



Uso de la e-Rúbrica para la evaluación de competencias en el aprendizaje de Estadística

Elena Vázquez^a, Andrea Conchado^b y Rosa María Alcover^c

^aDto. de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad (DEIOAC), Universitat Politècnica de València (UPV), evazquez@eio.upv.es ^bDto. de Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, UPV, anconpei@eio.upv.es y ^cDto. De Estadística e Investigación Operativa Aplicadas y Calidad, UPV, ralcover@eio.upv.es.

Abstract

The aim of this paper is to design and validate a rubric for formative assessment of «Approach and solving statistical problems» competence in the subject «Statistics» imparted during the first year of the Degree in Computer Engineering. The methodology used for the research is based on the review of the this competence construct, and from such review the proposal of an initial 13-item grid, arranged in three dimensions: approach, implementation and results. Achievement levels for each item were measured using a six-point Likert scale. The rubric was implemented using the collaborative tool 'e-Rúbrica', which allowed to conduct a pilot test. The application of factor analysis techniques on the data obtained showed that the students' scores for the different items can be grouped together as it has been defined in the section, explaining up to 78.7% of the common variance.

Keywords: competences, formative assessment, validation, e-rubric, statistics

Resumen

El objetivo de este trabajo es diseñar y validar una rúbrica para la evaluación formativa de la competencia «Planteamiento y resolución de problemas estadísticos» en la asignatura «Estadística», impartida durante el primer curso del Grado en Ingeniería Informática. La metodología de trabajo se basó en la revisión del constructo de esta competencia y, a partir de dicha revisión, la propuesta de una parrilla inicial de 13 ítems, estructurada en tres dimensiones: planteamiento, ejecución y resultados. Los niveles de desempeño en cada ítem se midieron mediante una escala Likert

de seis puntos. La implementación de la rúbrica se realizó a través de la herramienta colaborativa «e-rúbrica», que permitió la realización de una prueba piloto. La aplicación de técnicas de análisis factorial a los datos obtenidos mostró que las puntuaciones de los alumnos a los distintos ítems pueden agruparse tal y como se ha definido en la rúbrica, explicando el 78.7% de la varianza común. Sin embargo, dos ítems relacionados con el rigor matemático y el orden en la presentación de resultados, mostraron menores comunalidades respecto a la escala de medición de la rúbrica, indicando menores contribuciones a la estructura factorial identificada y por tanto, menor capacidad discriminante respecto al resto de los ítems.

Palabras clave: *competencias, evaluación formativa, validación, e-rúbrica, estadística*

1. Introducción

La creciente demanda de formación sobre habilidades y actitudes en el ámbito laboral junto con los recientes desarrollos de los sistemas de gestión de la calidad en la Educación Superior que emerge del proceso de convergencia al Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) han convertido el estudio por competencias en la piedra angular del diseño curricular de las materias que constituyen las nuevas titulaciones de Grado y Máster y de los sistemas de evaluación interna de la propia universidad (Conchado, 2011; Conchado et al. 2012). Esta recientemente incorporada formación por competencias supone la introducción de un nuevo modelo formativo que se sustenta, en primer lugar, en las teorías cognoscitivas, pues se ocupa de la manera en la que el aprendiz adquiere y aplica los conocimientos y las habilidades, y en segundo lugar en las teorías constructivistas del aprendizaje, al enfatizar la enseñanza centrada en el estudiante, y la relación de nuevos conocimientos con los ya adquiridos (Lasnier, 2000).

Partiendo de este escenario formativo, Fernández (2010) propone que el triángulo básico sobre el que se debería asentar el proceso de evaluación de las competencias debe basarse en la realización de tareas complejas o situaciones problemas, donde el estudiante movilice y combine ciertos recursos adecuadamente para poder responder con autonomía. Estas tareas deben presentarse con un nivel de complejidad escalonada y utilizando instrumentos de evaluación adecuados. Estas situaciones problema se definen análogamente a la metodología de aprendizaje basado en problemas (en adelante ABP) donde se parte de una situación problema, que el profesor presenta a los alumnos, a partir de la cual identifican sus necesidades de aprendizaje y recogen información para complementar sus conocimientos y habilidades previos, para finalmente ser resuelta por los estudiantes y presentada y discutida ante el profesor y el resto de estudiantes (De Miguel, 2005).

Por otro lado, la enseñanza de la estadística supone un reto adicional para los profesores en esta materia, debido no sólo a la complejidad inherente de los principios de esta materia, sino porque debe adaptarse a las necesidades y contextos de cada área de conocimiento donde se aplica. Aunque tradicionalmente, la enseñanza de la estadística se ha basado en la transmisión de conceptos y conocimientos abstractos, frecuentemente poco alejados de la realidad, ya en 1987 Schoenfeld indica que la instrucción matemática debe incorporar estrategias para que el estudiante aprenda a leer, a conceptualizar y a escribir argumentos matemáticos, y plantea el uso del ABP preentándola como una metodología docente apropiada y adecuada a las necesidades formativas de los alumnos en esta materia. Específicamente, Schoenfeld enfatiza en que el estudiante debe reflexionar constantemente acerca de los aspectos relacionados con el problema en cada fase de la resolución: análisis, exploración y verificación de la solución. Dicha concepción de la competencia de resolución de problemas estadísticos propuesta por Schoenfeld se ha tomado como referencia en la delimitación conceptual del constructo a evaluar en este trabajo.

De hecho, se considera que uno de los principales objetivos de la formación en estadística es la adquisición de competencias de resolución de problemas y habilidades de análisis de datos (Moore, 1990). Para ello, es necesario que los profesores de estadística sepan crear entornos de aprendizaje donde los estudiantes se sientan cómodos para explorar distintas estrategias de solución, así como para seleccionar y descartar aquellas que no sean adecuadas. En los casos en que los estudiantes se sienten especialmente motivados a profundizar en determinadas cuestiones, esto es, que no tienen simplemente una solución correcta o incorrecta, y que además les motiva a aplicar y experimentar con distintas técnicas estadísticas, el enfoque de estas clases podrá considerarse constructivista, donde el profesor actúa simplemente como facilitador del aprendizaje del alumno (Mvududu, 2005). Posteriormente, otras investigaciones apuntaron a la necesidad de desarrollar estrategias de aprendizaje alternativas con el fin de mejorar el impacto de la enseñanza de la estadística en los estudiantes (Chance, 1997; Cobb, 1993; Garfield, 1994; Hubbard, 1997). Si bien no parece haber ningún elemento en común a dichas metodologías, lo cierto es que todas ellas incluyen cierto enfoque constructivista, aunque no se haya indicado explícitamente (Mvududu, 2005), como el desarrollo de comunidades de aprendizaje para aprendizaje colaborativo, un mayor enfoque del aprendizaje hacia el estudiante y el empleo combinado de distintos instrumentos de evaluación para cada resultado del aprendizaje. En cualquier caso, muchos profesores que imparten clases en estadística hoy en día, se plantean utilizar métodos de enseñanza – aprendizaje alternativos con el fin de crear estos entornos de aprendizaje constructivistas, que resultan muy distintos a los que se empleaban cuando ellos estudiaban (Garfield y Ben-Zvi, 2007).

Sin embargo, como expone Savin – Baden (2004) la evaluación de la eficacia del ABP es uno de los aspectos más controvertidos de esta metodología, debido a la combinación de resultados de aprendizaje que habitualmente los alumnos adquieren mediante esta herramienta docente. Nendaz y Tekian (1999) ya señalaron anteriormente la imposibilidad

de utilizar los sistemas de evaluación tradicionales para medir los resultados obtenidos mediante esta metodología por falta de alineación curricular entre metodologías docentes e instrumentos evaluativos. Swanson et al. (1998) aportaron una clasificación de los instrumentos de evaluación disponibles entonces para medir el grado de adquisición de competencias de resolución de problemas: desde exámenes tipo test, exámenes de respuesta abierta con mayor o menor grado de estructuración, exámenes orales, estudio de casos y por supuesto resolución de problemas de análisis. No obstante, unos años más tarde Gijbels et al. (2005) señalaron que la elección de uno u otro método podían condicionar el efecto aparente del ABP sobre el aprendizaje de los alumnos, en función del enfoque de evaluación de cada instrumento. Así, se confirmaba el patrón observado en estudios anteriores, según el cual los alumnos que estudiaron con metodologías tradicionales tendían a obtener mejores puntuaciones cuando el instrumento se centraba en la comprensión y relación de conocimientos y conceptos. Por el contrario, los alumnos que estudiaron a través de ABP obtuvieron mejores puntuaciones con aquellos instrumentos orientados a la aplicación de conocimientos en la práctica y razonamiento abstracto.

Desde entonces, se han propuesto muy diversos instrumentos utilizados en la denominada evaluación del desempeño, adecuados para evaluar resultados de aprendizaje complejos. Sin embargo, la rúbrica es el instrumento que mayor versatilidad y su potencialidad didáctica ha mostrado, como un instrumento capaz de contribuir significativamente a la mejora de los proceso de enseñanza - aprendizaje en su conjunto. En este sentido, la rúbrica se define como puntuaciones usadas en la evaluación del desempeño de los estudiantes que describen las características específicas de un producto, proyecto o tarea en varios niveles de rendimiento, con el fin de clarificar lo que se espera del trabajo del alumno, de valorar su ejecución y de facilitar la proporción de feedback (Andrade, 2005; Blanco, 2008). Concretamente, para la metodología del ABP, Villa y Poblete (2011) proponen, a partir de las aportaciones de Poblete (2008) y Mac-Donald, Boud, Francis y Gonczi (2000) la utilización de instrumentos de evaluación basados en informes con la solución de la situación problemática. En este contexto las rúbricas constituyen una ayuda tanto al profesor como al estudiante, favoreciendo hablar un lenguaje común, al traducir un concepto abstracto como es el número a matices de desempeño y comportamiento (Villa y Poblete, 2011).

2. Objetivos

El objetivo de este trabajo es diseñar y validar una e-rúbrica para la evaluación de la competencia «Planteamiento y resolución de problemas estadísticos». Esta rúbrica se propone como un instrumento para la evaluación formativa de competencias en la asignatura «Estadística», impartida durante el primer curso del Grado en Ingeniería Informática (GII) de la Universitat Politècnica de València (UPV). Para ello se utilizará la

herramienta colaborativa para la generación de rúbricas «e-Rúbrica», federada por el grupo de investigación GTEA de la Universidad de Málaga. Asimismo, se analizará cuantitativamente el impacto de su utilización, así como su alcance y limitaciones desde un punto de vista pedagógico. De este modo, se pretende aportar un nuevo instrumento para la evaluación formativa en el ámbito específico de la estadística, que hasta el momento no ha sido desarrollado en investigaciones anteriores.

3. Desarrollo de la innovación

Siguiendo el consejo de Marín-García (2012), el proceso de elaboración y validación de la e-rúbrica se estructura en cuatro fases siguiendo la metodología *Instrument Development and Construct Validation* (IDCV) (Onwuegbuzie et al., 2010) que se estructura en las siguientes fases: justificación del estudio, delimitación conceptual del constructo a evaluar, construcción y evaluación cualitativa de ítems, análisis estadístico de los ítems, estudio de la dimensionalidad del instrumento. Asimismo, se han considerado las directrices propuestas por Mertler (2005) para el diseño y desarrollo de rúbricas, que guardan un alto nivel de paralelismo con la anterior metodología, pues recomienda en primer lugar que se considere el contexto y la concepción general del trabajo o tarea, para describir a continuación los atributos del desempeño óptimo y agruparlos en torno a dimensiones o componentes del trabajo o tarea. Seguidamente es necesario diseñar la escala para valorar el nivel de desempeño en cada categoría-dimensión y completar los descriptores de cada nivel. Por último, se sugiere seleccionar muestras de trabajo que ilustren cada uno de los niveles de desempeño con el fin de someter el instrumento a revisión por parte de alumnos y colegas. Finalmente, se han considerado en la medida de lo posible, las normas para el desarrollo de estudios instrumentales propuestas por Carretero-Dios (2005). Estas fases de la metodología *Instrument Development and Construct Validation* (IDCV) (Fig. 1) se detallan a lo largo de los siguientes epígrafes del trabajo.



Fig. 1 Fases elaboración y validación de la e-rúbrica

2.1. Definición conceptual del constructo

Las competencias son características no observables directamente, por lo que deben cuantificarse a partir de evidencias recogidas empíricamente, por tanto, partiremos de la

hipótesis de que la competencia a evaluar «Planteamiento y resolución de problemas estadísticos» (en adelante PRPE) puede considerarse un constructo.

El objeto de esta fase consiste en llevar a cabo la delimitación conceptual de dicho constructo. Con esa finalidad nos hemos basado en las fases propuestas por Schoenfeld (1987) «Análisis, Exploración y Verificación de la Solución» y por Mario de Miguel (2005), de acuerdo con el método de enseñanza «Aprendizaje Basado en Problemas» (ABP).

La definición conceptual de la competencia «Planteamiento y resolución de problemas estadísticos» que se propone en este trabajo contempla un constructo con una estructura factorial subyacente de tres dimensiones: Planteamiento (PLANT), Ejecución (EJEC) y Resultados (RESUL). El modelo conceptual que hipotetiza el constructo «Planteamiento y resolución de problemas estadísticos» se muestra en la *Fig. 2*.

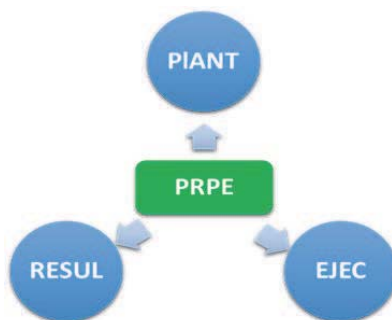


Fig. 2 Modelo factorial del constructo PRPE

2.2. Elaboración de la rúbrica inicial

Una vez delimitada la definición conceptual del constructo, en este apartado se aborda la construcción y evaluación cualitativa de los ítems que formarán parte del instrumento que permitirá recoger las evidencias del proceso de evaluación formativa. Estos ítems se agruparon de acuerdo a las tres dimensiones definidas para el constructo PRPE y constituyen la parrilla inicial de la rúbrica. En primer lugar se ha efectuado una revisión de los niveles competenciales y resultados del aprendizaje definidos en la guía docente de la asignatura, de acuerdo a la Taxonomía de Bloom (1956). Esta revisión se ha centrado en las competencias básicas del título de GII: «Capacidad para la resolución de problemas matemáticos» y «Aptitud para aplicar los conocimientos», específicamente los relativos al área de la estadística y más concretamente en la competencia relacionada con la resolución de problemas de distribuciones de probabilidad, tanto continuas como discretas.

Los ítems de la parrilla inicial, así como la escala y criterios de valoración de éstos se definieron partiendo de entrevistas en profundidad con seis profesores del área de la

Estadística, aportaciones recibidas a través de la plataforma web «e-Rúbrica» (GTEA, 2014), y el documento de definición de las trece dimensiones competenciales de la UPV (Vicerrectorado de Estudios y Convergencia Europea 2012). Esta lista detallada fue revisada y depurada por tres profesores de Estadística de forma cualitativa. En base a los comentarios de los profesores, se redujo de 20 a 14 ítems agrupados en las tres dimensiones competenciales propuestas. Asimismo, se propusieron los siguientes criterios de evaluación, medidos en base a una escala Likert de seis puntos, que se muestran en la *Tabla 1*:

Tabla 1. Criterios de evaluación de la rúbrica

Criterio	Valoración
1 = No Competente	0%
2 = Insuficiente	20%
3 = Mejorable	40%
4 = Competente	60%
5 = Altamente competente	80%
6 = Excelente	100%

En la *Tabla 2* se muestra la parrilla inicial propuesta para la rúbrica obtenida a partir de los resultados del apartado anterior detallando los ítems, su contribución en la calificación de la dimensión asociada (peso en %), la dimensión asociada correspondiente y la contribución de ésta al constructo PRPR (peso en %).

Tabla 2. Parrilla inicial de ítems de la rúbrica

Ítem	Descripción	Peso %	Dimensión	Peso %
1	Identificar las variables aleatorias que aparecen implícita o explícitamente	20%		
2	Generalizar el comportamiento de cada variable aleatoria mediante distribuciones de probabilidad	20%		
3	Identificar los parámetros poblacionales de la distribución de probabilidad	20%	PLANT	33,3%
4	Razonar abstractamente	20%		
5	Formular la combinación lineal de distintas distribuciones de probabilidad	20%		
6	Aplicar la terminología estadística	20%		
7	Calcular los parámetros poblacionales de combinaciones lineales de distribuciones de probabilidad	20%		
8	Demostrar rigor matemático	20%	EJEC	33,3%
9	Razonar abstractamente	20%		
10	Seleccionar estrategias efectivas	20%		
11	Presentar resultados de forma ordenada y organizada	25%	RESUL	33,3%

12	Redactar conclusiones extraídas utilizando terminología estadística	25%
13	Interpretar resultados	25%
14	Evaluar críticamente resultados	25%

Como se desprende de *Tabla 2* cada criterio de evaluación tiene el mismo peso para cada dimensión del constructo PRPE y cada dimensión se valora por igual también.

2.3. Prueba de la e-rúbrica y análisis estadístico de los ítems

2.3.1. Prueba piloto de la parrilla

Con el fin de validar y revisar la parrilla inicial se diseñó y llevó a cabo la prueba piloto que se describe seguidamente. En primer lugar se diseñaron dos actividades de enseñanza – aprendizaje, basadas en la resolución de un problema sobre distribuciones de probabilidad para variables aleatorias continuas y discretas, respectivamente.

La parrilla inicial se implementó utilizando la plataforma colaborativa «e-Rúbrica», a la que se puede acceder para ver la implementación específica de la rúbrica mediante el enlace <https://gteavirtual.org/rubric/?mod=rubric&scr=register&irb=3663> (Fig. 2).

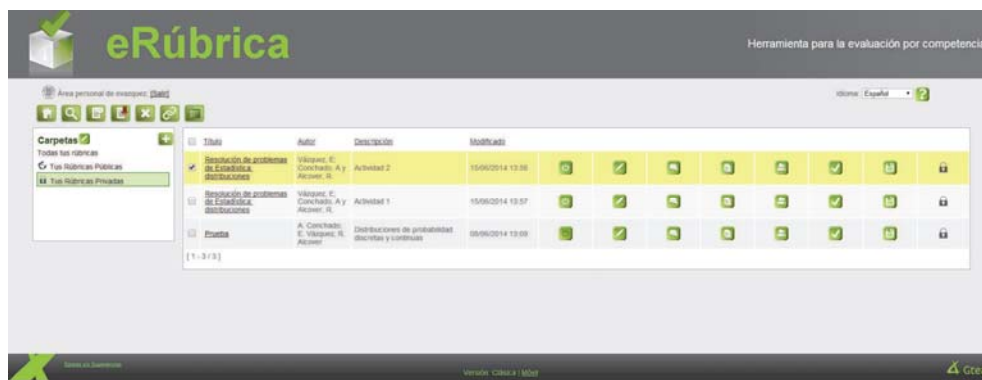


Fig. 2 Acceso a la e-rúbrica

Esta plataforma constituye una herramienta de gran utilidad, pues permite la interoperatividad con distintos entornos y sistemas tecnológicos de las universidades españolas mediante el sistema SIR de RedIris. Para facilitar el acceso y uso de la plataforma a los evaluadores y alumnos evaluados a través de la e-rúbrica se elaboró adicionalmente un pequeño manual de usuario sobre el modo de registrarse, acceder y utilizar dicha plataforma para la evaluación formativa.

Después de dar a conocer con detalle las instrucciones necesarias, se obtuvo una muestra aleatoria compuesta por nueve alumnos, de entre los diferentes grupos de 1er curso del GII en la asignatura de Estadística, incluyendo alumnos matriculados en distintos idiomas y turnos de asistencia. La actividad que debían realizar estos alumnos era el planteamiento, ejecución y redacción de resultados en las dos actividades de enseñanza – aprendizaje propuestas por los profesores. No obstante, el experimento se diseñó completamente al azar tratando de evitar la posible influencia de factores no controlables, tales como las diferencias en el profesorado o el nivel de los alumnos, que pueden introducir sesgos en los resultados. Finalmente, cada uno de los nueve alumnos fueron evaluados on-line de forma anónima por dos profesores diferentes utilizando la parrilla inicial mediante la herramienta «e-Rúbrica» generando de esta forma 36 evaluaciones. En la Fig. 3 se muestra una vista parcial de los resultados tal y como los ven los evaluadores.

The screenshot shows the 'eRúbrica' interface. At the top, there is a green checkmark icon and the text 'eRúbrica Herramienta para la evaluación por competencias'. Below this, there is a user profile section for 'Área personal de evazquez' with a 'Salir' button and a language dropdown set to 'Español'. The main part of the interface is a table with the following columns: 'Nombre', 'Grupo', 'Mi Evaluación', 'Aprueba por mi Evaluación', 'Nº Evaluadores', 'Puntuación media de todos los evaluadores', and 'Aprueba por todos los Evaluadores'. The table contains data for the user 'evazquez' and three students: 'Alumno 1', 'Alumno 2', and 'Alumno 3'.

Nombre	Grupo	Mi Evaluación	Aprueba por mi Evaluación	Nº Evaluadores	Puntuación media de todos los evaluadores	Aprueba por todos los Evaluadores
evazquez		-	-	-	-	-
Alumno 1		35.33%	✘	2	28.00%	✘
Alumno 2		60.67%	✘	2	65.50%	✘
Alumno 3		94.33%	✔	2	91.50%	✔

Fig. 3 Vista parcial de los resultados de la evaluación. Rol evaluador

2.3.2. Análisis estadístico de los ítems

En esta fase, al objeto de validar el instrumento de medición para el constructo PRPE y confirmar si la estructura interna de los ítems analizados se puede asimilar al modelo teórico propuesto, se efectúa el estudio de la dimensionalidad de los ítems. Para ello, se analizaron las calificaciones obtenidas en la prueba piloto mediante técnicas de reducción de la dimensión para identificar posibles solapamientos y redundancias entre ítems, así como agrupaciones consistentes con la literatura previa.

En este sentido, el recurso a técnicas estadísticas de análisis multivariante como Análisis Factorial (AF) se hace indispensable debido al tipo de resultados de aprendizaje complejos que habitualmente se pretenden evaluar mediante rúbricas. Es importante señalar que, aunque el AF no descubre constructos sino que revela su presencia o ausencia, si el fundamento teórico y la elección de las variables que intervienen en el análisis son

adecuados, puede usarse con fines de validación, aunque no tenga la misma potencia probatoria que tiene los modelos causales como las ecuaciones estructurales (Tourón, 1989).

Con el fin de detectar datos anómalos y/o el incumplimiento de alguna de las hipótesis que deben asumir los datos analizados para que los resultados del AF sean válidos, se realizó de forma previa un estudio exploratorio de los datos. Este análisis preliminar confirmó el cumplimiento de las hipótesis estadísticas básicas para la aplicación de técnicas multivariantes. En consecuencia, se aplicaron dichas técnicas de AF utilizando la técnica de Análisis de Componentes Principales (ACP) como método de extracción de los factores o dimensiones subyacentes. La pertinencia de la aplicación de esta técnica a los datos analizados se comprobó mediante el Índice K-M-O de adecuación muestral ($KMO=0,733$) y el test de esfericidad de Bartlett. El Índice K-M-O resultó ser superior a 0,7 y la Prueba de esfericidad de Bartlett fue no significativa ($\chi^2 = 440,2$; $p\text{-valor} < 0,001$) lo que indica una buena adecuación muestral para que el AF pueda conducir a resultados válidos. Por último, con el fin de mejorar la interpretabilidad de los factores extraídos se aplicó el método de rotación Oblimin Directo. Dado que un alumno que es competente en la dimensión de ejecución de un problema es probable que también lo sea en la dimensión del planteamiento, pero no viceversa, consideramos que entre los factores puede haber cierto grado de relación y que, por tanto, no son ortogonales. Es por ello que se ha elgido una técnica de rotación oblicua. Todos los análisis estadísticos se ejecutaron mediante el paquete SPSS (versión 16).

3. Resultados

Los resultados del AF revelaron una estructura factorial subyacente de tres factores o dimensiones, de acuerdo al criterio de Kaiser (autovalores > 1), tal y como se había hipotetizado en el modelo conceptual del constructo PRPE. Estos tres factores son capaces, por sí mismos, de explicar un 78,7% de la varianza común observada en los datos sin pérdida significativa de información. Por tanto, el modelo teórico del constructo PRPE basado en tres dimensiones competenciales se reproduce con bastante claridad (Tabla 3).

Tabla 3. Resultados del análisis factorial

Dimensiones del constructo	Nombre	Ítems de la parrilla
1	Planteamiento	1,2, 3, 4 y 5
2	Ejecución	6, 7, 9 y 10
3	Resultados	11, 12, 13 y 14

Con la excepción de los ítems 8 y 11, todos los demás ítems cargan en la dimensión propuesta por el modelo en mayor grado que en cualquier otra obtenidas (Tabla 4). La

mayor parte de los pesos factoriales son mayores de 0,87, no habiendo ninguno menor de 0,30. Asimismo, para la inmensa mayoría de los ítems, las cargas factoriales de éstos asociados a los factores que no les corresponden según el modelo hipotetizado son todas menores de 0,2. En cuanto a los ítems con menor contribución a la estructura factorial, el ítem 8 (“*Demostrar rigor matemático*”) presenta cargas factoriales inferiores al umbral recomendado de 0,3 por Hair, Anderson, Tatham y Black (2007) así como un valor de comunalidad (0,161) inferior a 0,3. Del mismo modo, el ítem 11 (“*Presentar resultados de forma ordenada y organizada*”) no supera los límites inferiores recomendados en cuanto a comunalidad (0,571) al tiempo que las cargas factoriales alcanzan magnitudes similares en los factores 1 y 2 (Planteamiento y Ejecución). En el resto de los ítems, la contribución de cada uno a su factor asociado, resultó muy alta, con comunalidades cuyos valores están comprendidos entre 0,8 y 0,9 en todos los casos, lo cual permite realcionar claramente cada ítem con una única dimensión o factor asociado.

Tabla 4. Matriz de cargas de los factores rotados

Ítem	Descripción	Factor		
		1	2	3
1	Identificar las variables aleatorias que aparecen implícita o explícitamente	0,97		
2	Generalizar el comportamiento de cada variable aleatoria mediante distribuciones de probabilidad	0,91		
3	Identificar los parámetros poblacionales de la distribución de probabilidad	0,83		
4	Razonar abstractamente	0,69		
5	Formular la combinación lineal de distintas distribuciones de probabilidad	0,88		
6	Aplicar la terminología estadística		-0,89	
7	Calcular los parámetros poblacionales de combinaciones lineales de distribuciones de probabilidad		-0,90	
8	Demostrar rigor matemático			
9	Razonar abstractamente		-0,90	
10	Seleccionar estrategias efectivas		-0,93	
11	Presentar resultados de forma ordenada y organizada		0,46	0,62
12	Redactar conclusiones extraídas utilizando terminología estadística			0,93
13	Interpretar resultados			0,88
14	Evaluar críticamente resultados			0,88

4. Conclusiones

La principal innovación docente del presente trabajo es la aportación de un instrumento de evaluación basado en el esquema de la rúbrica, diseñado específicamente para la evaluación formativa de un modelo conceptual de la competencia «Planteamiento y resolución de problemas estadísticos» para la materia de Estadística en el Grado de Ingeniería Informática

de la Universitat Politècnica de València a partir de tres dimensiones competenciales (Planteamiento, Ejecución y Resultados)

Se ha construido un instrumento inicial para dicha competencia mediante el diseño de una rúbrica elaborada a partir de las aportaciones de expertos en la materia y de investigaciones anteriores y usando una herramienta virtual colaborativa federada (e-Rúbrica). Dicha rúbrica inicial se ha evaluado y validado mediante la realización de una prueba piloto y el análisis estadístico de los resultados obtenidos.

Los resultados del análisis estadístico ponen de manifiesto, con bastante claridad, la consistencia de las dimensiones hipotetizadas y, por tanto, la concordancia con las dimensiones iniciales propuestas del modelo conceptual planteado. Cabe destacar el caso concreto de los ítems relativos al rigor matemático y el orden en la presentación de resultados que, como cabía esperar, han mostrado menor capacidad discriminante entre las dimensiones propuestas. Retomando la concepción de la competencia de resolución de problemas estadísticos propuesta por Schoenfeld (1987), basada fundamentalmente en la incorporación de estrategias para que el estudiante aprenda a leer, a conceptualizar y a escribir argumentos matemáticos, se evidencia que ambas habilidades no parecen ser determinantes para la adquisición de la competencia PRPE. En el desarrollo de la parrilla definitiva de ítems, cabría plantearse si el comportamiento de un alumno competente en resolución de problemas estadísticos debe demostrar necesariamente rigor matemático, considerándolo como un ítem más, o por el contrario, éste aparece ya incluido en el resto de ítems. En cuanto al ítem referente al orden en la presentación de resultados, también habría que plantearse si se mantiene en la parrilla o si su contribución queda parcialmente enmascarada con el resto de los ítems de la dimensión Resultados.

Como principal limitación del estudio, es necesario señalar que el tamaño de la muestra, así como la población concreta de la que ha sido extraída, no permite la extrapolación de las conclusiones de este estudio a otros ámbitos académicos. En cualquier caso, las conclusiones extraídas de estos análisis, permitieron obtener una parrilla depurada y revisada de ítems, que será susceptible de mejora en futuras investigaciones, en base a estudios cualitativos y estimaciones de validez y fiabilidad.

5. Referencias

- ANDRADE, H. (2011). "Teaching with rubrics" en *College Teaching*, 53 (1) 27-30.
- BLANCO, A. (2008). "Las rúbricas un instrumento útil en la evaluación de competencias" en Prieto, L. (Coord.), Blanco, A., Morales, P. y Torre, J.C. La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje: estrategias útiles para el profesorado. Barcelona: Octaedro-ICE de la Universidad de Barcelona.



- BLOOM, B.S. (1956). *Taxonomy of Educational Objectives: The Classification of Educational Goals. Handbook I: Cognitive Domain*. New York: McKay.
- CARRETERO-DIOS, H Y PEREZ, C. (2005). “Normas para el desarrollo y revisión de estudios instrumentales” en *International Journal of Clinical and Health Psychology* 2005, Vol. 5, Nº 3, pp. 521-551.
- CHANCE, B. I. (1997). “Experiences with authentic assessment techniques in an introductory statistics course” en *Journal of Statistics Education*, 5(3).
- COBB, G. W. (1993). “Reconsidering statistics education: a National Science Foundation conference” en *Journal of Statistics Education*, 1(1).
- CONCHADO PEIRÓ, A. (2011). *Modelización multivariante de los Procesos de Enseñanza - Aprendizaje basados en Competencias en Educación Superior*. Tesis Doctoral. Valencia: Universitat Politècnica de València, <<http://riunet.upv.es/handle/10251/12099>> [Consulta: 16 de junio 2014]
- CONCHADO, A., VÁZQUEZ, E. y ALCOVER, R. (2012). “Estudio sobre competencias en la materia de Estadística del Grado en Ingeniería Informática” en *JIDINF'12 V Jornada de Innovación Docente*. Valencia. Disponible en < <http://jidinf12.webs.upv.es/posters>> [Consulta: 2 de mayo de 2014]
- DE MIGUEL, M., ALFARO, I., APODACA, P., ARIAS, J. M., GARCIA, E., LOBATO, C. Y PÉREZ, A. (2005). *Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el Espacio Europeo de Educación Superior*. Madrid: Programa de Estudios y Análisis. Dirección General de Universidades. Ministerio de Educación y Ciencia.
- DE LA SERNA, M. C., FIGUEIRA, M. E. M., ARRUFAT, M. J. G., & RIVAS, M. R. (2011) “La e-rúbrica para la evaluación: una experiencia de colaboración interuniversitaria en materia tic ” Universidad de Málaga en *Uso y buenas prácticas con TIC. 2º Congreso Internacional*. Málaga: Universidad de Málaga.
- FERNÁNDEZ, A. (2010). “La evaluación orientada al aprendizaje en un modelo de formación por competencias en la educación universitaria” en *Revista de Docencia Universitaria*, 8(1): 11-34.
- GARFIELD, J.B. (1994). “Beyond testing and grading: using assessment to improve student learning” en *Journal of Statistics Education*, 2(1).
- GARFIELD, J. AND BEN-ZVI, D. (2007). “How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics” en *International Statistical Review*, 75(3), 372–396.
- GIJBELS, D., DOCHY, F., VAN DEN BOSSCHE, P., AND SEGERS, M. (2005). “Effects of problem-based learning: a meta-analysis from the angle of assessment” en *Rev. Educ. Res.*, 75(1), 27–61.
- GTEA. *eRúbrica. Herramienta para la evaluación por competencias*. <<https://gteavirtual.org/rubric/>> [Consulta: 9 de junio de 2014]
- HAIR, J. F., TATHAM, R. L., ANDERSON, R. E., & BLACK, W. (2006). *Multivariate data analysis (Vol. 6)*. Upper Saddle River, NJ: Pearson Prentice Hall.

HUBBARD, R. (1997). "Assessment and the process of learning statistics" en *Journal of Statistics Education*, 5(1).

LASNIER, F. (2000). *Réussir la formation par compétences*. Montréal : Guérin.

MARÍN-GARCÍA, J. A., WATTS, F. FERNÁNDEZ MARCH, A., AZNAR-MAS, L. E., PÉREZ PEÑALVER, M. J., MONTERO-FLETA, B., GARCÍA-CARBONELL, A., GONZÁLEZ-LADRÓN-DE-GUEVARA, F., ANDREU-ANDRÉS, M. A., SANZ-BERZOSA, I. y OROZCO-MESANA, J. (2012) "Validación de una rúbrica para la evaluación de la competencia de innovación en alumnos universitarios" Instituto de Ciencias de la Educación (ICE) en *Jornadas de Innovación Educativa en la UPV*. Valencia: Universitat Politècnica de València. ISBN 978-84-8363-926-9.

VICERRECTORADO DE ESTUDIOS Y CONVERGENCIA EUROPEA. (2012). *Dimensiones Competenciales. Diseño de Titulaciones. Documento Marco UPV*. Valencia: < www.upv.es/entidades/VECE/infoweb/vece/info/ > [Consulta: 1 de mayo de 2014].

MCDONALD, R.; BOUD, D.; FRANCIS, J. y GONZCI, A. (2000). "Nuevas perspectivas sobre la evaluación" en *Boletín Cinterfor*, 149, mayo-agosto, 41-72.

MVUDUDU, N. (2005). "Constructivism in the Statistics Classroom: From Theory to Practice" en *Teaching Statistics*, 27: 49-54

NENDAZ, M. R. AND TEKIAN, A. (1999). "Assessment in problembased learning medical schools: a literature review" en *Teaching Learn. Med.*, 11(4), 232-243.

ONWUEGBUZIE, A. J., BUSTAMANTE, R. M., & NELSON, J. A. (2010). "Mixed research as a tool for developing quantitative instruments" en *Journal of Mixed Methods Research*, Vol. 4, N° 1, pp 56-78.

POBLETE, M. (2008). "El aprendizaje basado en competencias: claves docentes" en IV Congreso internacional: La renovación de metodologías docentes centradas en el nuevo proceso de aprendizaje del alumno. Valladolid. Universidad Europea Miguel de Cervantes.

Portal oficial de la Comunidad de prácticas para la evaluación con eRúbricas "CoRubric". <<http://erubrica.uma.es/INDEX.PHP/>> [Consulta: 16 de junio de 2014]

SAVIN-BADEN, M. (2004). "Understanding the impact of assessment on students in problem-based learning" en *Innov. Educ. Teaching Int.*, 41(2), 223-233.

SCHOENFELD, A. H. (1987). "What's all the fuss about metacognition?" en *Cognitive science and mathematics education*. Ed. A. H. Schoenfeld. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates. (pp. 189-215).

SWANSON, D. B., CASE, S. M., AND VAN DER VLEUTEN, C. P. M. (1998). *Strategies for student assessment*. In *The Challenge of Problem-Based Learning*, 2nd ed., edited by D. Boud and G. Feletti, pp. 269-282. London: Kogan Page.

VILLA, A. Y POBLETE, M. (2011). "Evaluación de competencias genéricas: principios, oportunidades y limitaciones" en *Revista de Pedagogía*, 63(1):147-170.



Vázquez, E., Conchado, A. y Alcover, R.

TOURÓN, J. (1989). “La validación de constructo: su aplicación al CEED (Cuestionario para la evaluación de la eficacia docente)” en *Bordón*, Vol. 4, Nº 41, pp 735-756.