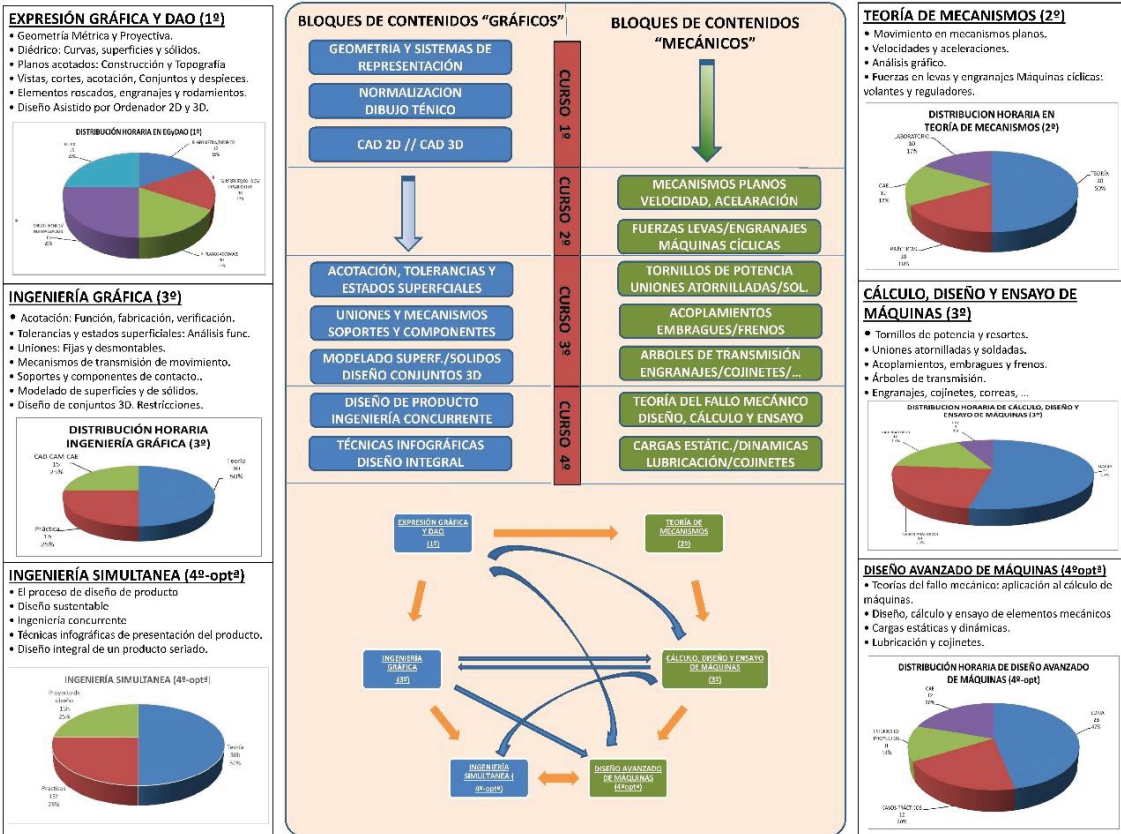
**LA EXPRESIÓN GRÁFICA EN EL GRADO DE INGENIERÍA MECÁNICA**

Santamaría-Peña, Jacinto<sup>1</sup>; Sanz Adán, Félix<sup>1</sup>; Alba Iruzun, José Antonio<sup>2</sup>  
1) Departamento de Ingeniería Mecánica, Área de Expresión Gráfica en la Ingeniería  
2) Departamento de Ingeniería Mecánica, Área de Ingeniería Mecánica  
Universidad de La Rioja, C/ Luis de Ulloa, 4, 26004, Logroño, La Rioja  
<sup>1</sup>jacinto.santamaria@unirioja.es



**RESUMEN**

La coordinación vertical de contenidos es una de los parámetros a los que ANECA da más importancia en la evaluación global de una titulación. Esta comunicación trata de recopilar los resultados previos obtenidos en un Proyecto de Innovación Docente financiado por la Universidad de La Rioja, cuyo objetivo es la coordinación de contenidos entre las asignaturas "gráficas" y otras relacionadas en el ámbito industrial mecánico. Las asignaturas analizadas han sido, por un lado, Expresión Gráfica en la Ingeniería y DAO (curso 1.1), Ingeniería Gráfica (curso 3.1) e Ingeniería Simultánea (curso 4.1) y, por el otro, las asignaturas de Teoría de Mecanismos (curso 2.1), Cálculo, Diseño y Ensayo de Máquinas (CURSO 3.1), y Diseño Avanzado de Máquinas (CURSO 4.2). Enseñar a los alumnos a representar piezas y mecanismos sin apenas conocerlos es un difícil reto, que exige una buena planificación y el uso de metodologías didácticas innovadoras. Es necesario inculcar en los alumnos, desde el principio, la necesidad de una correcta representación y programar de una forma ordenada los conocimientos suficientes para la representación, interpretación y ensamblado de los elementos básicos de las máquinas (levas, engranajes, volantes, tornillos, resortes, cadenas, uniones roscadas, árboles, ejes, rodamientos, acoplamientos,...).



**RESULTADOS**

Los resultados alcanzados por el alumno en cada asignatura, son complementarios, evitan repeticiones y cubren lagunas. Se ha conseguido alinear los resultados obtenidos con las competencias y con las necesidades cambiantes del sector industrial:

**Curso 1.1: EXPRESIÓN GRÁFICA Y DAO.** El alumno es capaz de:

- Representar cualquier figura geométrica de aplicación técnica, tanto a mano alzada como aplicando las técnicas de representación gráfica por ordenador.
- Desarrollar las facultades mentales espaciales y el sentido de ordenación de los objetos del mundo exterior, fortaleciendo su capacidad creativa a través de un lenguaje gráfico.

**Curso 2.1: TEORÍA DE MECANISMOS.** El alumno es capaz de:

- Diseñar mecanismos, sus componentes y sus restricciones. Cinemática y dinámica de mecanismos y máquinas.
- Emplear con habilidad programas de simulación numérica de mecanismos.

**Curso 3.1: INGENIERÍA GRÁFICA.** El alumno es capaz de:

- Realizar los planos de detalle de cualquier proyecto industrial mecánico.
- Diseñar cada componente con la adecuada calidad dimensional y formal y el correcto acabado superficial.
- Emplear con habilidad las técnicas más avanzadas para diseñar productos en 3D.

**Curso 3.1: CÁLCULO, DISEÑO Y ENSAYO DE MÁQUINAS.** El alumno es capaz de:

- Diseñar y calcular sistemas de transmisión mecánica.
- Identificar las tensiones, el material y su escenario, para aplicar el criterio de fallo, más adecuado a cada circunstancia.

**Curso 4.1: INGENIERÍA SIMULTÁNEA.** El alumno es capaz de:

- Concebir y diseñar productos industriales, resolviendo con creatividad sus aspectos formales y funcionales.
- Emplear con habilidad las mejores técnicas gráficas de presentación de productos.
- Resolver los problemas en el diseño y desarrollo de un producto simultáneamente a la fabricación de prototipos.

**Curso 4.2: DISEÑO AVANZADO DE MÁQUINAS.** El alumno es capaz de:

- Aplicar técnicas avanzadas para el cálculo y diseño de máquinas.
- Conocer los diversos elementos de máquinas y analizar su funcionamiento.

**RETOS**

- Orientar imperativamente los ejercicios prácticos de las asignaturas "gráficas" a casos reales de mecanismos en conjuntos o máquinas de nivel creciente de dificultad.
- Inculcar en los alumnos la importancia del correcto diseño de las piezas y su precisa representación y acotación, para conseguir fabricar máquinas que funcionen correctamente y con la calidad requerida.
- Aplicar la metodología PBL "Project Based Learning" a las 6 asignaturas, mediante la realización de proyectos que abarquen más de una asignatura.

**Referencias**

García, O., Carlos, J., Márquez García, M. L., & Delgado Olmos, A. H. (2016). Metodologías innovadoras en la enseñanza y el aprendizaje de la Ingeniería Gráfica.

Olmedo-Torre, N., Vidal, O. F., Castillo, I. L., & Rodríguez, F. B. (2017). The influence of ICT on Learning in Graphic Engineering. Procedia Social and Behavioral Sciences, 237, 737-744.

Pérez Cardán, J. C., Lorenzo Fernández, M., Reviriego Martín, A., Moreno Pedraz, P., & Blanco Herrera, C. (2014). Una aproximación innovadora a la enseñanza de la Ingeniería Gráfica basada en las aplicaciones CAD/CAM/CAE a sistemas mecánicos.

Ruiz-García, A., Ramos Martín, A., & León-Zerpa, F. (2015). La enseñanza a distancia y el EES. Metodología empleada en Expresión Gráfica.

Santana Gadea, I., Ortiz Zamora, J., Aparicio Arias, E., Diaz Ibarra, M. D. C., Elorza Schenk, J., Jiménez Cano, J. M., ... & Alcaraz Martínez, E. (2015). Innovación docente en ingeniería.