



## Desarrollo de estrategias de evaluación de competencias transversales en asignaturas de ingeniería mecánica y de materiales

Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid

Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales – jacarmo@mcm.upv.es

---

### **Abstract**

*The international accreditation for the Master and Bachelor degrees offered at our university, together with the demands of the employers, have made it clear that students' curricula should specify not only what they have studied, but also what they are actually able to do. This work presents the results obtained within the frame of an innovative project (UPV – PIME program) on the evaluation of three generic competences that have been traditionally worked in subjects of mechanical and materials engineering: capacity for problem solving; capacity for applying knowledge in practice; and communication skills (both oral and written). Different tools for the assessment of these competences have developed with two main objectives: first, to quantify the level of achievement of the students in order to give a numerical evaluation; and second, to be used by the students as a learning material so that they can improve their capacities. These tools are based on the observation of some learning outcomes associated to these competences. Some evaluation activities have been proposed within the different subjects that allow to assess not only the specific scientific-technical competences, but also some of the generic ones.*

**Keywords:** *assessment; generic competences.*



---

### **Resumen**

*La acreditación internacional de los títulos de Grado y Máster en nuestra universidad, junto con las demandas de los empleadores, han puesto en evidencia que los planes de estudio deben especificar no sólo lo que se ha estudiado, sino también lo que se es capaz de hacer realmente. Este trabajo presenta los resultados obtenidos en el marco de un proyecto de innovación docente (programa PIME) sobre la evaluación de tres competencias transversales que se han trabajado tradicionalmente en asignaturas de ingeniería mecánica y materiales: la capacidad para la resolución de problemas; la capacidad para aplicar los conocimientos a la práctica; y habilidades de comunicación (oral y escrita). Se han desarrollado diferentes herramientas para la evaluación de estas competencias con dos objetivos principales: en primer lugar, para cuantificar el nivel de logro de los estudiantes con el fin de dar una evaluación numérica; y en segundo, como material de aprendizaje para que los estudiantes puedan mejorar sus capacidades. Estas herramientas se basan en la observación de algunos resultados de aprendizaje asociados a estas competencias. Se han propuesto algunas actividades de evaluación en las diferentes asignaturas que permiten evaluar no sólo las competencias científico-técnicas específicas, sino también algunas de las transversales.*

**Palabras clave:** *evaluación, competencias transversales.*

### **Introducción**

Los planes de estudio de Grado y de Máster impartidos en nuestra universidad y desarrollados en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior están basados en una aproximación por competencias (Sursock, 2010; Murias, 2007; Rieckmann, 2012). En estos planes de estudio se detallan las competencias específicas y transversales que se van a trabajar en el título, e incluso, en qué asignaturas a lo largo del mismo. La evaluación de las competencias específicas se documenta en el expediente académico mediante una valoración numérica, pero el nivel de desarrollo alcanzado en las competencias transversales no aparece. Se sobreentiende en cierta medida que se han trabajado de forma satisfactoria a lo largo de los cursos.

La acreditación internacional de los títulos, junto con las demandas de los empleadores para disponer de una información más precisa acerca de las capacidades de los egresados, han impulsado a la universidad a resolver esta carencia (Andrews, 2008; Entwistle, 2004). En

*Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid*

concreto, la Universitat Politècnica de València, a la que pertenecen los autores de este trabajo, ha puesto en marcha un proyecto institucional en esta línea (UPV, 2014) y ha iniciado una serie de acciones para favorecer y financiar iniciativas innovadoras en este sentido. Entre ellas, incluir de forma preferente la evaluación de competencias transversales dentro del programa anual de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME), dentro del que se enmarca este trabajo.

De este modo, en este trabajo se resume el trabajo desarrollado y los resultados obtenidos en un proyecto de innovación y mejora educativa aplicado en varias asignaturas del Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales en diferentes títulos de la Universitat Politècnica de València. Se han involucrado asignaturas sobre Teoría De Máquinas y Mecanismos, Integridad Estructural, Vibraciones y Materiales del Máster Universitario en Ingeniería Aeronáutica y del Grado en Ingeniería Mecánica de la Escuela Técnica Superior de Ingeniería del Diseño; así como del Grado en Ingeniería Química, del Grado en Ingeniería en Organización Industrial, y del Grado en Ingeniería en Tecnologías Industriales de la Escuela Técnica Superior de Ingenieros Industriales. Disponer de un número alto de asignaturas de diferentes niveles era interesante para poder validar las herramientas desarrolladas comparando los resultados obtenidos en cada una. De forma que los estudiantes de Máster puntuaran más alto que los estudiantes de Grado, en general, y con valores acorde a los resultados de aprendizaje esperados (UPV, 2014).

En primer lugar se explicarán los objetivos que impulsaron el proyecto, para a continuación describir el desarrollo de la innovación planteada. Se explicará el proceso seguido para generar una serie de instrumentos de evaluación para la cuantificación del nivel de desarrollo de las competencias transversales implicadas en el proyecto. En los Resultados se mostrará un ejemplo aplicado a una asignatura. Finalmente, se comentarán las conclusiones más relevantes de la experiencia adquirida y su importancia de cara al futuro.

## **Objetivos**

El objetivo principal de este proyecto era desarrollar y experimentar instrumentos de evaluación que permitieran cuantificar el nivel de desarrollo de los estudiantes en las competencias: *Aplicación y pensamiento práctico, Análisis y Resolución de Problemas, y Comunicación Efectiva*, según la denominación empleada en nuestra universidad (UPV, 2014), que se trabajan empleando diferentes metodologías en cada asignatura. Nace del interés de varios profesores del Departamento de Ingeniería Mecánica y de Materiales en la necesidad de evaluar de una forma objetiva las competencias transversales. Motivados por el proyecto institucional, por un lado, y por la posibilidad de disponer de herramientas de evaluación en sus asignaturas que fueran además herramientas de aprendizaje para los

alumnos. En la línea del *Assessment for Learning (AfL)*, Evaluación para el Aprendizaje (McDowell, 2011), el equipo consideraba muy interesante la idea de desarrollar actividades y herramientas de evaluación que permitieran, no sólo calificar numéricamente el nivel de desempeño de los estudiantes en las competencias científico-técnicas específicas, sino además, cuantificar el nivel de logro en las competencias transversales y servir como herramientas de aprendizaje a los estudiantes para mejorar su desarrollo.

### **Desarrollo de la innovación**

El trabajo desarrollado a lo largo del proyecto se puede esquematizar de forma cronológica como:

1. Análisis de los resultados de aprendizaje asociados a cada competencia transversal del proyecto y establecidos desde la universidad (UPV, 2014).
2. Determinación de niveles de desarrollo de los resultados de aprendizaje según el nivel de los estudios (Grado y Máster).
3. Búsqueda de evidencias e indicadores que permitieran valorar el grado de desarrollo de la competencia.
4. Generación de instrumentos de evaluación para la observación y cuantificación de estos indicadores en las actividades de evaluación desarrolladas en cada asignatura.
5. Propuesta de nuevas actividades de evaluación que faciliten la puesta en marcha de las competencias transversales por parte de los estudiantes, además de involucrar la aplicación de las competencias específicas.

Mientras la definición de la competencia de *Comunicación Efectiva*, tanto oral como escrita, era clara para todos los componentes del equipo, las diferencias entre las competencias de *Análisis y Resolución de Problemas* y de *Aplicación y Pensamiento Práctico*, no lo eran. En una primera fase de reuniones y discusión, se intentó establecer el alcance de cada una a partir de las definiciones empleadas por la universidad, para tener claro que evidencias e indicadores reflejarían el dominio de éstas. Se llegó a la conclusión, de que la competencia en *Análisis y Resolución de Problemas* se refiere al proceso de solución de un problema una vez planteado, mientras la competencia en *Aplicación y Pensamiento Práctico* sería más bien la capacidad para plantear de forma adecuada un problema desde una situación real (Deusto, 2014).

En concreto, se definió la competencia en *Análisis y Resolución de Problemas* como la capacidad para analizar y resolver un problema de forma eficaz. Se entiende por problema aquel ejercicio en el que se plantea una situación nueva y abierta a los estudiantes, con más de una solución posible y que se puede resolver desde varias aproximaciones distintas

*Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid*

(Pozo, 2009). De este modo, esta competencia se puede descomponer en tres resultados de aprendizaje: identificar un problema real y determinar sus partes principales; aplicar los métodos aprendidos para analizar el problema, extraer la información más relevante y proponer distintas alternativas de solución; usar la experiencia y juicio crítico para evaluar y generar una solución efectiva y eficiente.

La competencia en *Aplicación y Pensamiento Práctico* se define como la capacidad para identificar los objetivos a alcanzar para resolver una situación real y establecer un plan apropiado para ello, teniendo en cuenta las restricciones, recursos e información disponibles. Se trata de desarrollar un modo de pensar dirigido a la acción que permite adaptarse a nuevas situaciones, tomando las decisiones necesarias para salvar las incertidumbres que aparecen en una situación real, alejada de los ejercicios académicos.

Para las tres competencias se planteó una aproximación similar a la empleada en el Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, Enseñanza, Evaluación (MECD, 2002). Se han establecido escalas de desarrollo para cada competencia con 6 niveles de dominio, análogos a los niveles A1 hasta C2. Se acordó que los cuatro primeros corresponderían a los resultados de aprendizaje de los estudios de Grado, y se reservarían los dos últimos para los resultados de aprendizaje de los estudios de Máster.

Simultáneamente, se buscaron aquellos indicadores y evidencias que permitieran observar el grado de desarrollo de los resultados de aprendizaje, y así cuantificar el nivel del estudiante en la competencia. Las Tablas 1 y 2 presentan las escalas de desarrollo para las competencias en *Análisis y Resolución de Problemas*, y en *Aplicación y Pensamiento Práctico* (las de *Comunicación Efectiva* son similares, pero se omiten por falta de espacio), que resumen el trabajo llevado a cabo en los puntos 1, 2 y 3 del esquema anterior.

Una vez establecidas las escalas, se han generado las herramientas de evaluación con el doble objetivo explicado anteriormente: evaluar las competencias transversales, y servir como material de aprendizaje a los estudiantes. Para las competencias en *Análisis y Resolución de Problemas*, y *Aplicación y Pensamiento Práctico*, se han planteado listas de control (Tablas 3 y 4, respectivamente). Para la competencia en *Comunicación Efectiva*, se presentan rúbricas para evaluar la competencia escrita (Tabla 5) y oral (Tabla 6).

A partir de la experiencia obtenida en las primeras pruebas realizadas con estas herramientas, en la última fase del proyecto se han propuesto actividades de evaluación más completas, para este curso o el siguiente, atendiendo a los objetivos planteados. Además, se han adaptado los instrumentos de evaluación a las asignaturas para facilitar su utilización. En el siguiente apartado de Resultados se muestra un caso práctico de una de las asignaturas involucradas en el proyecto.

Desarrollo de estrategias de evaluación de competencias transversales en asignaturas de ingeniería mecánica y de materiales

RESULTADO DE APRENDIZAJE	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto	Alto	Máster	EVIDENCIAS
Identificar un problema real y definir con exactitud los hechos más importantes del mismo	Es capaz de identificar con dificultad un problema real y definir los hechos más importantes	Es capaz de identificar un problema real, pero distingue con dificultad los hechos probados de las conjeturas	Es capaz de identificar un problema real y sus causas, pero establece hipótesis muy limitadas sobre su origen	Es capaz de identificar un problema real y evaluar el origen e impacto de las diferentes causas	Es capaz de identificar problemas complejos, evaluar sus causas y descomponerlos en partes manejables	Es capaz de identificar problemas complejos en diversos ámbitos con una visión global	Establecer paralelismos; encontrar ejemplos reales; enunciar un problema teórico a partir de una realidad
Aplicar los métodos aprendidos para analizar un problema, recoger la información relevante y proponer diferentes alternativas de solución	Es capaz de analizar de manera limitada un problema mediante los métodos aprendidos y de distinguir con dificultad diferentes alternativas de solución	Es capaz de analizar un problema empleando métodos aprendidos, pero los reproduce de forma asociativa y rutinaria, distinguiendo la información relevante y proponiendo alternativas con dificultad	Es capaz de analizar un problema empleando métodos aprendidos, recogiendo la información relevante, pero proponiendo escasas alternativas	Es capaz de analizar un problema nuevo empleando métodos aprendidos, recogiendo la información relevante y proponiendo alternativas	Es capaz de analizar un problema complejo argumentado los riesgos y ventajas de varias soluciones posibles de forma aproximada	Es capaz de analizar un problema complejo evaluando las posibles soluciones según su viabilidad científico-técnica	Evaluar proceso resolución de problemas; proponer problemas con múltiples soluciones; justificar metodología y datos empleados
Utilizar la experiencia y el criterio para construir una solución eficiente y eficaz	Es capaz de resolver con dificultades problemas conocidos mediante un método aprendido	Es capaz de resolver de forma eficiente problemas conocidos mediante métodos aprendidos	Es capaz de resolver un problema nuevo empleando una metodología conocida y validando la solución en función de su orden de magnitud	Es capaz de resolver problemas nuevos argumentando la solución escogida	Es capaz de resolver problemas complejos anticipando la solución de forma intuitiva	Es capaz de resolver un problema complejo con un enfoque global, desde el análisis de sus causas hasta el seguimiento de la solución escogida	Tiempo dedicado; orden de magnitud; justificar implicaciones (causas, alternativas de solución)

Tabla 1. Escala de desarrollo e indicadores para los resultados de aprendizaje de la competencia en Análisis y Resolución de Problemas

Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid

RESULTADO DE APRENDIZAJE	Bajo	Bajo-Medio	Medio	Medio-Alto <sup>Grado</sup>	Alto	Máster	EVIDENCIAS
Identificar un problema real y definir con exactitud los hechos más importantes del mismo	Es capaz de identificar con dificultad un problema real y definir los hechos más importantes	Es capaz de identificar un problema real, pero distingue con dificultad los hechos probados de las conjeturas	Es capaz de identificar un problema real y sus causas, pero establece hipótesis muy limitadas sobre su origen	Es capaz de identificar un problema real y evaluar el origen e impacto de las diferentes causas	Es capaz de identificar problemas complejos, evaluar sus causas y descomponerlos en partes manejables	Es capaz de identificar problemas complejos en diversos ámbitos con una visión global	Establecer paralelismos; encontrar ejemplos reales; enunciar un problema teórico a partir de una realidad
Aplicar los métodos aprendidos para analizar un problema, recoger la información relevante y proponer alternativas de solución	Es capaz de analizar de manera limitada un problema mediante los métodos aprendidos y de distinguir con dificultad diferentes alternativas de solución	Es capaz de analizar un problema empleando métodos aprendidos, pero los reproduce de forma asociativa y rutinaria, distinguiendo la información relevante y proponiendo alternativas con dificultad	Es capaz de analizar un problema empleando métodos aprendidos, recogiendo la información relevante, pero proponiendo escasas alternativas	Es capaz de analizar un problema nuevo empleando métodos aprendidos, recogiendo la información relevante y proponiendo alternativas	Es capaz de analizar un problema complejo argumentado los riesgos y ventajas de varias soluciones posibles de forma aproximada	Es capaz de analizar un problema complejo evaluando las posibles soluciones según su viabilidad científico-técnica	Evaluar proceso de resolución de problemas; proponer problemas con múltiples soluciones; justificar metodología y datos empleados
Utilizar la experiencia y el criterio para construir una solución eficiente y eficaz	Es capaz de resolver con dificultades problemas conocidos mediante un método aprendido	Es capaz de resolver de forma eficiente problemas conocidos mediante métodos aprendidos	Es capaz de resolver un problema nuevo empleando una metodología conocida y validando la solución en función de su orden de magnitud	Es capaz de resolver problemas nuevos argumentando la solución escogida	Es capaz de resolver problemas complejos anticipando la solución de forma intuitiva	Es capaz de resolver un problema complejo con un enfoque global, desde el análisis de sus causas hasta el seguimiento de la solución escogida	Tiempo dedicado; orden de magnitud; justificar implicaciones (causas, alternativas de solución)

Tabla 2. Escala de desarrollo e indicadores para los resultados de aprendizaje de la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico



**LISTA DE CONTROL. ANÁLISIS Y RESOLUCIÓN DE PROBLEMAS**

Nombre: \_\_\_\_\_  
 Problema: \_\_\_\_\_

	CRITERIOS	¿Si o no?	¿En qué medida sí?
1	Identifica claramente el objeto del problema	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
2	Descompone el problema en partes más sencillas y manejables	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
3	Recoge la información relevante para la resolución del problema	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
4	Describe de forma esquemática el proceso de resolución que está siguiendo para obtener la solución	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
5	Plantea diversas metodologías de resolución	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
6	Nombra los métodos que emplea y justifica su uso	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
7	Si tiene que estimar algún dato a partir de sus conocimientos y experiencia previa, justifica el valor empleado	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
8	Comenta o critica la solución obtenida. Se asegura de que es del orden de magnitud esperado	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
9	Es eficaz para alcanzar la solución. Lo hace sin dar demasiados rodeos	Si <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>

\*\* La respuesta "No" se puntúa con un 0, no hay que completar la casilla de "en qué medida"

Puntuación	Ítem 1	Ítem 2	Ítem 3	Ítem 4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	TOTAL

Tabla 3. Lista de control para la evaluación de la competencia en Análisis y Resolución de Problemas



Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid

**LISTA DE CONTROL. APLICACIÓN Y PENSAMIENTO PRÁCTICO**

Nombre: \_\_\_\_\_ Trabajo / Proyecto: \_\_\_\_\_

	CRITERIOS	¿Sí o no?			¿En qué medida sí?		
		Sí	No		1. Inadecuado	2. Suficiente	3. Adecuado
1	Define claramente los objetivos a alcanzar en términos propios	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
2	Identifica los factores y limitaciones que debe tomar en consideración	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
3	Reconoce y evalúa la calidad de los datos de partida	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
4	Propone estimaciones razonables para salvar las incertidumbres	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
5	Elabora un plan de acciones coherentes y apropiado en función de los elementos de información disponibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
6	Genera una solución eficaz teniendo en cuenta las limitaciones y los recursos disponibles	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
7	Argumenta la eficiencia de la solución frente a otras alternativas	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
8	Establece una metodología de seguimiento de la puesta en marcha de la solución	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>
9	Extrae conclusiones y plantea propuestas de mejora en función de los resultados obtenidos	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>		<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

\*\* La respuesta "No" se puntúa con un 0, no hay que completar la casilla de "en qué medida"

Puntuación	Item 1	Item 2	Item 3	Item 4	Item 5	Item 6	Item 7	Item 8	Item 9	TOTAL
------------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	--------	-------

Tabla 4. Lista de control para la evaluación de la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico

Desarrollo de estrategias de evaluación de competencias transversales en asignaturas de ingeniería mecánica y de materiales

**RÚBRICA COMUNICACIÓN ESCRITA**

Nombre: \_\_\_\_\_

Problema: \_\_\_\_\_

		0-No cumple	1-Deficiente	2-Regular	3-Bueno	4-Muy bueno	5-Excelente
	<b>CRITERIOS</b>						
1	Realiza una <b>introducción</b> efectiva al tema	No la realiza	Realiza introducción mayoritariamente incompleta	Realiza introducción incompleta	Realiza introducción	Realiza introducción y pone en situación a los lectores	Realiza introducción indicando ejemplos del interés del tema
2	Identifica los <b>objetivos</b> e ideas principales	No lo realiza	Señala alguno de los objetivos	Señala los objetivos de forma incompleta	Señala todos los objetivos	Señala todos los objetivos de forma organizada y sintética	Señala todos los objetivos de forma organizada y sintética, relacionándolos con situaciones reales
3	Los <b>resultados</b> se presentan fundamentados adecuadamente	No presenta	Presenta algún resultado	Presenta de forma incompleta	Presenta todos los resultados	Presenta los resultados relevantes	Presenta los resultados relevantes y los fundamenta
4	Las <b>conclusiones</b> son apropiadas y sintéticas	No las realiza	Señala alguna conclusión incompleta	Señala todas las conclusiones de forma incompleta	Señala todas las conclusiones	Señala las conclusiones más relevantes de forma organizada y sintética	Señala las conclusiones más relevantes de forma organizada, sintética y evalúa/analiza sus consecuencias
5	Informe <b>estructurado</b> y coherente	No estructurado	Estructura incoherente	Estructura coherente pero incompleta	Estructura coherente	Estructura coherente, relación entre secciones	Estructura coherente, relación entre secciones y orden justificado
6	<b>Formato</b> y estilo profesional	No lo realiza	Formato y estilo inconsistente	Formato y estilo consistente pero limitado	Formato y estilo correcto	Formato y estilo avanzado	Formato y estilo profesional
7	<b>Ortografía</b>	Carencia total de ortografía	Elevadas faltas de ortografía	Alguna falta de ortografía presente	Redacción sin faltas de ortografía	Ortografía correcta y técnica	Ortografía correcta, técnica y apreciado uso de sinónimos
8	Utiliza un <b>lenguaje técnico</b> adecuado	Lenguaje inadecuado	Lo usa con errores reiterados	Lo usa con algún error	Lo utiliza ocasionalmente	Lo utiliza habitual y adecuadamente	Lo utiliza habitual y adecuadamente, e introduce nuevos conceptos
9	<b>Interpreta, argumenta</b> y justifica la información	No lo realiza	Lo realiza de manera errónea	Lo realiza bien pero de manera muy limitada	Lo realiza bien pero aún incompleto	Lo realiza de manera correcta	Lo realiza correctamente, y además con el énfasis necesario
10	Elabora y utiliza <b>recursos gráficos</b> efectivos que dan calidad al informe	No utiliza recurso alguno	Utiliza recursos de forma inadecuada	Utiliza recursos pero no aportan calidad	Utiliza recursos que aportan calidad, pero limitados	Utiliza recursos que aportan calidad	Utiliza recursos convencionales e introduce nuevos que dan profesionalidad

Notas adicionales

Los diferentes ítems de la Rúbrica nos permiten evaluar los siguientes aspectos de la comunicación escrita, englobados en los resultados de aprendizaje de la competencia en cuestión:

- Ítems 1-4: Contenido    Ítem 5: Estructura    Ítem 6: Formato y estilo    Ítem 7: Ortografía    Ítem 8: Vocabulario
- Ítem 9: Interpretación y justificación de la información    Ítem 10: Recursos gráficos

	Ítem 1-4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	TOTAL
<b>Puntuación</b>								

Tabla 5. Rúbrica para la evaluación de la competencia en Comunicación Efectiva escrita



*Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid*

**RÚBRICA COMUNICACIÓN ORAL**

*Nombre:* \_\_\_\_\_

*Expone:* \_\_\_\_\_

*Grupo:* \_\_\_\_\_ *Práctica:* \_\_\_\_\_

	CRITERIOS	0-No cumple	1-Deficiente	2-Regular	3-Buena	4-Muy buena	5-Excelente
1	Realiza una <b>introducción</b> efectiva al tema	no la realiza	realiza introducción mayoritariamente incompleta	realiza introducción incompleta	realiza introducción	realiza introducción y pone en situación a la audiencia	realiza introducción indicando ejemplos del interés del tema
2	Señala los <b>objetivos</b> e ideas principales	no lo realiza	señala alguno de los objetivos	señala los objetivos de forma incompleta	señala todos los objetivos	señala todos los objetivos de forma organizada y sintética	señala todos los objetivos de forma organizada y sintética, con un enfoque aplicado
3	Presenta <b>resultados</b> fundamentados adecuadamente	no presenta	presenta algún resultado	presenta de forma incompleta	presenta todos los resultados	presenta los resultados relevantes	presenta los resultados relevantes y los fundamenta
4	<b>Conclusiones</b> apropiadas y sintéticas	no las realiza	señala alguna conclusión	señala conclusiones de forma incompleta	señala todas las conclusiones	señala las conclusiones más relevantes organizadas y sintéticamente	señala las conclusiones más relevantes de forma organizada, sintética y evalúa/analiza sus consecuencias
5	Interpreta, argumenta y justifica la información presentada	no lo realiza	Lo realiza de manera errónea	Lo realiza bien pero de manera muy limitada	Lo realiza bien pero incompleto	Lo realiza de manera correcta	Lo realiza correctamente, y enfatizando los aspectos relevantes
6	Presentación estructurada, clara, coherente y eficaz	no cumple ninguna	parcialmente estructurada	es estructurada	al menos es estructurada y clara	al menos es estructurada, clara y coherente	es estructurada, clara, coherente y eficaz
7	Utiliza un lenguaje técnico adecuado	nunca	lo usa con errores reiterados	lo usa con algún error	lo utiliza ocasionalmente	lo utiliza habitual y adecuadamente	lo utiliza habitual y adecuadamente, e introduce nuevos conceptos
8	Utiliza los recursos disponibles para una comunicación más eficiente	no utiliza los recursos disponibles	utiliza los recursos de forma inadecuada	utiliza los recursos pero no para clarificar ideas	utiliza los recursos para clarificar las ideas principales	utiliza los recursos para clarificar las ideas de forma generalizada	utiliza los recursos disponibles e introduce nuevos para clarificar las ideas de forma generalizada
9	La presentación se ajusta al tiempo disponible	Ningún control temporal de la extensión parcial y total	Se excede o le sobra demasiado tiempo	Se ajusta al tiempo disponible de forma aproximada	Se ajusta al tiempo disponible	Se ajusta al tiempo disponible, dedica el tiempo apropiado en cada parte	Se ajusta al tiempo disponible, dedica el tiempo apropiado en cada parte y se reorganiza en caso necesario
10	Dicción clara, sin muletillas, tono adecuado, postura corporal adecuada y contacto visual	no cumple ninguna	cumple 1	Dicción clara y tono monótono	Dicción clara y postura corporal	Dicción clara, postura corporal y tono adecuado	Dicción clara, postura corporal, tono adecuado y contacto visual
11	Analiza, valora y responde a las preguntas que se formulan	No cumple ninguna	Analiza, pero ni valora ni responde	Analiza y valora, pero no responde	Analiza, valora y responde de manera limitada, con ayuda del profesor	Analiza, valora y responde con enfoque propio	Analiza, valora y responde con enfoque propio, y plantea cuestiones relacionadas

**CALIFICACIÓN:**

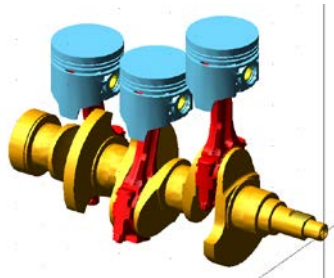
	Ítem 1-4	Ítem 5	Ítem 6	Ítem 7	Ítem 8	Ítem 9	Ítem 10	Ítem 11	TOTAL
<b>Puntuación</b>									

**Tabla 6. Rúbrica para la evaluación de la competencia en Comunicación Efectiva oral**

## **Resultados**

En cada asignatura se han aplicado los resultados del proyecto de innovación adaptándolos a su metodología de enseñanza-aprendizaje y a su contenido. Se presenta a continuación la actividad de evaluación desarrollada en una de las asignaturas, a modo de ejemplo. Se trata de la asignatura de Dinámica de Sistemas Multicuerpo (3º Grado en Ingeniería Mecánica), en su parte práctica. Se ha propuesto una actividad complementaria, que se ha incluido de forma ponderada en la nota final de esta parte. La actividad pretende evaluar tanto la destreza adquirida por los estudiantes en el uso de un software de simulación (competencia específica), como su capacidad para aplicar el pensamiento práctico (competencia transversal). La herramienta desarrollada para su evaluación sirve además como guía para que los estudiantes puedan mejorar su trabajo.

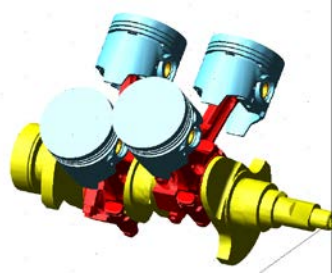
En el desarrollo de la asignatura, los estudiantes aprenden a modelar y simular mecanismos reales mediante la aplicación informática de simulación dinámica, ADAMS/View. Durante una serie de ejercicios guiados se modela un motor de combustión interna alternativo de 3 cilindros en línea a partir de un modelo CAD de un motor monocilíndrico (Figura 1).



*Fig. 1. Modelo en ADAMS/View de un motor de combustión interna alternativo de 3 cilindros en línea*

La actividad de evaluación planteada consiste en la redacción de unas instrucciones de montaje de un motor de 4 cilindros en V (Figura 2). Con este trabajo se pretende evaluar la competencia en *Aplicación y Pensamiento Práctico* ya que para construir el modelo final no existe una única secuencia de pasos, sino que, utilizando los comandos de edición y gestión de entidades del programa ADAMS/View, se puede crear el modelo de manera más o menos rápida y con un número de pasos mayor o menor. Estas diferentes vías son aplicables tanto a la copia y reubicación de elementos físicos del modelo como a la copia y reprogramación de las funciones de las fuerzas en los pistones.

*Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid*



*Fig. 2. Modelo en ADAMS/View de un motor de combustión interna alternativo de 4 cilindros en V*

Además, para la creación del motor de 4 cilindros en V, es necesaria la incorporación de elementos nuevos, debido al alargamiento del asiento de las muñequillas del cigüeñal, ya que se calan dos bielas por muñequilla. El modo en que realizan esta modificación se deja por completo a los estudiantes, que pueden hacerla mediante los elementos propios del programa de simulación o con programas externos de CAD, que permiten trabajar con los modelos originales de las piezas.

Dado que en una vez finalizado el modelo del motor policilíndrico puede ser difícil o imposible detectar la secuencia de pasos que han llevado a ese modelo, se pide una memoria del trabajo bajo la forma de un manual de instrucciones, con un formato similar al utilizado por los profesores de la asignatura en sus clases, de manera que cualquier persona con conocimientos del programa y partiendo de la misma situación inicial sea capaz de llegar al mismo modelo que el realizado por los estudiantes. En esas instrucciones se comprobará si los estudiantes alcanzan los resultados de aprendizaje previstos. Para ello se pasará una lista de control a las memorias de los trabajos cuyos ítems corresponden a los de la competencia transversal, pero se han redactado según las características propias de la asignatura. En la Tabla 7 se muestra esta lista, adaptada de la Tabla 4.

## **Conclusiones**

A lo largo del proyecto se han planteado diferentes instrumentos de evaluación adaptados a cada metodología y se ha experimentado su uso para anticipar dificultades en su implementación en próximos cursos. Se ha comprobado que los estudiantes de Máster puntúan más alto que los de Grado, en general, y que presentan resultados de aprendizaje en concordancia con su nivel académico en ambos casos, lo que valida la eficacia de los instrumentos desarrollados. La experiencia obtenida ha impulsado a los participantes a proponer nuevas metodologías de evaluación que permiten valorar tanto las competencias específicas, como alguna de las competencias transversales, y que también sirven a los estudiantes para mejorar su aprendizaje.

**ENCUESTA PARA EVALUAR APLICACIÓN Y PENSAMIENTO PRÁCTICO EN DINÁMICA DE SISTEMAS MULTICUERPO – GIM - ETSID**

Nombres: \_\_\_\_\_

	<b>CRITERIOS</b>	¿Sí o no?	¿En qué medida <u>g</u> ?
1	¿Has entendido la tarea? Explica lo que tienes que hacer con tus propias palabras.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
2	¿Tienes claras las instrucciones? Redacta un índice para el trabajo.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
3	¿Puedes interpretar los diagramas cinemáticos y de encendido? Dibuja una gráfica con la posición de los pistones en función del giro del cigüeñal.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
4	¿Dispones de todas las partes del modelo necesarias? Identifica posibles piezas que falten por modelar.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
5	¿Tienes claros los pasos a seguir para realizar el trabajo? Enumera la secuencia de operaciones necesaria.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
6	¿Describes con precisión las operaciones a realizar? Detalla las instrucciones.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
7	¿Habrá otras formas de montar el modelo? Razona las ventajas e inconvenientes.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
8	¿Podrías comprobar que tus instrucciones son correctas sin tener que montarlo todo? Señala los puntos críticos en el montaje.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>
9	¿Podrías mejorar tu trabajo después de los primeros usos? Indica cómo pueden mejorarse las instrucciones en el futuro.	Sí <input type="checkbox"/> No <input type="checkbox"/>	1. Inadecuado <input type="checkbox"/> 2. Suficiente <input type="checkbox"/> 3. Adecuado <input type="checkbox"/>

Tabla 7. Lista de control para la evaluación de la competencia en Aplicación y Pensamiento Práctico en la asignatura de Dinámica de Sistemas Multicuerpo, 3º Grado en Ingeniería Mecánica – ETSID.



Javier Carballeira Morado, José Martínez Casas, Óscar Sahuquillo Navarro, Águeda Sonseca Olalla, Francisco David Denia Guzmán, Josep Lluís Suñer Martínez, Paloma Vila Tortosa, Juan José Ródenas García y Onofre Marco Alacid

Por último, los autores quieren agradecer la ayuda económica y el apoyo institucional recibidos de la Universitat Politècnica de València a través del proyecto PIME/2014/A/012/B.

## Referencias

ANDREWS, J., y HIGSON, H. (2008). "Graduate employability, 'Soft skills' versus 'Hard' business knowledge: A European study" en *Higher Education in Europe*, vol. 33, p. 411-422.

DEUSTO (2014). *Approaches to teaching, learning and assessment in competences based degree programmes*. <<http://www.unideusto.org/tuningeu/teaching-learning-a-assessment.html>> [Consulta: 22 de julio de 2014]

ENTWISTLE, N. J., y PETERSON, E. R. (2004). "Conceptions of learning and knowledge in higher education: Relationships with study behaviour and influences of learning environments" en *International Journal of Educational Research*, vol. 41, p. 407-428.

MCDOWELL L., WAKELIN D., MONTGOMERY C. & KING S. (2011). "Does assessment for learning make a difference? The development of a questionnaire to explore the student response" en *Assessment & Evaluation in Higher Education*, vol. 36, issue 7, p. 749-765.

MINISTERIO DE EDUCACIÓN, CULTURA Y DEPORTE, MECD (2002). Marco Común Europeo de Referencia para las Lenguas: Aprendizaje, Enseñanza, Evaluación. <[http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca\\_ele/marco/cvc\\_mer.pdf](http://cvc.cervantes.es/ensenanza/biblioteca_ele/marco/cvc_mer.pdf)> [Consulta: 8 de septiembre de 2014]

MURIAS, P., DE MIGUEL, J. C., y RODRÍGUEZ, D. (2007). "A composite indicator for university quality assesment: The case of Spanish higher education system" en *Social Indicators research*, vol. 89, p. 129-146.

POZO MUNICIO, J.I., y PEREZ ECHEVARRIA, M.P (2009). *Psicología del aprendizaje universitario*. Madrid: Morata.

RIECKMANN, M. (2012). "Future-oriented higher education: Which key competencies should be fostered through university teaching and learning?" en *Futures*, vol. 44, p. 127-135.

SURSOCK, A. y SMIDT, H. (2010). *Trends 2010: A decade of change in european higher education*. Brussels: European University Association. <[http://www.eua.be/fileadmin/user\\_upload/files/publications/eua\\_trends\\_2010.pdf](http://www.eua.be/fileadmin/user_upload/files/publications/eua_trends_2010.pdf)> [Consulta: 22 de julio de 2014]

UNIVERSITAT POLITÈCNICA DE VALÈNCIA, UPV (2014). Competencias Transversales. <<http://competencias.webs.upv.es/wp/>> [Consulta: 22 de julio de 2014]