

Document downloaded from:

<http://hdl.handle.net/10251/82184>

This paper must be cited as:

Clemente Císcar, M.; Rovira Cardete, A.; Trinidad Tornel, Á.; Bañón Gomis, AJ. (2014). Grado de adquisición de competencias específicas y transversales en la asignatura de Estadística: diferencias en los métodos de evaluación. En Strategies for education in a new context: INNODOCT'13 : International Conference on Innovation, Documentation and Teaching Technologies, held on-line in Valencia, Spain, on 6-7 May, 2013. <https://riunet.upv.es/handle/10251/40350>. Editorial Universitat Politècnica de València. 706-716. <http://hdl.handle.net/10251/82184>.



The final publication is available at

Copyright Editorial Universitat Politècnica de València

Additional Information

# Grado de adquisición de competencias específicas y transversales en la asignatura de Estadística: diferencias en los métodos de evaluación

M. CLEMENTE-CÍSCAR<sup>1</sup>, A. ROVIRA<sup>2</sup>, A. TRINIDAD<sup>3</sup> and A. J. BAÑÓN-GOMIS<sup>4</sup>

<sup>1</sup>*Centro de Gestión de la Calidad y del Cambio, Dpto. de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad. Universitat Politècnica de València (SPAIN)*

<sup>2</sup>*CITV, Dpto. de Ingeniería Mecánica y de Materiales. Universitat Politècnica de València (SPAIN)*

<sup>3</sup>*Dpto. de Urbanismo. Universitat Politècnica de València (SPAIN)*

<sup>4</sup>*Dpto. de Organización de Empresas. Universitat Politècnica de València (SPAIN)*

[mclement@eio.upv.es](mailto:mclement@eio.upv.es), [arovira@mcm.upv.es](mailto:arovira@mcm.upv.es), [anritor@urb.upv.es](mailto:anritor@urb.upv.es), [albaogo@upvnet.upv.es](mailto:albaogo@upvnet.upv.es)

## Abstract

La situación de la universidad en la actualidad se ha modificado respecto a la que existía hace unos años. Con la creación del Espacio Europeo de Educación Superior el papel de la universidad debe adaptarse a las demandas de la sociedad actual, y por tanto, las asignaturas deben ajustarse a estos cambios para que las necesidades del mercado laboral y la universidad estén alineadas. Con el nuevo concepto de aprendizaje por competencias, la orientación de las asignaturas debe cambiar.

En este trabajo, se ha evaluado el grado de adquisición de dos competencias específicas de la asignatura de Estadística, a través de tres métodos de evaluación distintos. Esta primera fase, nos sirve de base para el desarrollo de métodos de evaluación de algunas competencias genéricas comunes a otras asignaturas de Grado de Ingeniería, concretamente la competencia asociada a la comunicación efectiva.

## Introducción

A partir de la construcción del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES), se presenta a las universidades una gran oportunidad para que se establezcan las reformas necesarias que faciliten la adaptación a la nueva realidad social. Uno de los retos principales que propone la sociedad del siglo XXI al sistema universitario es formar profesionales capaces de afrontar las demandas del ámbito laboral [1]. En esta línea, un objetivo fundamental de la universidad es pasar del contenido al aprendizaje. Este cambio de planteamiento focaliza la atención en los procesos formativos de los estudiantes, y más concretamente, en los resultados de aprendizaje expresados en términos de competencias [2].

Según Tardif [3] la competencia es un “Saber actuar complejo que se apoya en la movilización y la combinación eficaz de una variedad de recursos internos y exter-

nos dentro de una familia de situaciones”. La OECD [4] define el término competencia como “la habilidad para enfrentarse a demandas complejas poniendo en acción, en situaciones concretas, recursos psicológicos, habilidades y actividades”.

En el ámbito del EEES las competencias se pueden dividir en dos grupos, las competencias específicas y las competencias genéricas o transversales. Aquellas competencias que se definen como comportamientos observables que se relacionan directamente con la utilización de conceptos, teorías o habilidades propias de la titulación, estarían dentro de las específicas. Sin embargo, en las competencias transversales, nos centraríamos en elementos comunes a cualquier titulación, es decir, que van más allá de una sola disciplina.

Los planes de estudios actuales se basan en la evaluación por competencias, sin embargo la mayoría de los profesores desconocemos como enfocar nuestra asignatura ante este nuevo planteamiento. Estas competencias tienen que ser evaluables, a través de los correspondientes resultados de aprendizaje. Aunque el objetivo final sea planificar por competencias para promover el aprendizaje [5], el primer paso debería ser determinar un método para evaluar el grado de adquisición de las competencias.

Este artículo se centra en determinar el grado de adquisición de dos competencias específicas de la asignatura de Estadística a través de los diferentes métodos de evaluación propuestos en la guía docente. Por otro lado, un estudiante de ingeniería no sólo debe ser capaz de conocer técnica y científicamente su disciplina, sino que además debe saber leer y comunicar verbalmente y por escrito sus ideas [6],[7]. Por tanto, también se va a evaluar la competencia transversal asociada a la comunicación efectiva de forma escrita. Para este último fin, se propone una rúbrica que contempla los aspectos más básicos.

## **Objetivos**

Dentro de la asignatura de Estadística, impartida en 2º curso de Grado de Ingeniería Electrónica, existen diversas competencias específicas y transversales (o genéricas) [8]. De todas ellas, nuestro interés se centra en medir el grado de adquisición de dos de ellas: *Resolver problemas matemáticos* (nivel 4) y *Resolver problemas de ingeniería aplicando herramientas informáticas para el análisis de la información* (nivel 3). Además, se propone la evaluación de la competencia transversal redactada como *Comunicar y transmitir conocimientos, habilidades y destrezas en el campo de la ingeniería industrial*.

Actualmente, se emplean tres métodos distintos de evaluación: preguntas de respuesta objetiva (30%), preguntas de respuesta abierta (50%) y entregables (20%). Las preguntas de respuesta objetiva se realizan para evaluar la parte práctica de la asignatura, que es el uso de un programa informático de estadística para resolver

problemas. Las preguntas de respuesta abierta se utilizan con el fin de evaluar la parte teórica. Buscamos estudiar la correlación que existe entre los resultados de ambas pruebas, puesto que los contenidos evaluados son similares.

Tabla 1. Descripción de los tipos de evaluación en la asignatura de Estadística [8].

Nombre	Descripción	N. Actos	Peso
Prueba escrita de respuesta abierta	Prueba cronometrada, efectuada bajo control, en la que el alumno construye su respuesta. Se le puede conceder o no el derecho a consultar material de apoyo.	2	50%
Pruebas objetivas (tipo test)	Examen escrito estructurado con diversas preguntas o ítems en los que el alumno no elabora la respuesta; sólo ha de señalarla o completarla con elementos muy precisos.	2	30%
Portafolio	Conjunto documental elaborado por un estudiante que muestra la tarea realizada durante el curso en una materia determinada.	1	20%

En esta asignatura, las dos competencias específicas que son objeto de estudio, son realmente complementarias. El objetivo final es resolver problemas estadísticos del área de la ingeniería, ya sea *a mano* o con la ayuda de un programa informático. Aunque se está evaluando de forma distinta (prueba de respuesta objetiva y prueba de respuesta abierta), la base teórica que debe conocer el alumno es la misma. Sin embargo, a veces los resultados de ambas pruebas no están correlacionados. Nuestra duda se centra en determinar con qué método estamos favoreciendo más el aprendizaje del alumno y permitiendo, por tanto, una mayor adquisición de las competencias estudiadas. En esta primera fase, el objetivo inicial es entender cómo responden los alumnos ante las distintas pruebas y cuál es su percepción.

Por otro lado, la comunicación efectiva es una competencia transversal indispensable en nuestra asignatura. No sólo hay que saber resolver un problema estadístico, sino que el alumno debe expresarse con claridad. El hecho de considerar esta competencia 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 [9].

## Metodología

Muchas veces realizamos cambios basándonos en nuestra experiencia profesional como docentes, pero nuestro objetivo es poder realizar estos cambios basándonos

en un estudio previo contrastado y no en meras suposiciones. Para poder evaluar los resultados de los análisis propuestos, nos basaremos en dos tipos de evidencias, uno de tipo cuantitativo y otra de tipo cualitativo. El análisis cuantitativo se basará en el estudio estadístico de la correlación de las notas de un alumno, entre las pruebas escritas de respuesta abierta y de respuesta objetiva. Se realizará un análisis descriptivo para conocer mejor la muestra que estamos estudiando y un t-test de muestras apareadas. Utilizamos este tipo de test, ya que son los mismos alumnos los que realizan las dos pruebas (objetiva y de respuesta abierta). Con esta metodología, podemos calcular la diferencia entre ambas notas para cada uno de ellos, de forma que se eliminan los efectos de todos los demás factores salvo el que diferencia a las pruebas. Por otro lado, para comprobar la relación que existe entre ambas variables de forma global se ha utilizado un modelo de regresión lineal simple. Los datos se han analizado a través del programa informático Statgraphics.

Especifica en qué medida te ha ayudado la realización de la siguiente actividad para prepararte la asignatura: 1. Realización de los ejercicios de prácticas con el Statgraphics

1 2 3 4 5

Ninguna utilidad      Mucha utilidad

2. Realización de problemas a mano para entregar en las sesiones prácticas

1 2 3 4 5

Ninguna utilidad      Mucha utilidad

3. Asistencia a las clases de teoría

1 2 3 4 5

Ninguna utilidad      Mucha utilidad

4. Asistencia a las clases de prácticas

1 2 3 4 5

Ninguna utilidad      Mucha utilidad

5. Estudio personal en casa (consultando otros libros, haciendo los problemas propuestos, etc.)

1 2 3 4 5

Ninguna utilidad      Mucha utilidad

Dentro de las pruebas de evaluación, ¿cuál te ha resultado más difícil de preparar? Señala una sola opción.

Los contenidos de los exámenes y de otros trabajos evaluados han estado en correspondencia con los objetivos del curso y el énfasis que ha puesto el profesor en cada tema.

1 2 3 4 5

Totalmente en desacuerdo      Totalmente de acuerdo

Figura 1. Encuesta opinión del alumnado sobre adquisición de conocimientos.

La parte cualitativa estaría representada por la opinión del alumnado. Para ello, se realizó una encuesta en la que los alumnos especificaron que les facilita la adquisición de conocimientos de cara a prepararse la asignatura (Figura 1).

El análisis de las competencias específicas se realizó con datos del curso 2012-2013. En el curso actual, se está evaluando también la competencia transversal relativa a la comunicación efectiva. Los diferentes factores se evaluarán mediante el uso de una rúbrica, como puede verse en la Tabla 2. La rúbrica se está aplicando en la parte del portafolio, donde el alumno debe entregar por escrito unas prácticas resueltas mediante el programa Statgraphics.

*Tabla 2. Rúbrica empleada para la evaluación de la comunicación efectiva en prácticas.*

<b>NOTAS</b>	<b>10-7.5</b>	<b>7.5-5</b>	<b>5-2.5</b>	<b>2.5-0</b>
Orden y Organización	El trabajo es presentado de una manera ordenada, clara y organizada que es fácil de leer.	El trabajo es presentado de una manera ordenada y organizada que es, por lo general, fácil de leer.	El trabajo es presentado en una manera organizada, pero puede ser difícil de leer.	El trabajo se ve descuidado y desorganizado. Es difícil saber qué información está relacionada.
Terminología y Notación	La terminología y notación correctas fueron siempre usadas haciendo fácil de entender lo que fue hecho.	La terminología y notación correctas fueron, por lo general, usadas haciendo fácil de entender lo que fue hecho	La terminología y notación correctas fueron usadas, pero algunas veces no es fácil entender lo que fue hecho.	Hay poco uso o mucho uso inapropiado de la terminología y la notación.
Explicación	La explicación es detallada y clara.	La explicación es clara.	La explicación es un poco difícil de entender, pero incluye componentes críticos.	La explicación es difícil de entender y tiene varios componentes ausentes o no fue incluida.
Conceptos matemáticos	La explicación demuestra completo entendimiento del concepto matemático usado para resolver los problemas.	La explicación demuestra entendimiento sustancial del concepto matemático usado para resolver los problemas.	La explicación demuestra algún entendimiento del concepto matemático necesario para resolver los problemas.	La explicación demuestra un entendimiento muy limitado de los conceptos necesarios para resolver problemas o no está escrita.

Esta asignatura se imparte en el segundo cuatrimestre, y tiene dos períodos de evaluación que coinciden aproximadamente a principios de abril y a mediados de junio (final de curso). Los análisis aquí propuestos, se realizaron al finalizar el primer período de evaluación.

## Resultados

### *Análisis cuantitativo*

En primer lugar presentamos unos estadísticos descriptivos sobre las notas obtenidas para cada uno de los exámenes. En la Tabla 3 se recogen tanto la nota promedio como la desviación típica para los exámenes de la prueba de respuesta abierta (RA) y respuesta objetiva (RO) de la parte inicial del temario.

Tabla 3. Estadísticos descriptivos de las notas obtenidas por tipo de examen.

Tipo de Examen	Recuento	Promedio	Desviación Estándar
RA	61	5,41148	2,39319
RO	61	7,10393	2,07463

Con objeto de facilitar la comparación entre ambos tipos de examen, la Figura 2 muestra la distribución de notas, según un gráfico de caja y bigotes (o Box-Whisker). Puede verse que el examen de respuesta objetiva obtiene mejores resultados pues tiene mayor media y menor dispersión, mientras que el de respuesta abierta tiene menor media y mayor dispersión.

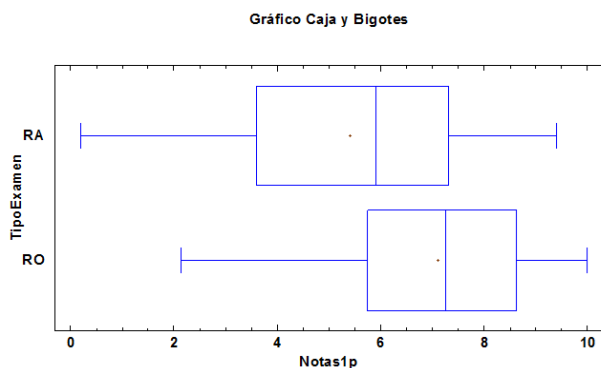


Figura 2. Gráfico de caja-bigotes para comparar los resultados de las diferentes pruebas en el primer parcial.

Por otro lado, para realizar el t-test, consideramos que la variable **1p\_RA** se corresponde con la nota obtenida por los alumnos en el primer parcial de la asignatura, evaluados mediante una prueba de respuesta abierta y **1p\_RO** se corresponde con

la nota obtenida por los alumnos en el primer parcial de la asignatura, evaluados mediante una prueba de respuesta objetiva. La prueba-t evalúa la hipótesis de que la media de **1p\_RA-1p\_RO** es igual a 0 versus la hipótesis alternativa de que la media de **1p\_RA-1p\_RO** es no igual a 0. A través del test de hipótesis comprobamos que las notas medias de los exámenes evaluados mediante pruebas objetivas y pruebas de respuesta abierta son distintas. Las notas obtenidas en las pruebas objetivas son mayores que las obtenidas con las pruebas de respuesta abierta, como podemos observar en el intervalo de confianza (con un NC=95%) donde la diferencia de media esta desplazada hacia valores negativos. Los resultados obtenidos son los siguientes:

**Intervalos de Confianza para 1p\_RA - 1p\_RO**

Intervalos de confianza del 95,0% para la media: -1,69246 +/- 0,523413 [-2,21587; -1,16905]

Intervalos de confianza del 95,0% para la desviación estándar: [1,73449; 2,48805]

Prueba t

Hipótesis Nula: media = 0 vs Alternativa: no igual

Estadístico t = -6,46799 ; Valor-P = 2,00602E-8; Se rechaza la hipótesis nula para alfa = 0,05

Además se ha realizado un análisis de regresión para comprobar la relación que existe entre ambas variables de forma global. Utilizamos un modelo de regresión lineal simple, obteniendo un grado de ajuste bastante bueno (*R-cuadrada* = 89,4%). Como ya habíamos apuntado antes, los resultados en los conocimientos evaluados mediante pruebas de respuesta abierta son ligeramente inferiores a los evaluados mediante pruebas de respuesta objetiva. Obtenemos el modelo de regresión que se muestra en la ecuación 1, y a continuación se presenta el resultado del análisis estadístico de regresión.

$$1p\_RA = 0,755441 \cdot 1p\_RO \tag{1}$$

**Regresión Múltiple - 1p\_RA**

Variable dependiente: 1p\_RA

Variables independientes: 1p\_RO

		Error	Estadístico	
Parámetro	Estimación	Estándar	T	Valor-P
1p_RO	0,755441	0,0335812	22,4959	0,0000

**Análisis de Varianza**

Fuente	Suma de Cuadrados	Gl	Cuadrado Medio	Razón-F	Valor-P
Modelo	1904,2	1	1904,2	506,07	0,0000
Residuo	225,765	60	3,76276		
Total	2129,97	61			

*R-cuadrada* = 89,4%; Error estándar del est. = 1,93978; Error absoluto medio = 1,51239



### *Análisis cualitativo*

A continuación, vamos a comentar los resultados obtenidos en la encuesta de opinión. La estructura de las clases es semanal, distribuida en dos sesiones de dos horas cada una. En la primera sesión se revisan los conceptos teóricos de la unidad temática correspondiente y se realiza algún problema para reforzar los contenidos estudiados, será lo que denominamos *Clase de Teoría* en la encuesta. En la otra sesión, que denominamos *Clase de Prácticas*, resolvemos problemas sobre la unidad temática estudiada, utilizando el software estadístico Statgraphics o a mano. Los problemas que se resuelven con el Statgraphics están dentro de un cuadernillo de prácticas, que deben entregar cada semana. Sin embargo, los problemas resueltos a mano, se entregan el mismo día de la práctica.

El grado de utilidad para prepararse la asignatura que le adjudican los alumnos a los ejercicios realizados con el Statgraphics y los ejercicios realizados a mano no es el mismo. Mientras que los ejercicios de prácticas realizados con el Statgraphics sólo un 34% contesta que le ha sido de bastante o mucha utilidad, en el caso de los ejercicios resueltos a mano aumenta hasta un 57%. El contenido de los ejercicios es similar, la diferencia es que los ejercicios a mano se corrigen y entregan al cabo de unas sesiones, mientras que los del Statgraphics la nota se les da al final de curso. Aquí entra en juego un factor muy importante como es la realimentación a los alumnos. Aunque los ejercicios de prácticas con el Statgraphics se hacen en clase, y se van supervisando durante la sesión, les falta la confirmación formal de que lo han hecho bien.

Con relación a la utilidad que tiene para los alumnos asistir a las clases de teoría respecto a las clases de prácticas, observamos nuevamente una discrepancia entre los resultados. Sólo el 31% considera que asistir a las clases de teoría es de bastante o mucha utilidad para prepararse la asignatura, mientras que la asistencia a las clases de prácticas este porcentaje es mayor, concretamente del 44%. En la clase de prácticas, donde los grupos son más reducidos, es donde se pueden aplicar metodologías docentes más participativas, mientras que en la de teoría, principalmente se aplica la clase magistral.

Por último, el 57% de los alumnos afirma que la prueba que más difícil le ha resultado de preparar es la de respuesta abierta, mientras que sólo un 22% afirma que ha sido la de respuesta objetiva. Estos resultados están totalmente correlacionados con el análisis estadístico que hemos realizado en el anterior apartado. Efectivamente, no sólo en el análisis cuantitativo se observa que la prueba de respuesta abierta es más difícil, sino que también se corrobora con la opinión de los propios alumnos.

## Conclusiones

A partir del análisis de los resultados anteriormente expuestos, llegamos a una serie de conclusiones sobre esta fase inicial del estudio.

En el caso de la competencia “*Resolver problemas matemáticos*” se desglosa en una serie de resultados de aprendizaje. Cada una de las pruebas permite en mayor o menor medida la adquisición de ese resultado de aprendizaje. A cada una de las pruebas se le ha asignado un valor en función del grado que consigue, tal como está planteado el sistema en la actualidad (Tabla 4).

Tabla 4. Resultados de aprendizaje vs Pruebas

Resultados de aprendizaje	Prueba RA	Prueba RO	Portafolio
Identificar las componentes y dificultades del problema	Nivel Alto	Nivel Medio	Nivel Medio
Plantear correctamente el problema antes de su resolución	Nivel Alto	Nivel Alto	Nivel Medio
Combinar elementos previamente estudiado para dar solución a un problema o situación nueva.	Nivel Alto	Nivel Medio	Nivel Medio

A la prueba de respuesta abierta se le ha asignado un nivel alto en todos los resultados de aprendizaje, porque es la más completa. En la prueba de respuesta objetiva, se le ha puesto nivel medio en dos de los apartados, porque no tienes que desarrollar la respuesta y muchas veces se exigen respuestas cortas, en las que no es necesario combinar elementos de diferentes temas. Con relación al portafolio, también se le ha asignado nivel medio en todos los apartados porque sólo consiste en la realización de problemas matemáticos, pero a un nivel más básico.

Las conclusiones que se han obtenido a partir del análisis se pueden dividir en tres grupos: relación entre las notas obtenidas con pruebas de respuesta objetiva y de respuesta abierta, adquisición de conocimientos a través del portafolio y adquisición de conocimientos a través de las clases prácticas y teóricas.

- 1) Las notas obtenidas para las pruebas de respuesta objetiva y pruebas de respuesta abierta para un mismo alumno son ligeramente distintas, obteniendo mejores resultados en las pruebas de respuesta objetiva. Las pruebas de respuesta abierta les han resultado más difícil de preparar, puesto que tienen que desarrollar la respuesta. Esto se observa tanto en los resultados obtenidos, como en las propias apreciaciones de los alumnos.
- 2) Aquellos ejercicios del portafolio sobre los que tienen realimentación (*feedback*) son los que consideran que les ayudan más en la adquisición de conocimientos.

- 3) En relación a las clases, consideran que las clases prácticas les ayuda más en la adquisición de conocimientos que las clases teóricas. Las clases prácticas son más participativas y la atención es más personalizada.

Todas estas conclusiones se traducen en una serie de mejoras para el próximo curso:

- 1) La prueba de respuesta objetiva se debería rediseñar para facilitar la consecución de los resultados de aprendizaje previstos y que se alcance un nivel alto en todos los ítems.
- 2) Se debería sacar más partido al portafolio, realizando otro tipo de ejercicios en los que se mejore el nivel de adquisición de los objetivos y aumente la realimentación.
- 3) Deberíamos rediseñar la planificación de la asignatura para que tengamos más flexibilidad, y poder introducir diferentes tipos de metodología docente más participativa en la clase teórica. Esta parte se podría evaluar a partir de una especie de portafolio, con lo que también mejoraríamos la adquisición de las competencias del estudio.

## **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.

## **References**

- [1] Brunner, J.J and Bricall, J.M, Universidad siglo XXI. *Europa y América Latina, regulación y financiamiento*, 2000.
- [2] López Hernández, A. Abelló Planas, L., El desarrollo de competencias docentes en la formación del profesorado. Ministerio de Educación, Secretaría General Técnica, 2007.
- [3] Tardif, J, *L'évaluation des compétences. Documenter le parcours de développement*. Montréal: Chenelière Éducation, 2006.
- [4] 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).
- [5] Yániz, C., and Villardón, L., *Planificar desde competencias para promover el aprendizaje* (Vol. 12). Universidad de Deusto, 2008.
- [6] Jacob, I., *Incorporación de competencias transversales en los estudios de Ingeniería Informática*. Cicle d'Activitats FIB Adaptació a l'Espai Europeu d'Educació Superior. Facultat de Informàtica de Barcelona, 2008.

- [7] Mejía, L.F., Muñoz, L.D., Parra, C.M., Ochoa, J., Restrepo, G., Valencia, A., *Propuesta curricular sobre la formación socio humanística en ingeniería* N°:1, 1-7, 2010.
- [8] UPV, Guía Docente de la asignatura Estadística (12133), Valencia, 2013. Disponible en línea en [http://www.upv.es/pls/oalu/sic\\_asi.ficha\\_Asig?P\\_ASI=12133&P\\_IDIOMA=c&P\\_VISTA=&P\\_CACA=2013](http://www.upv.es/pls/oalu/sic_asi.ficha_Asig?P_ASI=12133&P_IDIOMA=c&P_VISTA=&P_CACA=2013) (accedido 23-abril-2014).
- [9] 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.