

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/82183>

This paper must be cited as:

Rovira Cardete, A.; Clemente Císcar, M.; Lajara-Camilleri, N.; Villanueva López, JF. (2014). Creación de pruebas de evaluación para valorar el progreso y acreditación de competencias en la asignatura Vibraciones Mecánicas. En *Strategiees for education in a new context: INNODOCT'14 : International Conference on Innovation, Documentation and Teaching Technologies*, held on-line in Valencia, Spain, on 6-7 May, 2013. <https://riunet.upv.es/handle/10251/30843>. Editorial Universitat Politècnica de València. 696-705. <http://hdl.handle.net/10251/82183>.



The final publication is available at

Copyright Editorial Universitat Politècnica de València

Additional Information

Creación de pruebas de evaluación para valorar el progreso y acreditación de competencias en la asignatura Vibraciones Mecánicas

A. ROVIRA¹, M. CLEMENTE-CÍSCAR², N. LAJARA-CAMILLERÍ³ and J.-F. VILLANUEVA⁴

¹*CITV, Dpto. de Ingeniería Mecánica y de Materiales, Universitat Politècnica de València, Cno. de Vera s/n E46022 Valencia (SPAIN), Telf. (+34) 96 387 7000 Ext 76263, Fax. (+34) 96 387 7612*

²*Centro de Gestión de la Calidad y del Cambio, Dpto. de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad. Universitat Politècnica de València (SPAIN)*

³*Dpto. de Economía y Ciencias Sociales. CEGEA. Universitat Politècnica de València (SPAIN)*

⁴*Dpto. de Estadística e Investigación Operativa. Universitat Politècnica de València (SPAIN)*

arovira@mcm.upv.es, mclement@eio.upv.es, nalade@cegea.upv.es, jovillo0@upvnet.upv.es

Abstract

La puesta en marcha de los nuevos planes de estudio englobados en el Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) implica un cambio en el enfoque de la enseñanza universitaria. Estos planes de estudio están basados en una formación en competencias, tanto genéricas (o transversales) como específicas de la titulación. En el actual trabajo se presenta una metodología para evaluar el grado de adquisición de las distintas competencias trabajadas en una asignatura. Se muestra la aplicación a la asignatura Vibraciones Mecánicas, correspondiente al plan de estudios de Grado en Ingeniería Mecánica (GIM).

Introducción

Con la implantación del EEES aparece un cambio en el planteamiento de los nuevos planes de estudios. Uno de los cambios centrales es la apuesta decidida por focalizar la atención de los procesos formativos en los aprendizajes de los estudiantes y más concretamente en los resultados de aprendizaje expresados en términos de competencias [1].

Bajo el término de competencia, se entiende un saber hacer complejo que se apoya en la movilización y la combinación eficaz de una variedad de recursos internos y externos dentro de una familia de situaciones [2]. La OECD define el término competencia como la habilidad para enfrentarse a demandas complejas poniendo en acción, en situaciones concretas, recursos psicológicos, habilidades y actividades [3].

Se puede distinguir entre competencias genéricas (o transversales) y específicas. Por una parte, las competencias genéricas son comunes a todos los perfiles profesionales o disciplinas, mientras que las competencias específicas son aquellas que determinan un espacio profesional concreto [3].

El nuevo paradigma de formación en competencias implica la necesidad de un cambio en el proceso de evaluación [5]. Por un lado, el hecho de evaluar las competencias específicas no implica introducir grandes cambios en las asignaturas con respecto a las que se venían impartiendo antes del EEES. Sin embargo, esto no sucede con las competencias genéricas, ya que no formaban parte de forma explícita de los antiguos planes de estudio y no se tenían en cuenta en el diseño de las asignaturas. Además, para poder evaluar estas competencias, se deberán trabajar dentro de las distintas asignaturas que componen la titulación.

En el presente trabajo se describe por una parte la metodología seguida para la creación sistemática de pruebas de evaluación de las distintas competencias asociadas a una asignatura o materia, y, por otra parte, el trabajo en aula y la evaluación de la competencia genérica asociada a la comunicación efectiva. Esta metodología se ha aplicado a la asignatura Vibraciones Mecánicas (código 12577) correspondiente a la titulación de Grado en Ingeniería Mecánica impartida en la ETSID de la Universitat Politècnica de València (UPV). Este trabajo se encuentra enmarcado dentro de la convocatoria de Proyectos de Innovación y Mejora Educativa (PIME) 2013-2014 de la UPV.

En primer lugar se realiza un breve análisis de las competencias asociadas a la asignatura y se enumeran algunos de los correspondientes resultados de aprendizaje. En segundo lugar, se describe la metodología empleada para diseñar las pruebas de evaluación con el fin de medir el grado de adquisición de cada competencia, así como la forma de trabajar y de medir el grado de adquisición de la competencia genérica asociada a la comunicación efectiva. En tercer lugar se muestra la aplicación a la asignatura Vibraciones Mecánicas. Finalmente se presentan las conclusiones de este trabajo.

Análisis de competencias de la asignatura

En este apartado se realiza un breve análisis de las competencias asociadas a la asignatura Vibraciones Mecánicas. Estas competencias se muestran en la Tabla 1. Dos de éstas son específicas de la titulación y la otra, genérica. Según la guía docente de la asignatura [6], las tres competencias tienen el mismo nivel de implicación.

La competencia 1, específica, está directamente asociada a los contenidos trabajados en la asignatura. Por otro lado, la competencia 2, también específica, se refiere a la resolución de problemas en el contexto de la asignatura, pero teniendo en cuenta materias básicas, principalmente matemáticas y física. Está relacionada

con los conocimientos previos, la capacidad de abstracción y el razonamiento. Finalmente, la competencia 3 es genérica, y se refiere a la competencia lingüística de la comunicación por escrito (redacción de informes). Esta competencia está asociada a la dimensión competencial (DC) UPV de “comunicación efectiva”, DC6 [7]. El hecho de considerar esta competencia genérica de forma explícita tiene como finalidad, aparte de formar parte de los objetivos de aprendizaje de la asignatura, el hacer visible esta capacidad que se pretende que los alumnos adquieran en la asignatura [8].

Tabla 1. Competencias asociadas a la asignatura. Adaptado de [6].

Competencias		Tipo	Nivel
1	Calcular, diseñar y ensayar máquinas según los conceptos asociados a la ingeniería mecánica y de materiales	Específica	Necesaria (3)
2	Resolución de problemas en el campo de la ingeniería a partir de la aplicación de materias básicas y tecnológicas.	Específica	Necesaria (3)
3	Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería industrial	Genérica	Necesaria (3)

En la Tabla 2 se muestran algunos de los resultados de aprendizaje correspondientes a cada competencia. Para la competencia asociada a la comunicación efectiva se utiliza el resultado de aprendizaje definido para asignaturas de grado, según la redacción propuesta por los técnicos del Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) de la UPV.

Tabla 2. Resultados de aprendizaje asociados a las competencias trabajadas en la asignatura.

C.	Resultados de aprendizaje	
1	1.1	Modelar sistemas mecánicos en el ámbito de las vibraciones mecánicas
	1.2	Calcular las frecuencias naturales y modos de vibraciones de sistemas mecánicos discretos
	1.3	Calcular la respuesta de sistemas en condiciones de vibraciones libres
	1.4	Calcular la respuesta de sistemas en condiciones de vibraciones forzadas
	1.5	Obtener el contenido el frecuencia de una señal de excitación periódica
	1.6	Identificar los problemas asociados a la medida de vibraciones y saberlos resolver
2	2.1	Diagnosticar el comportamiento de un sistema bajo distintas condiciones de funcionamiento
	2.2	Expresar matemáticamente el planteamiento de un problema complejo y resolver dicho problema.
	2.3	Identificar y justificar las diferencias entre un resultado calculado de forma teórica y una medida experimental

	2.4	Diseñar un sistema básico de excitación y/o medida de vibraciones para un sistema mecánico dado
	2.5	Rediseñar un sistema mecánico para mejorar su comportamiento en vibraciones
3	3.1	Redactar textos y documentos con un contenido coherente de la especialidad, en lengua propia, con un nivel básico de corrección ortográfica y gramatical y con la estructura y el estilo adecuados según el tipo de público y los objetivos de la comunicación.

Metodología

En este punto se presenta, brevemente, la metodología empleada para evaluar el grado de adquisición de cada competencia. Para aplicar este procedimiento, se debe asegurar:

- que las competencias se trabajan adecuadamente en la asignatura, y
- que los actos de evaluación incluyen cuestiones relativas a cada una de las competencias, evaluadas de forma correcta.

El procedimiento se aplicará para evaluar las competencias específicas de las asignaturas involucradas y la competencia genérica asociada a la DC de comunicación efectiva, expresada mediante el resultado de aprendizaje de redacción de textos en lengua propia. Considerando la competencia genérica, una prueba de evaluación escrita será adecuada para evaluar su grado de adquisición.

Definición de variables

Las variables utilizadas son las siguientes:

- p_i es el peso del acto de evaluación i , donde $i = 1, 2, \dots, m$, siendo m el número de actos de evaluación consideradas. Estos pesos se asignan en función de la ponderación de los distintos actos de evaluación según la guía docente.
- \bar{p}_i es el valor normalizado de los pesos de las pruebas de evaluación, de tal forma que

$$\sum_{i=1}^m \bar{p}_i = 1 \quad (1)$$

- w_j es el peso de la competencia j , donde $j = 1, 2, \dots, n$, siendo n el número de competencias trabajadas en la asignatura. Los pesos relativos de las competencias se asignan en función del nivel de implicación de la competencia dentro de cada asignatura, tal como se indica en la guía docente. En la UPV se utiliza la escala: 0, no contribuye, 1, recomendable, 2, conveniente, 3, necesaria y 4, indispensable. Se podría utilizar otra distribución de pesos.

- \bar{w}_j es el valor normalizado de los pesos de las competencias, de tal forma que

$$\sum_{j=1}^n \bar{w}_j = 1 \quad (2)$$

- $c_{i,j}$ es la nota obtenida (sobre 10) en la prueba de evaluación i asociada a la competencia j . Si no se evalúa la competencia j en la prueba i , $c_{i,j} = 0$. Estas calificaciones se pueden ordenar en forma de matriz $([c_{i,j}])$.
- C_i^E es la nota global de la prueba de evaluación i . C_j^C es la nota global de la competencia j .
- $\delta_{i,j}$ es la relación entre pruebas de evaluación y competencias. $\delta_{i,j} = 1$ si la competencia j se evalúa en la prueba de evaluación i ; $\delta_{i,j} = 0$ en caso contrario.

Al efectuar el diseño de las pruebas de evaluación, se debe construir la matriz $[\delta_{i,j}]$, que contiene 0 y 1 y que tiene tantas filas como actos de evaluación (m) y tantas columnas como competencias (n). Se debe asegurar que esta matriz esté lo *suficientemente* llena para que las distintas competencias se evalúen con un número *suficiente* de ejercicios.

Cálculo de las calificaciones asociadas a las pruebas de evaluación

La calificación de cada prueba de evaluación i se calcula según la ponderación de las notas $c_{i,j}$ según los pesos de cada competencia \bar{w}_j , aplicando la fórmula

$$C_i^E = \frac{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j c_{i,j}}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j \delta_{i,j}} \quad (3)$$

Para poder aplicar la fórmula, se debe asegurar que el denominador no sea nulo. Esto se consigue con un diseño correcto de las pruebas de evaluación en las que incluyan ejercicios que permitan medir el grado de adquisición de cada competencia (con lo que se consigue una matriz $[\delta_{i,j}]$ suficientemente llena, como se ha comentado anteriormente).

Y la contribución en la nota final de la asignatura de las pruebas de evaluación consideradas se calcula como

$$\sum_{i=1}^m \bar{p}_i C_i^E \quad (4)$$

Este enfoque sería equivalente al enfoque clásico en el que se ofrece una nota para cada prueba de evaluación, ponderada según los pesos que figuran en la guía docente. Quizá la contribución presentada en este trabajo es ponderar el peso de las distintas competencias, para cada prueba de evaluación, según la intensidad con que se trabaje cada competencia.

El peso equivalente de las preguntas asociadas a cada competencia en cada prueba de evaluación se calcula, según (3), como

$$\frac{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j}{\sum_{j=1}^n \bar{w}_j \delta_{i,j}} \quad (5)$$

Cálculo de las calificaciones asociadas a las competencias

En esta sección se presenta el enfoque alternativo: considerando las notas en los distintos ejercicios de las pruebas de evaluación ($c_{i,j}$), se obtiene el grado de adquisición de cada competencia. Este enfoque pretende obtener la calificación para cada alumno, desagregada según las competencias de la asignatura.

Para el cálculo de las calificaciones asociadas a las competencias, se lee la matriz $c_{i,j}$ por columnas (en lugar de por filas, como en el caso anterior). La calificación global asociada a una determinada competencia j , se calcula como una suma ponderada de las notas $c_{i,j}$ según los pesos de cada prueba de evaluación \bar{p}_i , aplicando la fórmula

$$C_j^C = \frac{\sum_{i=1}^m \bar{p}_i c_{i,j}}{\sum_{i=1}^m \bar{p}_i \delta_{i,j}} \quad (6)$$

Y la contribución en la nota final de la asignatura de la competencia considerada se calcula como

$$\sum_{j=1}^n \bar{w}_j C_j^C \quad (5)$$

Trabajo de la competencia asociada a la comunicación efectiva

Como se ha mencionado anteriormente, uno de los requisitos para poder evaluar una competencia, es haberla trabajado durante el curso. El resultado de aprendizaje que se evalúa es la redacción de textos cortos con un contenido coherente de la especialidad, en lengua propia, con un nivel básico de corrección ortográfica y gramatical y con la estructura y el estilo adecuados según el tipo de público y los objetivos de la comunicación [9]. Se tratará de textos breves o muy breves (menos de 100 palabras).

Para ello se incluyen en las sesiones presenciales ejemplos sobre diversos ejercicios. Estos textos cortos se comentan desde el punto de vista puramente semántico (según los contenidos de la asignatura), así como el léxico empleado, la estructura y el orden gramatical.

Evaluación del grado de adquisición de la competencia de comunicación efectiva

Se debe diseñar un instrumento para la evaluación de la competencia asociada a la comunicación efectiva que cumpla dos condiciones:

- Que sea transversal, es decir, que sirva para evaluar los resultados de aprendizaje asociados a la competencia, para cualquier asignatura impartida en la universidad.
- Que sea eficiente, es decir, que tenga una aplicación muy fácil y rápida. Esta característica se busca porque se va a usar en muchos ejercicios, en distintas pruebas de evaluación, y en asignaturas cursadas por muchos alumnos.

Esta lista de control tiene cuatro elementos:

- Contenido (25%): para conseguir la máxima puntuación en este apartado, debe contestarse exactamente a lo que se pide, utilizando el léxico correspondiente, con concreción y sin lugar a ningún tipo de ambigüedades. En este apartado se penaliza el añadir información no relevante, con lo que se obtendría como máximo un 12,5%.
- Estructura (25%): El texto presentado, aunque sea corto, debe seguir un cierto orden, sin que se vaya *saltando* de un elemento a otro. Por ejemplo, se puede partir de lo general a lo particular, hacer la descripción de izquierda a derecha, siguiendo un orden cronológico o un orden creciente en frecuencia, etc.
- Ortografía, gramática (25%): El texto debe estar escrito de forma correcta, tanto la escritura ortográfica ('b'/'v', 'll'/'y', con o sin 'h', acentos gráficos que se utilizan en castellano), como las estructuras gramaticales (por ejemplo oraciones subordinadas en las que aparezca una relación de causa, finalidad, consecuencia, disyunción...). Si se tiene un error, se obtiene la mitad de la puntuación en este apartado; con dos errores, se obtiene un cero.
- Concisión (25%): Los textos deben ser cortos (se da la indicación de menos de 100 palabras, aunque no se evalúa de forma tan estricta). Se tiene un cero en este

apartado si la respuesta tiene una longitud de una página. Se evalúa la capacidad de síntesis.

Puesto que se pretende evaluar el contenido coherente en la especialidad, si el texto escrito no tiene relación con la pregunta realizada, directamente se descarta la respuesta y se evalúa con un cero.

Aplicación a la asignatura Vibraciones Mecánicas

Diseño de las pruebas de evaluación

La metodología descrita en el apartado anterior se ha aplicado en el diseño de las pruebas de evaluación asociadas a las sesiones de laboratorio. En estas pruebas de evaluación se usa la metodología del Caso ya que supone el análisis y la resolución de una situación planteada que presenta problemas de solución múltiple, a través de la reflexión y el diálogo para un aprendizaje grupal, integrado y significativo [6]. Hay un total de 11 sesiones de laboratorio.

La Tabla 3 muestra el diseño seguido para el diseño de las pruebas de evaluación asociadas a las sesiones de laboratorio. Hay 11 sesiones de laboratorio (PL1,...PL11) y tres competencias (C1, C2 y C3).

Tabla 3. Matriz $[\delta_{i,j}]$ que relaciona las distintas pruebas de evaluación con las competencias de la asignatura.

		Competencias			p_i	\bar{p}_i
		C1	C2	C3		
Pruebas de evaluación	PL1	1	0	0	2,27	0,09
	PL2	1	0	0	2,27	0,09
	PL3	1	1	1	2,27	0,09
	PL4	1	1	1	2,27	0,09
	PL5	0	1	0	2,27	0,09
	PL6	1	0	0	2,27	0,09
	PL7	1	1	1	2,27	0,09
	PL8	1	1	1	2,27	0,09
	PL9	1	1	1	2,27	0,09
	PL10	1	1	1	2,27	0,09
	PL11	1	1	0	2,27	0,09
w_j		3	3	3		
\bar{w}_j		0,33	0,33	0,33		

Las primeras sesiones están dedicadas a trabajar contenidos de la asignatura, por lo que se evalúan resultados de aprendizaje asociados a la competencia 1. En cambio, a partir de la tercera sesión, ya se introducen ejercicios asociados al resto de competencias. Con el diseño presentado se puede ver que la matriz δ está suficientemente llena, esto es, se evalúan las distintas competencias en la mayoría de las pruebas de evaluación.

Comunicación efectiva

En esta sección se presentan algunos ejemplos de los ejercicios que se han introducido con el objeto de evaluar la competencia asociada a la comunicación efectiva:

- Describir un sistema basándose en sus características viscoelásticas e inerciales.
- Evaluar un comportamiento en vibraciones de un determinado sistema mecánico, según sus condiciones de funcionamiento.
- Justificar, razonadamente, la elección de un modelo o asunción de una hipótesis simplificadora con el objeto de resolver un problema complejo.
- Describir el procedimiento en que se ensayaría un sistema mecánico para identificar su comportamiento en vibraciones.

Conclusiones

El presente trabajo muestra una metodología propuesta para el diseño de las pruebas de evaluación. Esta metodología permite obtener una calificación desagregada para cada una de las competencias, de tal forma que pueda figurar en el expediente de cada alumno, junto a la calificación global de la asignatura.

Se muestra un ejemplo de aplicación a la asignatura Vibraciones Mecánicas, en la que se trabajan dos competencias genéricas y una competencia específica asociada a la comunicación efectiva.

Para la evaluación de la competencia específica se ha creado un instrumento basado en una lista de control. Este instrumento constituye una herramienta muy eficiente y que puede aplicarse a diferentes asignaturas de distintas titulaciones.

Finalmente, una vez recogidas las muestras, se hace necesario el procesado matemático de estos datos y su posterior vertido al programa de registro de notas de la universidad.

Agradecimientos

Los autores del trabajo agradecen la ayuda prestada por los técnicos del ICE de la Universitat Politècnica de València (UPV). Este trabajo ha sido financiado por el Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación y la Escuela Técnica Superior

de Ingeniería del Diseño (ETSID) a través de la convocatoria de ayudas para PIME 2013-2014 de la UPV, con el proyecto código B15/13.

Referencias

- [1] López Hernández, A. Abelló Planas, L., El desarrollo de competencias docentes en la formación del profesorado. Ministerio de Educación, Secretaría General Técnica, 2007
- [2] Tardif, J., Gilles, F., Clémence P., L'évaluation des compétences: documenter le parcours de développement. Montréal: Chenelière-éducation, 2006.
- [3] OECD, The definition and selection of key competences, 2002. Disponible en línea en <http://www.oecd.org/dataoecd/47/61/35070367.pdf> (accedido 23-abril-2014).
- [4] ICE Zaragoza, Competencias genéricas y transversales de los titulados universitarios. Zaragoza, 2008.
- [5] Rodríguez-Losada, S., Un nuevo horizonte: la evaluación por competencias en el Espacio Europeo de Educación Superior, Revista de Educación y Derecho, Núm. 2, 2010.
- [6] UPV, Guía Docente de la asignatura Vibraciones Mecánicas (12577). Competencias. Valencia (2013). Disponible en línea en http://www.upv.es/pls/oalu/sic_gdoc.get_content?P_OCW=&P_ASI=12577&P_CACA=2013 (accedido 6-marzo-2014)
- [7] Vicerrectorado de Estudios, Calidad y Acreditación, UPV. Dimensiones Competenciales UPV, 2013. Disponible en línea en <http://www.upv.es/contenidos/ICEP/info/DimensionesCompetenciales.pdf> (accedido 8-marzo-2014).
- [8] Reyzábal, M.V., Las competencias comunicativas y lingüísticas, clave para la calidad educativa, Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación, Vol. 10, Núm. 4, 2012.
- [9] ICE. Dimensiones competenciales UPV. Borrador de trabajo.