

En **DOCENCIA EN ESTADÍSTICA. EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN**, profesores del área de Estadística de más de 10 universidades diferentes presentan algunas de las experiencias docentes que han venido implementando, en el difícil contexto socioeconómico y universitario actual, en sus clases de Estadística de titulaciones tan variadas como Biología, Economía, Ingeniería, Matemáticas o Psicología.

La rica variedad de enfoques docentes propuestos permitirá al lector descubrir nuevas vías para hacer partícipes a los alumnos de las ideas, contenidos y procedimientos propios de la disciplina, cuyas dificultades de transmisión no son exclusivas de un área o titulación, sino que son un problema transversal que todos los docentes de Estadística y materias afines compartimos.

Por ello, y con la idea de que aunque sólo pudieras extraer de este volumen una idea que implantar en el aula ya valdría la pena, en este libro se recopilan algunas de las experiencias de innovación docente más interesantes que se han venido desarrollando durante los últimos años en las aulas de Estadística de la universidad española.

DOCENCIA EN ESTADÍSTICA. EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN



## DOCENCIA EN ESTADÍSTICA. EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN

JOSE M. PAVÍA • ROSARIO MARTÍNEZ • FRANCISCO G. MORILLAS • BELÉN GARCÍA (eds.)



# DOCENCIA EN ESTADÍSTICA, EXPERIENCIAS DE INNOVACIÓN

Jose M. Pavía, Rosario Martínez, G. Morillas y Belén García (Eds.)



## Prólogo

El pasado mes de julio de 2012 (días 16 y 17) se celebraron en Valencia las “III Jornadas de Intercambio de Experiencias de Innovación Educativa en Estadística”. Las jornadas contaron con el patrocinio del *Unitat d’Innovació Educativa de la Universitat de València* y la colaboración de la *Facultat d’Economia* de la misma universidad. Al igual que en ocasiones anteriores las jornadas sirvieron de punto de encuentro para intercambiar ideas y experiencias entre los docentes del área de Estadística y en ellas los asistentes también pudieron analizar, en el difícil contexto socioeconómico y universitario actual, la situación de la implantación de los nuevos grados en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior.

A la luz de los debates que suscitaron las distintas ponencias, la rica variedad de enfoques docentes y la asistencia que registraron todas las sesiones, un encuentro de estas características no sólo es necesario, sino que debe crecer y buscar nuevos horizontes que permitan hacerlo accesible a un abanico de docentes más variado territorial y funcionalmente. Esto, sin duda, parece garantizado gracias al interés y disponibilidad que mostraron varios de los asistentes a alojar en sus universidades las jornadas en años sucesivos.

Debido a la gran utilidad que para nuestra práctica docente representan muchas de las ideas y experiencias que se mostraron en las jornadas por parte de los ponentes y al enorme interés que suscitaron muchas de las presentaciones, sería imperdonable por nuestra parte que no tratáramos de recopilar como organizadores la mayor parte del conocimiento que se compartió durante esos días. Sin duda, muchos de nosotros descubrimos de nuestros compañeros nuevas vías para hacer partícipes a los alumnos de las ideas, los contenidos y los procedimientos propios de nuestra disciplina, cuyas dificultades de transmisión no son exclusivas de un área o titulación, sino que, como quedó patente, es un problema transversal que todos nosotros compartimos. Por ello, y con la idea de que aunque sólo pudieras extraer de este volumen una idea que implantar en el aula ya valdría la pena, hemos recopilado en este volumen algunas de las ponencias más interesantes que se presentaron en las jornadas.

Algún lector de entre los que acudieron a las jornadas podrá echar en falta los artículos de algunas de las ponencias presentadas y notará, así mismo, que han sido incluidos un par de artículos de ponencias que no fueron presentadas en las jornadas. Para el conocimiento del lector interesado hemos de comentar que aunque unos pocos autores declinaron nuestra invitación a publicar su comunicación, la mayor parte de las comunicaciones presentadas que no podrán ser encontradas en este volumen (al menos seis) no lo están porque han sido



© Los autores: Jose M. Pavía, Rosario Martínez,  
Francisco G. Morillas y Belén García (Eds.)

1ª edición: febrero, 2013

ISBN: 978 - 84 - 9858 - 872 – 9

D.L.: V 409 – 2013

Edita: ADD Editorial

Imprime: Alfa Delta Digital

Reservados todos los derechos.

No se permite reproducir, almacenar en sistemas de reproducción de información ni transmitir alguna parte de esta publicación, cualquiera que sea el medio empleado – electrónico, mecánico, fotocopia, grabación, etc.- sin el permiso previo de los titulares de los derechos de propiedad intelectual.

publicadas (o están aceptadas para su publicación) en otro medio. En particular, podrán ser encontradas en revistas como *Epsilon*, *Innovar Journal* o *RevMetCuant*. Por otra parte, hemos decidido incluir dos artículos que consideramos podrán ser de utilidad para el lector aunque no pudieron ser presentados durante las jornadas debido a problemas de agenda de los autores.

Para facilitar la lectura del libro, se han organizado los capítulos en bloques. En primer lugar se agrupan los artículos que en algún sentido tratan cuestiones de reflexión y análisis que tienen que ver con la innovación docente. En este sentido, “*Valoración de los conocimientos previos en Estadística de los alumnos del Grado en Economía y su incidencia en los resultados académicos (curso 2011/12)*”, ofrece una reflexión sobre la “materia prima” con la que debe lidiar un docente en Estadística en relación a los conocimientos previos de la disciplina con la que acceden los estudiantes de primer curso de grado. El capítulo siguiente “*El perfil del estudiante de primero del Grado en turismo y su valoración sobre asignaturas de Estadística: Un análisis comparativo entre la Universidad de Málaga y la de Valencia*”, ofrece además, una evaluación de los estudiantes del Grado de Turismo en dos universidades españolas. A continuación “*La asignatura de Estadística en el nuevo Grado de Ingeniería Telemática*” aporta una reflexión sobre el cambio curricular y metodológico que ha supuesto para la materia la adaptación al Grado. Para cerrar el bloque, se ha incluido un capítulo con un muy interesante contenido metodológico “*Uso de curvas ROC en predicción del éxito académico en estudiantes de Estadística*” que tiene como objetivo valorar y comparar el valor predictivo de diferentes variables en el rendimiento de 180 estudiantes de Estadística del Grado de Psicología.

El segundo bloque abarca los capítulos referentes a recursos de evaluación para la docencia en Estadística. En este grupo se encuentran varias propuestas para el aprovechamiento de las TIC. En concreto, “*Seguimiento y evaluación “online” de trabajos de prácticas en asignaturas de Estadística*”, “*Automatización en la realización y evaluación de actividades docentes en disciplinas de perfil cuantitativo en entornos masivos: El caso de Estadística Económica y Empresarial II*”, “*Evaluación continua de adquisición de conocimientos en ECONOMETRIA. Un caso a estudio*” y “*Material docente, nuevas tecnologías y sistema de información continuo para la evaluación de las competencias adquiridas por el alumno en las asignaturas de Estadística de los grados dentro de las Ciencias Experimentales*”, además de aportar interesantes reflexiones relativas a la cuestión de la evaluación, abordan algunas soluciones para hacer frente a los retos y dificultades que plantea la masificación de los grupos y su efecto sobre la cantidad y calidad de actividades docentes.

El tercer bloque de capítulos reúne aquellas aportaciones que desarrollan metodologías docentes innovadoras a través de herramientas y métodos para la docencia en Estadística. En

este grupo se encuentran los artículos “*Innovación educativa en el laboratorio: una mejora en el rendimiento académico*”, “*Una propuesta alternativa para el aprendizaje del cálculo de probabilidades en el Grado de Ingeniería Mecánica*”, “*Matheamtica 8 como recurso docente en Estadística Empresarial*”, “*rkTeaching: un paquete de R para la enseñanza de Estadística*” y “*La teoría de juegos como herramienta para obtener datos empíricos sobre el comportamiento de los agentes económicos: una aplicación para la enseñanza en estadística*”, donde el lector encontrará herramientas concretas y metodologías activas de cooperación para motivar la implicación de los estudiantes en su aprendizaje.

El último bloque hace referencia a la incorporación de las TIC a la docencia en Estadística, aportando herramientas para la difusión de contenidos. En concreto “*Blog de Estadística por y para los alumnos*” muestra la labor admirable de un grupo de estudiantes de Psicología para aportar contenidos útiles en la docencia Estadística para sus compañeros. “*Aplicaciones web en docencia Estadística y análisis genómicos*” ofrece una interesante herramienta sobre las incipientes técnicas de investigación en biomedicina y finalmente el capítulo “*Tutorials dinàmics per a la docència en assignatures d'estadística: l'aprofitament de les TIC davant de la transformació del paradigma docent en el context de l'EEES*”, que cierra el libro, presenta la metodología y la aplicación de una herramienta TIC para la enseñanza en Estadística.

Esperamos que gracias a la publicación de este libro los temas tratados durante las jornadas estén disponibles para todos aquellos que no pudieron acudir a la cita, y que más docentes e investigadores puedan unirse al debate. Confiamos, asimismo, que el libro sea también de utilidad para los que participasteis en la reunión, evitando que tengáis que confiar a la memoria las valiosas ideas y sugerencias que los distintos ponentes ofrecisteis.

Para finalizar quería agradecer, en nombre del Comité Organizador, la enorme colaboración prestada por los miembros del Comité Científico (Manuela Alcañiz Zanón, M. Dolores Benítez Márquez, José Salvador Cánovas, David V. Conesa Guillén, Eugenio M. Fedriani Martel, Alfredo García Hernández-Díaz, Beatriz Larraz Iribas, Pedro Marín Rubio, Antonio Miguel Márquez, M. Amparo Oliver Germes, Javier Toledo Melero y José Valero Cuadra) y muy especialmente reconocer la ayuda y dedicación de autores y ponentes, ya que sin todos ellos no hubiera sido posible llevar a buen puerto esta aventura. Personalmente, además, quiero extender el agradecimiento a mis compañeros del Comité Organizador. Belén, Fran y Rosario; sabéis que esto habría sido absolutamente imposible sin vuestra dedicación desinteresada.

José Manuel Pavía  
Valencia 30 de octubre de 2012.

## ÍNDICE DE CONTENIDOS

<i>Prólogo</i>	<i>iii</i>
<b>ÍNDICE DE CONTENIDOS</b>	<b>7</b>
<b>REFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN DOCENTE EN ASIGNATURAS DE ESTADÍSTICA EN EL CONTEXTO DEL EEES</b>	<b>9</b>
<i>Valoración de los conocimientos previos en Estadística de los alumnos del Grado en Economía y su incidencia en los resultados académicos (curso 2011/12)</i>	<i>11</i>
<i>El perfil del estudiante de primero del Grado en Turismo y su valoración sobre la asignatura de Estadística: Un análisis comparativo entre la Universidad de Málaga y la de Valencia</i>	<i>29</i>
<i>La asignatura de Estadística en el nuevo Grado de Ingeniería Telemática</i>	<i>47</i>
<i>Uso de curvas ROC en predicción del éxito académico en estudiantes de Estadística</i>	<i>59</i>
<b>RECURSOS INNOVADORES PARA LA EVALUACIÓN DE COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS DE ESTADÍSTICA</b>	<b>77</b>
<i>Seguimiento y evaluación “online” de trabajos de prácticas en asignaturas de Estadística</i>	<i>79</i>
<i>Automatización en la realización y evaluación de actividades docentes en disciplinas de perfil cuantitativo en entornos masivos: El caso de Estadística Económica y Empresarial II</i>	<i>87</i>
<i>Evaluación continua de adquisición de conocimientos en ECONOMETRÍA. Un caso a estudio(*)</i>	<i>97</i>
<i>Material docente, nuevas tecnologías y sistema de información continuo para la evaluación de las competencias adquiridas por el alumno en las</i>	

<i>asignaturas de Estadística de los grados dentro de las Ciencias Experimentales</i>	117
<b>METODOLOGÍAS DOCENTES INNOVADORAS. HERRAMIENTAS Y MÉTODOS PARA PARA LA DOCENCIA ESTADÍSTICA</b>	129
<i>Innovación educativa en el laboratorio: Una mejora en el rendimiento académico</i>	131
<i>Una propuesta alternativa para el aprendizaje del cálculo de probabilidades en el Grado de Ingeniería Mecánica</i>	141
<i>Mathematica 8 como recurso docente en Estadística Empresarial</i>	153
<i>rkTeaching: un paquete de R para la enseñanza de Estadística</i>	167
<i>La teoría de juegos como herramienta para obtener datos empíricos sobre el comportamiento de los agentes económicos: una aplicación para la enseñanza en Estadística.</i>	181
<b>RECURSOS PARA LA INNOVACIÓN DOCENTE: NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA DOCENCIA EN ESTADÍSTICA</b>	191
<i>Blog de Estadística por y para los alumnos</i>	193
<i>Aplicaciones web en docencia Estadística y análisis de datos genómicos</i>	201
<i>Tutorials dinàmics per a la docència en assignatures d'estadística: l'aprofitament de les TIC davant de la transformació del paradigma docent en el context de l'EEES</i>	211
<b>LISTADO DE AUTORES/AS</b>	227

## REFLEXIONES Y ANÁLISIS DE LA SITUACIÓN SOBRE LA INNOVACIÓN DOCENTE EN ASIGNATURAS DE ESTADÍSTICA EN EL CONTEXTO DEL EEES

# **Valoración de los conocimientos previos en Estadística de los alumnos del Grado en Economía y su incidencia en los resultados académicos (curso 2011/12)**

**Ernesto Jesús Veres Ferrer <sup>(1)</sup>**

*(1) Departamento de Economía Aplicada  
Universidad de Valencia  
Av de los Naranjos s/n. (46022) VALENCIA  
e-mail: Ernesto.Veres@uv.es*

## **RESUMEN**

Este trabajo evalúa el nivel de conocimientos específicos en estadística que tienen los alumnos matriculados en Estadística I del Grado en ECONOMÍA, en la Universidad de Valencia y en el curso 2011/12. La evaluación tiene sentido en cuanto que dicho alumnado ya ha recibido formación en muchos de los contenidos que se desarrollan en el Programa de esta asignatura del primer curso del Grado, bien en la Enseñanza Secundaria y el Bachillerato, bien en el mismo Grado en el caso de alumnos matriculados por segunda vez.

Para conocer ese nivel de conocimientos estadísticos previos se diseñó una prueba para su medición. Consistía en pasar a 88 alumnos y el primer día de clase, dos test de autoevaluación, exactamente iguales a los existentes en dos libros de texto de 3º y 4º de ESO, con preguntas correspondientes al primer tema del programa de Estadística I. Por tanto, todos los alumnos debían contestarlas correctamente, dado su carácter de elementales.

Finalmente, el trabajo valora hasta qué punto los conocimientos previos afectan a los resultados académicos obtenidos por el alumnado. En todo el trabajo los resultados se discriminan según si el alumno ha estado o no matriculado previamente en la asignatura. La conclusión es clara: el nivel de conocimientos con el que se enfrentan a la asignatura es manifiestamente bajo y, además, no hay diferencia entre ambos tipos de alumnado.

## **INTRODUCCIÓN**

Los Decretos del Consell 112/2007, de 20 de julio (DOGV 24.07.2007), y 102/2008, de 11 de julio (DOGV 15.07.2008), establecen, respectivamente, los currículos de la Educación

Secundaria Obligatoria y del Bachillerato en la Comunidad Valenciana. Se deduce de ellos que los contenidos impartidos en ESO y Bachillerato cubren prácticamente la totalidad de los contenidos de la Estadística I del Grado en ECONOMIA. E, incluso, se adentran en muchos de los conceptos inferenciales desarrollados en la asignatura de Estadística II<sup>1</sup>.

En cualquier caso –salvo excepciones, como el caso del acceso de los mayores de 25 años– todos los alumnos que acceden a la Universidad han superado la enseñanza secundaria obligatoria, por lo que debieran conocer perfectamente los contenidos de la Estadística Descriptiva unidimensional y los básicos del Cálculo de Probabilidades. Si, además, la vía lógica de acceso a ADE es a través del Bachillerato en su modalidad de Humanidades y Ciencias Sociales, sus conocimientos se adentran en la Estadística Descriptiva bidimensional y en estimación y contraste de hipótesis estadísticas, con una apreciable profundización tal como se desprende de los criterios de evaluación que acompañan a los contenidos y que están relacionados en los Decretos del Consell.

En Veres (2011) se realiza un tratamiento similar al aquí recogido, aplicado al curso pasado y a los alumnos matriculados en el Grado de Administración y Dirección de Empresas (ADE). Dada la coincidencia de temarios entre ECONOMIA y ADE, son aquí de plena aplicación los comentarios realizados sobre la progresividad del proceso de adquisición de conocimientos estadístico-descriptivos en ESO y en Bachillerato. Y también sobre el peso de la Estadística en el conjunto del temario impartido en Secundaria: el 13,9% de los temas de Matemáticas impartidos en ESO son de Estadística, y el 28,3% en Bachillerato.

Podemos, pues, preguntarnos hasta qué punto tienen sentido los programas de las dos asignaturas troncales de estadística impartidas en ECONOMIA, clasificadas como formación básica, y si no sería más rentable reorientarlos a otros contenidos y/o profundizaciones distintas. La respuesta debe tomarse en función de los conocimientos efectivamente adquiridos por el alumnado. Y, en este sentido, la experiencia de este ensayo es muy reveladora.

En efecto, el profesorado universitario se reafirma año a año en el nivel cada vez más bajo del alumnado que accede a los estudios superiores. Y este problema es, en nuestro caso,

---

<sup>1</sup> Estos contenidos pueden consultarse en:

<http://www.uv.es/fatwirepub/Satellite/universitat/es/asignaturas-1285848977179.html?idA=36107&idT=1316>

<http://www.uv.es/fatwirepub/Satellite/universitat/es/asignaturas-1285848977179.html?idA=36163&idT=1316>

doblemente problemático: por el bajo nivel matemático en general, y por el bajo nivel de conocimientos estadísticos, en particular.

También la experiencia del profesorado indica que, en gran medida, el fracaso en superar la primera de las asignaturas de estadística del Grado, para un porcentaje sensible de alumnado, viene motivada por el abandono desde los primeros momentos del curso, y decidido por el mismo alumno, a enfrentarse a ella en las dos convocatorias de examen previstas. Lo que determina, en definitiva, que aunque matriculado en ella, el alumno que no supera una primera convocatoria no ha adquirido conocimientos añadidos a los que ya poseía desde las enseñanzas medias.

Este trabajo tiene como objetivo presentar los resultados de una sencilla evaluación del nivel de conocimientos estadísticos de los alumnos matriculados en Estadística I, en el grado en ECONOMIA y en el curso 2011/12. Dado el resultado se confirma, por una parte, la plena validez del programa de esa asignatura, dado el bajísimo nivel de conocimientos estadísticos con el que acceden los alumnos; la igualdad de conocimientos entre los alumnos matriculados por primera y segunda vez, lo que da a entender el pronto abandono de la asignatura por parte de los alumnos que no perseveran en ella; y, finalmente, que el bajo nivel con el que acceden los alumnos de ECONOMIA es, incluso, inferior al de los alumnos del Grado en ADE (Veres, 2011), por lo que este bajo nivel parece ser general, al menos en el área de las Ciencias Sociales.

## **RESUMEN DE LOS CONTENIDOS DE ESTADÍSTICA EN LOS PROGRAMAS DE ESO, BACHILLERATO Y GRADO DE ECONOMÍA**

Los contenidos de estadística en la programación de la Enseñanza Secundaria, Bachillerato y Grado de Economía no son, con mucho, conjuntos disjuntos. Además, para las Enseñanzas Medias, tampoco lo son las programaciones cuando se comparan para cursos distintos. Un resumen de esta programación se aprecia en la Tabla 1.

La Estadística Descriptiva univariante se contempla a lo largo de toda la Enseñanza Secundaria Obligatoria y en el primer curso de Bachillerato. La Descriptiva bivariante sólo se recoge en este último. La probabilidad y su axiomática aparecen tanto en ESO como en el primer curso de Bachillerato, y en las Matemáticas dirigidas a las Ciencias Sociales de segundo curso. También en los dos cursos de Bachillerato se estudian los modelos de probabilidad binomial y normal. Y la inferencia estadística se contempla en el segundo curso de Bachillerato para aquellos alumnos que se dirigen a las Ciencias Sociales.

**Tabla 1.** Comparación de los contenidos en estadística de las Matemáticas de ESO y Bachillerato y las asignaturas troncales de Estadística del Grado de Economía.

Contenido	Curso ESO	Curso Bach	Grado ECO
Recuento de datos: tablas de frecuencias de datos sin agrupar	1º, 2º, 3º, 4º	1º Bach	Estadística I
Recogida de datos por muestreo	2º, 4º	1º Bach	Estadística I y II
Gráficos estadísticos	1º, 2º, 3º, 4º	1º Bach	Estadística I
Variable con datos agrupados en intervalos	3º, 4º	1º Bach	Estadística I
Promedios y medidas de posición	2º, 3º, 4º	1º Bach	Estadística I
Medidas de dispersión	3º, 4º	1º Bach	Estadística I
Variable estadística bidimensional: regresión	-	1º Bach	Estadística I
Combinatoria y Probabilidad	1º, 3º, 4º	1º Bach, 2º Bach CCSS	Estadística I
Modelos Binomial y Normal	-	1º Bach, 2º Bach CCSS	Estadística I
Distribuciones en el muestreo	-	2º Bach CCSS	Estadística II
Inferencia: estimación puntual y por intervalos. Intervalos para la media y diferencia de medias.	-	2º Bach CCSS	Estadística II
Inferencia: teoría de la contrastación de hipótesis estadísticas. Contrastes para la media y diferencia de medias.	-	2º Bach CCSS	Estadística II

Fuente: Elaboración propia a partir de los Decretos del Consell 112/2007 y 02/2008 y Secretaría de la Facultad de Economía de la Universidad de Valencia.

Respecto a la profundización de los contenidos explicados en ESO y Bachillerato, los respectivos Decretos del Consell acompañan aquéllos con los criterios para su evaluación. Es apreciable la profundización en los contenidos, que no se ciñen a generalidades y definiciones teóricas sin concreción práctica. Por ejemplo, en la normativa correspondiente a 2º de Bachillerato para las Ciencias Sociales pueden leerse los dos criterios de evaluación siguientes:

- Criterio 6º. Asignar probabilidades a sucesos aleatorios simples y compuestos, dependientes e independientes, relacionadas con fenómenos sociales o naturales e interpretarlas; utilizar técnicas de conteo directo, diagramas de árbol, cálculos simples o tablas de contingencia. Se pretende comprobar la capacidad de realizar estudios

probabilísticos en situaciones sujetas a incertidumbre, utilizando en cada caso las técnicas adecuadas.

- Criterio 7º. Planificar y realizar estudios concretos de una población, a partir de una muestra bien seleccionada, asignar un nivel de significación, para inferir sobre la media poblacional y estimar el error cometido. Se pretende verificar la comprensión del proceso estadístico en su conjunto y la capacidad de obtener información acerca de una población interpretando los datos obtenidos mediante muestreos simples.

Observando la Tabla 1 y el programa de Estadística I del Grado en ECONOMIA, toda la Estadística Descriptiva de ésta asignatura ya ha sido impartida en los distintos cursos de las Enseñanzas Medias, con las únicas excepciones de los Números Índices y de la introducción a las Series Temporales que se estudian en el Grado.

## DISEÑO DE LA PRUEBA DE EVALUACION

Para conocer el nivel de conocimientos estadísticos de los alumnos matriculados en el primer curso del Grado en ECONOMIA, se diseñó una prueba para su medición. Esta consistía en pasarles el primer día de clase dos test de autoevaluación, exactamente iguales a los existentes en dos libros de texto de 3º y 4º de ESO<sup>2</sup>—en este caso, común a las dos opciones A y B-, y que contenían preguntas correspondientes al primer tema del programa de Estadística I. Por tanto, todos los alumnos debían contestarlas correctamente, dado su carácter de elementales.

Cada test constaba de 10 preguntas con cuatro respuestas posibles, de las que sólo una era correcta. La última alternativa era común a todas las preguntas: "Nada de lo anterior". La puntuación obtenida se calculó a partir de la siguiente expresión utilizada con generalidad para este tipo de pruebas:

$$Puntuación = Aciertos - \frac{Errores}{Posibles respuestas - 1}$$

Los test se realizaron sobre 88 alumnos que asistieron al primer día de clase, pertenecientes a dos grupos cuya docencia se impartía uno en horario de mañana y otro en horario de tarde, y en los que había en conjunto 119 matriculados (76 y 43 alumnos, respectivamente).

<sup>2</sup> Línea de manuales de Matemáticas de la Editorial ECIR, autores Esteve, R. et al, y Deusá, M. et al, ediciones de 2007, 2008 y 2009.

El primero de los grupos –el de la mañana- era el primero, en orden alfabético, de los cuatro grupos abiertos en la titulación. El otro grupo –el de la tarde- fue un grupo abierto para dar cabida a la mayor demanda de matrícula derivada de los suspensos o de los no presentados en la asignatura en el curso anterior. Dados los criterios con los que se realiza la matriculación, podemos considerarlos como una muestra aleatoria de alumnos de primer curso en el grado de ECONOMIA<sup>3</sup>. La tabla 2 recoge la estructura de la matrícula de ambos grupos, distinguiendo el número de repetidores, y también la estructura de las respuestas al test.

**Tabla 2.** Estructura de la matrícula y de las respuestas al test

Grupo	Matrícula		Respuestas	
	Repetidores	No repetidores	Repetidores	No repetidores
GJ	14	62	6	48
R	37	6	33	1
<b>Total</b>	<b>51</b>	<b>68</b>	<b>39</b>	<b>49</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Secretaría Virtual de la Universidad de Valencia.

El total de matriculados en la asignatura en el curso 2011/12 en los cuatro grupos de primer curso del grado de ECO era de 262 alumnos<sup>4</sup>, por lo que, considerando el conjunto de alumnos evaluados en los tests, el porcentaje máximo de error para los porcentajes resultados de la valoración de los mismos es del 8,6%, para una significación del 95,5%.

Las características fundamentales de los alumnos matriculados en esos dos grupos GJ y R se aprecia en la siguiente Tabla 3:

**Tabla 3.** Características de los alumnos evaluados.

Característica	%	Característica	%	Característica	%
		<b>Sexo</b>		Otros	11,7
Hombre	56,6			Licenciado o Ingeniero	16,7
Mujer	43,4			<b>Ocupación</b>	
		<b>Edad (en años)</b>		No trabaja	90,0
		18	32,5	Trabaja < 15 h	6,7
		19	34,2	Trabaja > 15 h	3,3
		20	11,7	<b>Otra titulación superior</b>	
		21	9,2	No	95,0
		22	5,0	Si	5,0
		23	1,6	<b>Lugar de nacimiento</b>	
		24 y más	5,8	Valencia ciudad	23,3
				Valencia provincia	53,3
				Resto	
		<b>Forma de inicio</b>		Comunidad Valenciana	5,0
PAU	83,3			Resto de España	14,2
FP	5,0			Otro país	4,2

Fuente: Elaboración propia a partir de la información de la Secretaría Virtual de la Universidad de Valencia.

## RESULTADOS

En conjunto, sólo 3 alumnos (menos del 4%) alcanzaron o superaron la puntuación de 5. Si no se hubieran penalizado los errores ese porcentaje habría aumentado hasta el 12,5%. En cualquiera de los dos casos, las puntuaciones de los que superaron el test están más cercanas al límite inferior, no habiendo destacado ninguno de los alumnos con una puntuación excelente. Un solo alumno habría alcanzado un notable mínimo, con 15 aciertos y 3 errores. La Tabla 4 recoge estos resultados: en trama oscura se señalan los que superan la prueba considerando los errores; y en trama clara los que la superan sin tenerlos en cuenta.

<sup>3</sup> Esta afirmación podría ser discutible, en cuanto que el proceso de matriculación se realiza según la nota de obtenida en las pruebas de acceso a la universidad. Dado que los grupos de mañana –como es el caso de uno de los aquí considerados- suelen ser los preferidos, podría ser que los 54 alumnos que han respondido el test de valoración en el grupo de la mañana hayan tenido notas de acceso superiores a la media. Por el contrario, en el caso del grupo de tarde, dirigido más hacia los alumnos repetidores, podría haber una posible adquisición de conocimientos derivados del estudio de la asignatura el curso anterior, aunque no fuera superada. Distinguiremos estas circunstancias en el análisis de los resultados.

<sup>4</sup> No incluye los matriculados en el grupo de docencia Internacional, pues su composición no es necesariamente homogénea respecto a la del alumnado del grado en ECONOMIA. De los 262 alumnos matriculados, 197 (el 75,2%) lo fueron en primera matrícula. Fuente: Secretaría de la Facultad de Economía.

**Tabla 4.** Número de alumnos según Aciertos/Errores en la prueba de evaluación al inicio del curso

$\downarrow E^a / A^b \rightarrow$	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	15	Total
1			1												1
3							1							1	2
4					1	2	1	1							5
5				1			2		1	1					5
6				1	1		3	3		1			1	•	10
7			1		2		2	1					1	•	7
8		1		1	1	1	1	2	1	1	1	1	•	•	11
9			1	2	1	1	2	2					•	•	9
10					1	2	4			3	•	•	•	•	10
11			1	1	1	1	1	1	1	•	•	•	•	•	7
12						1	1	5	•	•	•	•	•	•	7
13				1			4	•	•	•	•	•	•	•	5
14			1		1	3	•	•	•	•	•	•	•	•	5
15				1	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	2
16				1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
19	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
<b>Total</b>	1	1	5	9	10	11	22	15	3	6	1	1	2	1	88

Fuente: Elaboración propia.

• Resultado no posible.

<sup>a</sup> Errores.

<sup>b</sup> Aciertos.

La puntuación media conseguida en el test es 1,9, muy alejada del aprobado 5.

Aventuramos varias hipótesis que pueden motivar estos malos resultados:

- Bajo nivel de exigencia de la enseñanza secundaria y del Bachillerato. Como reflexión derivada planteamos la siguiente cuestión: ¿hasta qué punto la implantación de los nuevos grados se ha realizado pensando en subsanar las deficiencias de las enseñanzas medias, convirtiendo las Universidades, en sus primeros cursos, en

Institutos más o menos “ilustrados”, forzando a adaptar criterios y formas de trabajo semejantes a los de éstos?

- Nivel de acceso a los estudios de ECONOMIA desde distintos itinerarios, en particular desde la Formación Profesional, cuya programación de contenidos en casi todas sus ramas no suele incluir la estadística.
- No impartición de los temas de Estadística en ESO y Bachillerato por falta de tiempo, al corresponder a los últimos de su programación. O, por este motivo, impartidos de forma rápida y no rigurosa.
- Posible falta de interés del profesorado de Secundaria y Bachillerato por la Estadística, en ocasiones considerada en segundo nivel respecto la Geometría, Álgebra y Análisis.

Distinguiendo según si el alumno es o no repetidor, los respectivos resultados de la prueba se recogen en las Tablas 5 y 6, elaboradas con iguales criterios que la anterior.

**Tabla 5.** Aciertos/Errores de los alumnos matriculados por primera vez

$\downarrow E^a / A^b \rightarrow$	2	3	4	5	6	7	8	9	10	12	13	15	Total
3						1						1	2
4					2	1							3
6			1	1		3			1				6
7						1					1	•	2
8	1				1		1	1	1	1	•	•	6
9					1	2	1			•	•	•	4
10				1	1	4			1	•	•	•	7
11		1	1	1	1	1	1	1	•	•	•	•	7
12					1		3	•	•	•	•	•	4
13			1			1	•	•	•	•	•	•	2
14				1	3	•	•	•	•	•	•	•	4
15			1	1	•	•	•	•	•	•	•	•	2
<b>Total</b>	1	1	4	5	10	14	6	2	3	1	1	1	49

Fuente: Elaboración propia.

• Resultado no posible. / <sup>a</sup> Errores. / <sup>b</sup> Aciertos.

Sólo 2 alumnos (menos del 4,1%) alcanzaron o superaron la puntuación de 5. Si no hubiera penalización por errores, ese porcentaje habría aumentado hasta el 12,24%. Como antes, las puntuaciones de los que superaron el test están más cercanas al límite inferior, no destacando ninguno de los alumnos con una puntuación excelente. A este grupo de matriculados por primera vez pertenece el alumno que habría alcanzado un notable mínimo.

**Tabla 6.** Aciertos/Errores de los alumnos matriculados por segunda vez

$\downarrow E^a / A^b \rightarrow$	1	3	4	5	6	7	8	9	10	11	13	Total
1		1										1
4				1			1					2
5			1			2		1	1			5
6							3				1	4
7		1		2		1	1					5
8			1	1		1	1			1	•	5
9		1	2	1			1				•	5
10					1				2	•	•	3
12						1	2	•	•	•	•	3
13						3	•	•	•	•	•	3
14		1				•	•	•	•	•	•	1
16			1	•	•	•	•	•	•	•	•	1
19	1	•	•	•	•	•	•	•	•	•	•	1
<b>Total</b>	1	4	5	5	1	8	9	1	3	1	1	39

Fuente: Elaboración propia.

• Resultado no posible. / <sup>a</sup> Errores. / <sup>b</sup> Aciertos.

Sólo 1 alumno (lo que supone el 2,6% del alumnado repetidor) superó la puntuación de 5, con 5,5 puntos. Si no se hubieran penalizado los errores ese porcentaje habría aumentado hasta el 12,82%. En cualquiera de los dos casos, las puntuaciones de los que superaron el test están más cercanas al límite inferior, no destacando ninguno de los alumnos con una puntuación ni siquiera cercana al notable.

Observando los resultados de las Tablas 5 y 6 no se advierte un comportamiento diferente entre los alumnos matriculados por primera y segunda vez. Sin embargo, lo esperable sería que los alumnos repetidores hubieran respondido mejor, por haber adquirido, aunque no suficientemente, ciertos conocimientos mínimos. La explicación hay que encontrarla en el pronto abandono de la asignatura por el alumnado que no se encuentra capacitado, de entrada, para superarla, sin llegar a iniciar su estudio.

**Tabla 7.** Evolución de la asistencia a clase

Fecha de observación	Grupo GJ		Grupo R		Total	
	Asis- tentes	Porcentaje asistencia*	Asis- tentes	Porcentaje asistencia*	Asis- tentes	Porcentaje asistencia*
6 feb	54	70,13	34	75,56	88	72,13
14 feb	57	74,03	29	64,44	86	70,49
20 feb	54	70,13	36	80,00	90	73,77
27 feb	44	57,14	32	71,11	76	62,30
6 mar	40	51,95	25	55,56	65	53,28
20 mar	32	41,56	14	31,11	46	37,70
27 mar	35	45,45	22	48,89	57	46,72
2 abr	52	67,53	23	51,11	75	61,47
23 abr	49	63,64	24	53,33	73	59,83
30 abr	30	38,96	13	28,89	43	35,24
14 may	43	55,84	20	44,45	63	51,63
Asistencia media	44,6	57,85	24,73	54,95	69,27	56,78

Fuente: Elaboración propia.

\*Asistentes sobre matriculados

Como posible explicación de este pronto abandono planteamos la mala ubicación en el Plan de Estudios de las dos asignaturas troncales de Estadística: la Estadística I en el segundo cuatrimestre del primer curso; y la Estadística II en el primer cuatrimestre de segundo curso. Por el contrario, en primer curso existen dos Matemáticas, I y II, en sus dos cuatrimestres. Aquellos alumnos que no han superado las matemáticas del primer cuatrimestre prefieren centrar sus esfuerzos en ella y abandonan la Estadística I, cuyo lenguaje, también matemático (González, C. y Gil, M.C. 2000), les induce a confundirlas. Y aunque son laudables los intentos de coordinación transversal entre asignaturas previstos en la metodología de adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior, y la adopción de nuevas metodologías para lograrla (por ejemplo, Martínez-Romero et al, 2011), los resultados de la Tabla 7 confirman una excesiva tasa de inasistencia y, consecuentemente, de abandono. En este sentido, aceptando

como plausible que la no asistencia a la clase del primer día es una manifestación de la decisión de abandono, la Tabla 2 cuantifican este abandono inicial: un 26,1% del total de matriculados, desglosado en un 27,9% para los matriculados por primera vez y un 23,6% para los matriculados en dos ocasiones.

Se aprecia un goteo inicial de abandonos, y la asistencia se estabiliza hacia mitad de curso. Respecto las cifras medias, la diferencia de asistencia entre los dos grupos no es relevante, aún a pesar de que el grupo R está formado, mayoritariamente, por repetidores. Sin embargo, restringiéndonos a los alumnos que hicieron el test inicial, la asistencia media en esas once mediciones para los matriculados por primera vez alcanzó el 76,6%, frente al 64,6% de los alumnos matriculados en segunda ocasión. Estos porcentajes constituyen una buena medida de la *perseverancia* a lo largo del curso.

Las puntuaciones medias del test inicial obtenida por los alumnos matriculados por primera vez y por los repetidores son, respectivamente, de 1,91 y 1,85. Tanto el contraste paramétrico para la igualdad de medias de la t de Student, como el no paramétrico de la U de Mann-Whitney, no rechazan la hipótesis de la igualdad de las medias de las puntuaciones (p-valores respectivos iguales a 0,858 y 0,833). Por tanto, no hay diferencia en los conocimientos medios de los alumnos que se enfrentan por primera o por segunda ocasión con la asignatura. Este resultado avala nuevamente la hipótesis del pronto abandono de la asignatura por parte de los alumnos matriculados, que renuncian a ella bien antes de iniciarse el cuatrimestre, bien en los primeros momentos del mismo.

La comparación de los resultados de los alumnos de ECONOMIA en el curso 2011-2012 (nota media del test 1,88), con los de los alumnos de ADE del curso 2010-2011 (Veres, 2011, nota media del test 2,38), ofrece para aquéllos peor resultado. La diferencia de puntuaciones medias es significativa, tanto en un contexto paramétrico (test de la t de Student, nivel de significación 0,035) como no paramétrico (test de U de Mann-Whitney, nivel de significación 0,026).

## RESULTADO DE LA CONVOCATORIA DE JUNIO

La Tabla 8 valora en porcentajes el número de alumnos que se presentaron al examen de 1ª convocatoria, indicando cuántos de ellos la superaron. En la superación se ha tenido en cuenta tanto la nota del examen final como la de la evaluación continua. Dadas las fechas de presentación de este trabajo no ha sido posible incluir los resultados de la segunda

convocatoria, por lo que no es posible disponer de una valoración global de los resultados finales del curso.

**Tabla 8.** Resultado examen 1ª convocatoria.

<b>Grupo GJ</b>		<b>Grupo R</b>		<b>Total</b>	
<b>Presentados (%)*</b>	<b>Aprobados**</b>	<b>Presentados (%)*</b>	<b>Aprobados**</b>	<b>Presentados (%)*</b>	<b>Aprobados**</b>
69,33	37,74	55,00	27,27	64,35	33,78

Fuente: Elaboración propia.

\*Presentados sobre matriculados

\*\* Aprobados sobre presentados

Blasco et al (2010) afirman que el alumno que ha seguido una metodología basada en la evaluación continua se siente mucho más motivado para presentarse en primera convocatoria. Por ello es interesante comprobar hasta qué punto coinciden los que hicieron el test inicial, asistieron a clase y se presentaron a dicho examen. La Tabla 9 recoge la doble clasificación de los alumnos según hicieran o no dicho test y se presentaran o no al examen, y proporciona una idea del grado de perseverancia en el estudio y de la incidencia de los conocimientos previos y de las expectativas de aprobado en la decisión adoptada por los alumnos ante su primera convocatoria de examen.

**Tabla 9.** Presentados al examen y realización del test inicial

<b>Examen final</b>	<b>Grupo GJ</b>		<b>Grupo R</b>		<b>Total</b>	
	<b>Test inicial</b>		<b>Test inicial</b>		<b>Test inicial</b>	
	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>	<b>No</b>	<b>Si</b>
<b>No</b>	16	9	7	2	23	22
<b>Si</b>	6	45	13	21	8	66

Fuente: Elaboración propia.

Tanto para cada grupo, como para el conjunto de alumnos considerados, el test de la  $\chi^2$  confirma la no independencia entre haber hecho el test inicial y la decisión de presentarse al examen en primera convocatoria (coeficientes de contingencia 0,476 (significación < 0,001), 0,307 (significación < 0,035) y 0,407 (significación < 0,001), para los grupos J, R y total alumnos, respectivamente. Esto es, los alumnos que inicialmente asistieron a clase sí se presentan en mayor medida al examen.

La Tabla 10 recoge los coeficientes de correlación entre la asistencia (medida por el número de asistencia sobre el total de las once mediciones de la Tabla 7), las notas obtenidas tras el examen de la primera convocatoria y las del test inicial, distinguiendo las veces en las que el alumno ha estado matriculado. La nota de primera convocatoria engloba la evaluación continua y el examen final.

**Tabla 10.** Correlación entre las notas de los test inicial y de la 1ª convocatoria.

Todos los alumnos supervivientes

<b>Coeft. correlación</b>	<b>Test inicial</b>	<b>Asistencia</b>	<b>Examen</b>
<b>Test inicial</b>	1	0,014 (0,898)	0,046 (0,715)
<b>Asistencia</b>	0,014 (0,898)	1	0,419 (0,000)
<b>Examen</b>	0,046 (0,715)	0,419 (0,000)	1

Alumnos supervivientes matriculados por primera vez

<b>Coeft. correlación</b>	<b>Test inicial</b>	<b>Asistencia</b>	<b>Examen</b>
<b>Test inicial</b>	1	0,068 (0,642)	0,053 (0,747)
<b>Asistencia</b>	0,068 (0,642)	1	0,496 (0,001)
<b>Examen</b>	0,053 (0,747)	0,496 (0,001)	1

Alumnos supervivientes matriculados por segunda vez

<b>Coeft. correlación</b>	<b>Test inicial</b>	<b>Asistencia</b>	<b>Examen</b>
<b>Test inicial</b>	1	-0,023 (0,891)	0,027 (0,894)
<b>Asistencia</b>	-0,023 (0,891)	1	0,246 (0,225)
<b>Examen</b>	0,027 (0,894)	0,246 (0,225)	1

Fuente: Elaboración propia. Significación entre paréntesis.

Señalados en cursiva aparecen las correlaciones significativas al nivel 0,01 (bilateral). Para el conjunto de alumnos, y para los matriculados en primera ocasión, la correlación entre la asistencia y la nota del examen es significativa y positiva. No ocurre así con los repetidores. Y, en ningún caso, la puntuación del test inicial correlaciona con la nota del examen y con la posterior asistencia a clase. Dado el bajo nivel de conocimientos previos el resultado es comprensible: el éxito alcanzado dependen de la adquisición de conocimientos a lo largo del curso y no de los que ya poseían los alumnos al inicio del mismo.

Finalmente, restringiéndonos a aquellos alumnos que hicieron el test inicial, las notas medias del examen final en primera convocatoria obtenida por los alumnos matriculados por primera

vez y por los repetidores son, respectivamente, de 4,3 y 4,1. Tanto el contraste paramétrico para la igualdad de medias de la t de Student, como el no paramétrico de la U de Mann-Whitney, no rechazan la hipótesis de la igualdad de dichas notas medias (p-valores respectivos iguales a 0,785 y 0,937). Por tanto, no hay diferencia en los conocimientos medios adquiridos en el curso de los alumnos de primera o segunda matrícula en la asignatura. Este resultado avala nuevamente la hipótesis de la inexistencia de conocimientos previos para ambos colectivos de alumnado.

## CONCLUSIONES

Concluimos, pues, que el alumnado llega prácticamente sin conocimientos estadísticos básicos a la asignatura de Estadística I del grado en ECONOMIA. Ponemos en duda la capacidad de las Pruebas de Acceso, para los alumnos que acceden a la Universidad desde el Bachillerato, para discriminar en la prueba específica de Matemáticas sobre su incorporación atendiendo al grado de conocimientos en Estadística que poseen. Para aquellos que no las realizan, su incorporación a la Universidad en cuanto a sus conocimientos estadísticos es, teóricamente, peor.

La discutible formación recibida en las Enseñanzas Medias traslada el problema a la Enseñanza Superior, a la que se abre una disyuntiva: bajar el nivel, sobre todo en los primeros cursos, para que tenga cabida el alumnado, modificando los Planes de Estudio rebajando la cantidad y exigencia de sus contenidos, y copiando técnicas de evaluación y aprendizaje propios de la Secundaria; o, por el contrario, mantener un nivel mínimo aceptable, con la consiguiente expulsión de la Universidad de un porcentaje, a la luz de los resultados aquí recogidos, no despreciable.

Aceptando como solución la primera de las disyuntivas, la ausencia de conocimientos sólidos en Estadística justifica plenamente el programa de la Estadística I del Grado en ECONOMIA, que comienza con los conocimientos básicos más elementales. La gran coincidencia de los contenidos de la Estadística I con los impartidos en Secundaria resulta necesaria por la falta real de conocimientos estadísticos básicos de los alumnos matriculados en la asignatura.

El trabajo constata que no hay diferencia en los conocimientos previos entre los alumnos que se enfrentan a la asignatura de Estadística I del Grado de ECONOMIA por primera o en segunda ocasión. El pronto abandono por parte de los que deciden no continuar con ella es posiblemente el motivo más cierto, a lo que no es ajeno la mala ubicación de la asignatura en el Plan de Estudios del Grado, al entrar en franca competencia con las Matemáticas I y II que

cubren los dos cuatrimestres del primer curso, confiriendo a éstas un marcado carácter de asignatura anual, mientras que, en el caso de las Estadísticas, ese carácter de continuidad se ve cortado por la pertenencia a cursos distintos.

Respecto al grado de adquisición de conocimientos en el curso y la decisión de presentarse en primera convocatoria, se concluye que si existe relación entre ellos y los alumnos que realizaron el test inicial, con presencia activa desde el primer día de clase. Además, teniendo en cuenta la significatividad de las correlaciones entre la asistencia periódica a clase, la puntuación del test inicial y la nota del examen de la primera convocatoria, se concluye que el éxito alcanzado al final depende de la adquisición de conocimientos a lo largo del curso, materializada por la presencia en el aula, y no de los que ya poseían los alumnos al inicio del mismo. Y, finalmente, el estudio confirma que no hay diferencia en los conocimientos medios adquiridos en el curso de los alumnos de primera o segunda matrícula en la asignatura. Estos dos últimos resultados avalan nuevamente la hipótesis de la inexistencia de conocimientos previos suficientes, y para ambos colectivos de alumnado.

## REFERENCIAS

- Blasco, O., Liern, V. y Sala, R. (2010). "Cinco años de experiencia con la metodología del Espacio Europeo de Educación Superior". *Anales de Asepuma*, nº 18: 111.
- Deusá, M. *et al.* (2008 y 2009). *Matemáticas aplicadas a las Ciencias Sociales 1º y 2º Bachillerato*. Valencia: ECIR.
- Esteve, R. *et al.* (2007). *Matemáticas 1º y 3º ESO*. Valencia: ECIR.
- Esteve, R. *et al.* (2008). *Matemáticas 2º y 4º opciones A y B ESO y 1º Bachillerato*. Valencia: ECIR.
- González, C. y Gil, M.C. (2000). "¿Tiene límites el uso de las matemáticas en economía?". *Recta*, 2-1, pp. 29-51..
- Martínez-Romero, M.L., Zacarés, J. López, J. Ortega, A. y Llorca, J. (2011). "Integración de la materia de Matemáticas en un Proyecto Interdisciplinar de 1er curso en el Grado en Finanzas y Contabilidad". *Anales de Asepuma*, nº 19: 0413.
- Veres, E. (2011). "Valoración de los conocimientos previos en Estadística de los alumnos del Grado en ADE", en *Experiencias de Innovación Docente en Estadística*. Valencia: Reproexpres.

## ANEXO

### Tests de autoevaluación

## AUTOEVALUACIÓN

---

- 1 La frecuencia absoluta acumulada correspondiente al mayor valor de una variable es:
 

<input type="checkbox"/> a El número total de datos.	<input type="checkbox"/> b 1.
<input type="checkbox"/> c No puede saberse.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
  
- 2 Para representar las frecuencias de una variable continua puedo utilizar:
 

<input type="checkbox"/> a No pueden representarse gráficamente.	<input type="checkbox"/> b El diagrama de barras.
<input type="checkbox"/> c El histograma.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
  
- 3 Si la frecuencia absoluta correspondiente a un valor de una variable es 25, y el número total de datos es de 200, el porcentaje asociado a ese valor es:
 

<input type="checkbox"/> a 0,125 %.	<input type="checkbox"/> b 25 %.	<input type="checkbox"/> c 12,5 %.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
-------------------------------------	----------------------------------	------------------------------------	---
  
- 4 Si la media de tres números es 8, siendo 6 y 10 dos de ellos, el tercer número es:
 

<input type="checkbox"/> a 24.	<input type="checkbox"/> b 8.	<input type="checkbox"/> c 14.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
--------------------------------	-------------------------------	--------------------------------	---
  
- 5 Una variable toma los valores 6, 8 y 10, con frecuencias unitarias. Su desviación típica es:
 

<input type="checkbox"/> a 1.	<input type="checkbox"/> b 1,63.	<input type="checkbox"/> c 2.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
-------------------------------	----------------------------------	-------------------------------	---
  
- 6 La desviación típica de las calificaciones en Matemáticas del grupo A es 2,3, siendo su nota media 5,7. En otro grupo B, la desviación típica de las calificaciones es 2,6, siendo la nota media 6,9. ¿En cuál de ellos la media es más representativa?
 

<input type="checkbox"/> a En el grupo A.	<input type="checkbox"/> b En el grupo B.
<input type="checkbox"/> c No puede saberse.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
  
- 7 La mediana de los siguientes valores 2, 3, 7, 5, 6, 3, 2, 7 es:
 

<input type="checkbox"/> a 5.	<input type="checkbox"/> b 3.	<input type="checkbox"/> c 4.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
-------------------------------	-------------------------------	-------------------------------	---
  
- 8 La moda de los siguientes valores 2, 3, 7, 5, 6, 3, 3, 2, 7 es:
 

<input type="checkbox"/> a 2.	<input type="checkbox"/> b 3.	<input type="checkbox"/> c 2 y 3.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
-------------------------------	-------------------------------	-----------------------------------	---
  
- 9 La afirmación "en cierta tabla de frecuencias hay más de una moda" es:
 

<input type="checkbox"/> a Siempre cierta.	<input type="checkbox"/> b Nunca cierta.
<input type="checkbox"/> c Depende de la mediana.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
  
- 10 En un diagrama de sectores, la amplitud del ángulo central correspondiente a un valor cuya frecuencia absoluta es 40, siendo 200 el número total, será de:
 

<input type="checkbox"/> a 20 grados.	<input type="checkbox"/> b 100 grados.	<input type="checkbox"/> c 72 grados.	<input type="checkbox"/> d Nada de lo anterior.
---------------------------------------	--	---------------------------------------	---

# AUTOEVALUACIÓN

- 1 La característica "nacionalidad" referida a los jugadores de un equipo de fútbol es:  
 a Un atributo     b Una variable     c No puede saberse     d Nada de lo anterior
- 2 La suma de todas las frecuencias absolutas de una tabla de frecuencias es igual a:  
 a El número total de datos     b 1     c No puede saberse     d Nada de lo anterior
- 3 Si el número total de datos de una tabla de frecuencias de un atributo es 50, y cierta modalidad del mismo presenta una frecuencia absoluta de 10, la frecuencia relativa de esa modalidad es:  
 a No puede calcularse pues se trata de un atributo     b 5     c 0,2     d Nada de lo anterior
- 4 Si la última frecuencia absoluta acumulada en una tabla de frecuencias es 92, entonces el número total de datos de dicha tabla será:  
 a 0,92     b No puede saberse     c 92     d Nada de lo anterior
- 5 Dos estudiantes han recogido las alturas de los 35 alumnos de una misma clase, y las han presentado en sendas tablas de frecuencias:  
 a Si los datos no los presentan agrupados en intervalos no coincidirán ambas tablas     b Pueden que no coincidan     c Siempre las tablas serán diferentes     d Nada de lo anterior
- 6 Una variable presenta sus datos agrupados. La frecuencia absoluta de uno de sus intervalos, que tiene amplitud 12, es 48. La de otro intervalo, de amplitud 24, es 36. ¿Cuáles son las respectivas densidades de frecuencia de esos dos intervalos?  
 a 0,25 y 0,6     b 4, y 1,5     c 36 y 12     d Nada de lo anterior
- 7 El tanto por ciento de veces que ocurre un valor en el conjunto total de datos es:  
 a La frecuencia absoluta del dato     b La frecuencia acumulada del dato     c La frecuencia relativa del dato multiplicada por cien     d Nada de lo anterior
- 8 En una tabla de frecuencias, si un valor de la variable tiene frecuencia 20, siendo el número total de datos 100, se verifica:  
 a La frecuencia absoluta es 20 y su porcentaje asociado el 20%     b La frecuencia acumulada es 80     c La frecuencia relativa es 0,8     d Nada de lo anterior
- 9 En una tabla de frecuencias de datos agrupados, si un intervalo concreto tiene una amplitud de 5, siendo su límite superior igual a 23, el límite inferior y la marca de clase serán, respectivamente:  
 a 28 y 30,5     b 28 y 20,5     c 18 y 25,5     d Nada de lo anterior
- 10 En un diagrama de sectores, la amplitud del ángulo central correspondiente a una modalidad cuya frecuencia absoluta es 20, siendo 100 la frecuencia total, será de:  
 a 20 grados     b 100 grados     c 72 grados     d Nada de lo anterior

(Fuente: ECIR, Matemáticas 3º y 4º ESO opciones A y B)

## El perfil del estudiante de primero del Grado en Turismo y su valoración sobre la asignatura de Estadística: Un análisis comparativo entre la Universidad de Málaga y la de Valencia

M. Dolores Benítez Márquez <sup>(1)</sup>, Rosario Martínez Verdú <sup>(2)</sup> y M. Dolores Sarrión Gavilán <sup>(3)</sup>

*(1) Departamento de Estadística y Econometría, 68  
Universidad de Málaga  
Facultad de Comercio y Gestión, Campus Teatinos (ampliación) 29071 Málaga  
bemarlo@uma.es*

*(2) Departamento de Economía Aplicada  
Universitat de València  
Facultat d'Economia, Av. Tarongers s/n. 46022 Valencia  
Rosario.Martinez@uv.es*

*(3) Departamento de Estadística y Econometría, 68  
Universidad de Málaga  
Facultad de Comercio y Gestión, Campus Teatinos (ampliación) 29071 Málaga  
dsarrion@uma.es*

### RESUMEN

En este trabajo se analizan y comparan los resultados de una encuesta realizada a alumnos de primer curso del Grado en Turismo de las Universidades de Málaga y Valencia. La encuesta se refiere tanto al perfil del estudiante como a su opinión sobre la metodología docente y el sistema de evaluación empleados en la asignatura de Estadística. Con el objetivo último de conocer a nuestros alumnos y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje, pretendemos dar respuesta a las siguientes cuestiones: ¿es el perfil del estudiante de primero del Grado en Turismo similar en ambas Universidades?, ¿qué diferencias y similitudes hay entre las metodologías docentes y sistemas de evaluación empleados?, ¿qué opinan los alumnos sobre estos aspectos?, ¿hay diferencias significativas en los resultados académicos?

### INTRODUCCIÓN

Las universidades españolas están inmersas, en la actualidad, en un profundo proceso de cambio como consecuencia de la implantación progresiva de los nuevos títulos de Grado y

Postgrado que permitirán la inclusión del sistema de Educación Superior español en el ámbito de integración y cooperación del Espacio Europeo de Educación Superior (EEES). En este nuevo marco se le otorga al estudiante un mayor protagonismo, tanto de manera administrativa, con la introducción del "crédito europeo" basado en el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS)<sup>5</sup>, como realzando su papel en el proceso de aprendizaje (Vázquez et al., 2011). Se persigue, entre otros, motivar al estudiante y tratar de involucrarlo en un proceso de aprendizaje basado en la búsqueda autónoma de conocimiento. Para ello, el profesor deberá ir más allá de la mera transmisión, aportando su experiencia para: enseñar a aprender; enseñar a buscar; inducir a la curiosidad científica; enseñar a discernir y a interpretar los resultados, etc. (Benítez Márquez, M. D. et al., 2010).

Atender a todos estos objetivos parece implicar, no sólo la necesidad de introducir cambios sustanciales en la metodología docente tradicional, incorporando otras más novedosas basadas en la participación activa de los alumnos en el proceso de enseñanza-aprendizaje, en el fomento del trabajo colaborativo y en la resolución de casos reales, sino también la necesidad de ampliar el conocimiento sobre nuestros alumnos: sus motivaciones, su preparación inicial y sus debilidades o limitaciones.

En este trabajo analizamos el perfil del estudiante de primero del Grado en Turismo a través de los resultados de una encuesta realizada a alumnos de primer curso de dicho Grado en las Universidades de Málaga y Valencia, utilizando como punto de partida el trabajo previo de una de las autoras (Martínez Verdú, R. y Yagüe Perales, R., 2011). Asimismo, comparamos la metodología empleada en la asignatura "Estadística" en ambas universidades y revisamos la opinión de los alumnos sobre la misma y los resultados obtenidos por estos últimos, en términos de su calificación, como consecuencia del proceso de enseñanza aprendizaje en dicha asignatura. El objetivo último es, como ya se ha mencionado, ampliar el conocimiento sobre nuestros alumnos y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. El trabajo está estructurado del siguiente modo: en el epígrafe siguiente analizamos el perfil del estudiante, tanto desde lo especificado en los documentos de Verificación de la titulación en las Universidades de Málaga y Valencia como desde los resultados obtenidos en las encuestas realizadas a los alumnos de primero de dichas titulaciones en las universidades mencionadas. A continuación, en el epígrafe tres describimos la metodología docente y el sistema de

---

<sup>5</sup> Como es sabido, el crédito ECTS introduce, entre otras cuestiones, la consideración del tiempo que el alumno debe dedicar a preparar cada asignatura fuera del horario lectivo.

evaluación empleados en la asignatura "Estadística"<sup>6</sup> en dichas universidades y analizamos los resultados relativos a la opinión de los alumnos sobre los mismos. En el epígrafe cuatro comparamos los resultados obtenidos por los alumnos en dicha asignatura y, por último, en el epígrafe cinco presentamos las conclusiones y la valoración de la experiencia que se ha llevado a cabo.

## EL PERFIL DEL ESTUDIANTE DEL GRADO EN TURISMO

El título oficial de Graduado en Turismo por la Universidad de Málaga comenzó a impartirse en el curso 2009-2010, pertenece a la rama de conocimiento de Ciencias Sociales y Jurídicas y el centro responsable de organizar las enseñanzas es la recientemente creada Facultad de Turismo<sup>7</sup>. Como se pone de manifiesto en la Memoria de Verificación del Título (Universidad de Málaga, 2009), la Universidad de Málaga fue la primera de España que instauró de manera oficial enseñanzas relacionadas con el turismo, creando en 1995 el Centro Superior de Turismo de la Universidad de Málaga para impartir el título de Técnico en Empresas y Actividades Turísticas (TEAT)<sup>8</sup>. La actual titulación es el resultado de la adaptación al espacio europeo de educación superior (EEES) de los estudios oficiales de Diplomado en Turismo que, desde el curso 1997-1998, se vienen impartiendo en la Universidad de Málaga.

Por su parte, en la Universidad de Valencia la nueva titulación comenzó a impartirse en el curso 2010-2011 y el centro responsable de organizar sus enseñanzas es la Facultat d'Economia. Se trata, como en el caso de la Universidad de Málaga, de la reconversión del título de diplomado en Turismo, que venía impartándose desde el curso 1997-1998 en esta Universidad.

El análisis del perfil del estudiante del Grado en Turismo se puede llevar a cabo desde dos realidades bien diferenciadas: la especificada o recomendada desde la titulación, a través de la Memoria de Verificación del Título, y la propia del estudiante que ingresa en la misma.

---

<sup>6</sup> En el Grado en Turismo de la Universidad de Málaga esta asignatura se denomina Introducción a la Estadística, no obstante, en lo que sigue nos referiremos a ella como "Estadística".

<sup>7</sup> Esta Facultad tiene su origen en el Centro Superior de Turismo creado en 1995. Posteriormente, en el mes de julio de 1997, según decreto de la Junta de Andalucía, se crea la Escuela Universitaria de Turismo, que pasa a ser Facultad de Turismo en el año 2010.

<sup>8</sup> Dicho título, fue aprobado por Real Decreto 865/80 de 14 de abril y, según la disposición adicional tercera del mismo, es "equivalente al título de Diplomado en Turismo".

### **Perfil recomendado en la Memoria de Verificación del Título**

Dado que la Memoria de Verificación del Título es propia de cada Universidad, diferenciaremos entre lo especificado en la Memoria del Título de la Universidad de Valencia y la correspondiente al de la Universidad de Málaga.

En relación al perfil recomendado de los estudiantes que inicien los estudios de Grado en Turismo por la Universidad de Valencia, en la Memoria de Verificación (Universitat de València, 2009) se especifica que, por un lado, y teniendo en cuenta las vías de acceso establecidas por la ley, sería deseable que los/las estudiantes estén en posesión del título de Bachillerato LOGSE en la modalidad de Ciencias Sociales y hayan superado las pruebas de acceso a la Universidad (PAU), ó hayan superado al menos un Ciclo Formativo de Grado Superior perteneciente a las opciones de Agencias de Viajes, Alojamiento, Animación Turística, Información y comercialización turística, y Restauración. Se especifica, además, que sería recomendable que los/las estudiantes posean una serie de características y habilidades, tales como: interés por las actividades relacionadas con el turismo y el ocio; interés por la interculturalidad; capacidad para las relaciones personales y la comunicación; capacidad de trabajo en equipo; facilidad para las lenguas extranjeras, siendo aconsejable un nivel aceptable en al menos una; y sensibilidad por los derechos humanos y los principios de accesibilidad universal, de igualdad de oportunidades, no discriminación, los valores democráticos, la cultura de la paz y la sostenibilidad en todos sus aspectos

Por su parte, en la Memoria de Verificación de la Universidad de Málaga (Universidad de Málaga, 2009) se especifica que el perfil del alumnado de nuevo ingreso será preferentemente el correspondiente a aquellos que han cursado el bachillerato de Humanidades y Ciencias Sociales con especial formación en inglés y otras lenguas extranjeras, así como el alumnado que ha cursado alguno de los ciclos formativos superiores de las familias profesionales: de Hostelería y Turismo, Administración, Comercio y Marketing. Además, según la normativa vigente, y salvo variaciones, las opciones de acceso desde las diferentes modalidades de bachillerato podrán ser: COU (desde cualquiera de las opciones) ó Bachillerato LOGSE (desde cualquiera de las opciones).

### **Perfil del estudiante de primero a partir de la encuesta**

El análisis del perfil del estudiante de primero del Grado en Turismo en las Universidades de Málaga y Valencia se ha llevado a cabo a partir de los resultados de una encuesta realizada a

los alumnos participantes en la asignatura "Estadística"<sup>9</sup>. En las tablas siguientes se presenta un resumen de los resultados.

Los resultados presentados en la Tabla 1 se refieren al curso 2010-11 para la Universidad de Valencia y 2011-12 para la Universidad de Málaga. Para los encuestados se puede concluir que, en general, las características generales de los estudiantes de Málaga y Valencia son bastante similares. Destacamos el predominio del sexo femenino entre los estudiantes de esta titulación (el 74% de los encuestados en el curso 2010-11 en Valencia y el 81% de los encuestados en el curso 2011-12 en Málaga. La edad media es de 20 años, con un grado bajo de dispersión (coeficiente de variación de 12% en UMA) y la mayor parte de los encuestados no compatibilizan sus estudios con ninguna actividad laboral, han accedido al Grado a través de la prueba de acceso (Selectividad) y provienen del Bachillerato de Humanidades o Ciencias Sociales (74% en la UV y 81% en la UMA en todos los aspectos mencionados). Respecto a su formación cuantitativa, en ambas universidades, un 32% manifiesta no haber cursado asignaturas de Matemáticas o Estadística en sus estudios de Enseñanza Secundaria, hecho que puede dificultar su aprendizaje de la asignatura "Estadística".

**Tabla 1.** Características generales del alumnado

<i>Características analizadas del alumnado</i>	<i>2010-11</i>		<i>2011-12</i>	
	<i>UMA</i>	<i>UV</i>	<i>UMA</i>	<i>UV</i>
Porcentaje de mujeres/total alumnado	-	74%	81%	-
Edad media	-	20 años	20 años	-
A tiempo completo	-	74%	81%	-
Acceso al grado a través de pruebas acceso a la universidad	-	74%	81%	-
Procedencia de Bachiller de Humanidades y Ciencias Sociales	-	74%	81%	-
No han cursado matemáticas	-	32%	32%	-
Elección del Grado de Turismo en 1º opción	-	56%	75%	-

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de la encuesta.

<sup>9</sup> La encuesta, que fue elaborada y pasada a los alumnos de Estadística del Grado en Turismo de la Universidad de Valencia por la profesora Rosario Martínez Verdú en el curso 2010-2011, se ha pasado en el curso actual a alumnos de Estadística del Grado en Turismo de Málaga ha sido contestada por un total de 59 alumnos relativos a 2 grupos de un total de 4 grupos.

En cuanto a su motivación principal en la elección del Grado de Turismo (Tabla 2) en la Universidad de Málaga las que engloban a un mayor número de encuestados son: "Me gusta viajar" (25,4%), "Me gustan los idiomas" (22%) y "Quiero dirigir una empresa turística" (18,6%) y coinciden con las que presentan mayor porcentaje entre los encuestados en la Universidad de Valencia aunque no en el mismo orden ya que a diferencia de Málaga destaca más la motivación relacionada con una actividad profesional frente a las otras dos más vinculadas al Turismo como consumidores (me gusta viajar y me gusta los idiomas).

**Tabla 2.** Motivaciones en la elección del Grado de Turismo.

<i>Motivación en la elección del estudiante</i>	<i>2010-11</i>		<i>2011-12</i>	
	<i>UMA</i>	<i>UV</i>	<i>UMA</i>	<i>UV</i>
Me gustan los idiomas	-	20,8%	22,0%	-
Me gusta viajar	-	18,1%	25,4%	-
Quiero dirigir una empresa turística	-	27,8%	18,6%	-
Quiero ser azafata/o de eventos turísticos	-	8,3%	10,2%	-
Quiero participar en la planificación del turismo como técnico/a	-	9,7%	5,1%	-
Quiero organizar/Planificar eventos turísticos	-	4,2%	11,9%	-
No fui admitido en los estudios que quería	-	5,6%	1,7%	-
Otros	-	5,6%	5,1%	-

Fuente: Elaboración propia.

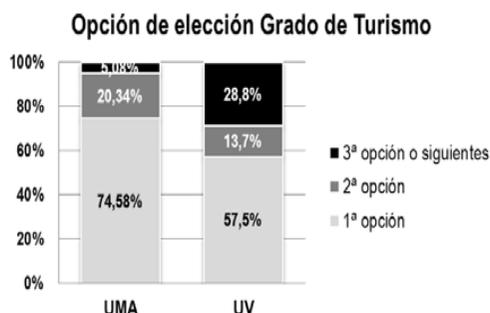
**Tabla 3.** Autovaloración de los estudiantes sobre sus actitudes

<i>Autovaloración de los estudiantes sobre sus actitudes</i> <i>(Escala Likert: 1= Nada de acuerdo, 5= Totalmente de acuerdo)</i>	<i>2010-11</i>		<i>2011-12</i>	
	<i>UMA</i>	<i>UV</i>	<i>UMA</i>	<i>UV</i>
Me esfuerzo para que los trabajos que hago tengan calidad.	-	4,2	4,1	-
Tengo vocación de servicio.	-	3,6	3,9	-
Tengo iniciativa.	-	3,9	3,7	-
Soy creativo/a y me gusta innovar.	-	3,8	3,9	-
Me adapto con facilidad a las situaciones imprevistas.	-	3,6	3,8	-
Acepto con agrado la disciplina.	-	3,4	4,1	-
Me gusta el orden en el trabajo.	-	4,2	4,3	-
Me gusta trabajar en equipo.	-	3,4	3,8	-
Me gustan las relaciones públicas y el trato con la gente.	-	4,4	4,3	-
Me gusta estar informado/a de temas económicos, políticos, sociales y culturales.	-	3,9	4,0	-
Me interesa la información y los datos estadísticos para entender mejor los fenómenos reales.	-	2,5	3,4	-

Fuente: Elaboración propia a partir de los resultados de las encuestas

En relación a la autovaloración de algunas actitudes deseables en un futuro profesional del ámbito del Turismo (Tabla 3), observamos una puntuación media superior a tres en la mayoría de los aspectos evaluados. En ambos grupos de estudiantes, destacan por encima de 4 puntos

actitudes tales como las del esfuerzo, el orden en el trabajo y la del trato con la gente. Asimismo y para ambos centros, los estudiantes muestran el escaso interés por la información estadística para entender mejor la realidad.



**Gráfico 1.** Opción de elección Grado de Turismo (curso 2011-12 UMA y 2010-11 UV)  
 (\*) En UMA de los alumnos encuestados.  
 (Fuente: elaboración propia)

Esta información se complementa con la opción a la hora de elegir el grado de Turismo que presentan los encuestados (gráfico 1) donde se puede apreciar como rasgo más relevante el hecho de que predomine la 1ª opción en Málaga frente a Valencia, 75% frente a un 58%. Esta diferencia puede, a su vez, implicar una distinta motivación por parte de los estudiantes de cada Universidad para enfrentarse a sus estudios.

## METODOLOGÍA DOCENTE, EVALUACIÓN Y RESULTADOS ACADÉMICOS EN LA ASIGNATURA DE ESTADÍSTICA EN EL GRADO DE TURISMO

### *Metodología docente*

La metodología utilizada en la asignatura “Estadística” del Grado en Turismo de la Universidad de Valencia es una evolución de la experiencia, ya finalizada, en la Diplomatura en Ciencias

Empresariales de dicha Universidad como Proyecto de Innovación Educativa<sup>10</sup>. En las sesiones teóricas de la asignatura se utilizan métodos docentes que combinan clases expositivas con la participación activa de los estudiantes mediante la resolución y corrección de ejercicios en grupo y la realización de pruebas objetivas de elección múltiple sobre los conceptos básicos de cada tema. Las sesiones prácticas se articulan entorno al trabajo por proyectos mediante la elaboración de informes en equipos de dos estudiantes. Los informes se elaboran casi en su totalidad en clase en aula de informática y en ellos se realizan análisis estadísticos mediante el manejo de programas informáticos como Excel y la Calculadora Estadística Caest, de bases de datos reales relacionadas con la actividad turística. Los informes se realizan con la orientación y supervisión del profesor y se utilizan las herramientas de estadística descriptiva que previamente se han abordado en las sesiones teóricas. La utilización de herramientas TIC se completa con la aplicación de la Universitat de Valencia “Aula Virtual”, en la que se dispone de material docente y mediante la cual se efectúa la entrega online de los informes. Con esta metodología se pretende que los estudiantes tengan: 1) conocimientos básicos sobre técnicas estadísticas y sobre su utilidad, 2) capacidad para describir y analizar los datos generados por el turismo, 3) capacidad para describir y caracterizar la naturaleza del turismo a partir de sus datos y estadísticas y 4) capacidad para organizar, presentar y comunicar datos, estadísticas e indicadores de turismo.

La metodología seguida en la asignatura “Introducción a la Estadística” del Grado en Turismo por la Universidad de Málaga es la que resulta de la combinación de la clase magistral tradicional, utilizada en las sesiones presenciales teóricas y prácticas, con la utilización de cuestionarios de autoevaluación alojados en la asignatura virtual y con la realización secuencial de una serie de tareas o prácticas que están basadas en datos relativos al sector turístico procedentes de fuentes estadísticas oficiales. Proponemos al alumno la realización de dichas tareas de manera colaborativa (grupos de 4 alumnos). Dado que cada grupo trabaja con su propio conjunto de datos y que los enunciados de las tareas son bastante abiertos, los resultados y conclusiones que los distintos grupos ofrezcan para tareas similares dependerán, no sólo del conocimiento de los contenidos estudiados, sino también de su iniciativa como grupo y de su capacidad para el análisis de la situación a la que la tarea se refiera. Estas tareas, que conforman un único trabajo que los equipos deben entregar en las últimas semanas del curso y exponer al profesor y a sus compañeros de clase, son útiles, además, para incrementar la asistencia a tutoría en los horarios establecidos y la comunicación virtual

<sup>10</sup> A este proyecto, dirigido por el profesor Juan Martínez de Lejarza, se le ha denominado CEACES y está disponible a través de la página web <http://www.uv.es/ceaces>. Una visión más pormenorizada del método

entre profesor y alumnos<sup>11</sup>. La comunicación entre los integrantes del grupo se puede hacer de modo presencial o virtual utilizando, en este último caso, el foro de trabajo por grupos separados que el profesor habilita con esta finalidad en el bloque denominado "Trabajo en Grupo" de la asignatura en Campus Virtual (<http://www.cv.uma.es/>). Entre los objetivos perseguidos destacamos los siguientes: que el alumno conozca las principales fuentes estadísticas que recogen datos de su ámbito de estudio; que se familiarice con el tipo de datos que las distintas fuentes utilizadas contienen y aprenda a extraer de ellas la información deseada, así como, a analizarla estadísticamente, haciendo uso de los conceptos y métodos estadísticos que se estudian en nuestra asignatura.

### Evaluación docente de la asignatura

Un aspecto fundamental del proceso de enseñanza-aprendizaje es el de la evaluación. El sistema de evaluación de competencias, habilidades y contenidos de la asignatura de Estadística está compuesto en, ambos centros, por una prueba individual de conjunto de carácter teórico-práctico sobre los contenidos de la asignatura Estadística y una evaluación continua llevada a cabo a lo largo del semestre en el que la asignatura se imparte. Como se deduce de la información suministrada en la tabla 4, mientras que la composición y valoración de la evaluación continua en la Universidad de Valencia ha sido la misma en los cursos 2010-11 y 2011-12 y se ha realizado, básicamente, a partir de realización de dos o tres actividades prácticas que se detallan más abajo, en la Universidad de Málaga en el curso 2011-12 se ha incrementado en medio punto el valor de la evaluación continua y se ha restado importancia a las actividades dirigidas.

En ambas universidades, todas estas tareas se recogen en un espacio virtual en cada respectiva plataforma virtual, "Campus Virtual" de la UMA y "Aula Virtual" de la UV, donde los estudiantes tienen acceso a transparencias y/o apuntes de contenidos teóricos elaborados para dicha titulación, relaciones de ejercicios y diversos recursos TIC tales como cuestionarios, correo interno, chat, tareas, glosario, etc. En la Tabla 5 figuran, para cada uno de los cursos en los que se ha utilizado el Campus Virtual como herramienta de apoyo a la docencia de la Estadística (Descriptiva); curso; número de grupos impartidos entre las autoras sobre el total de ellos y número de alumnos de dichos grupos.

utilizado GCID-TIC puede verse en Martínez de Lejarza (2010) Martínez de Lejarza, I. y Martínez de Lejarza, J. (2011).

<sup>11</sup> La redacción más o menos abierta puede hacer necesaria la intervención del profesor para clarificar cuestiones relativas al trabajo. La asistencia a tutoría con esa finalidad puede servir al profesor para interesarse por el seguimiento de la asignatura, en general, o proponer otras citas.

**Tabla 4.** Comparación sistemas de evaluación

Evaluación continua	2010-11		2011-12	
	UMA	UV	UMA	UV
2 cuestionarios virtuales	0,5	-	1	-
Prueba escrita teórico-práctica/ pruebas sorpresa	0,8	-	1	1
Actividades dirigidas prácticas de Excel/Caest	0,7	3	0,5	2
<b>Total Evaluación continua</b>	<b>2</b>	<b>3</b>	<b>2,5</b>	<b>3</b>
<b>Prueba individual de conjunto</b>	<b>8</b>	<b>7</b>	<b>7,5</b>	<b>7</b>

Fuente: Elaboración propia.

**Tabla 5.** Nº alumnos por curso impartido, titulación y Universidad

Titulación	Tipo UMA	Tipo UV	semestre	nº alumnos por grupo impartido <sup>(1)</sup>			
				2010-11		2011-12	
				UMA	UV	UMA	UV
Grado en Turismo	Obligatoria 4,5 ECTS=3T+1,5P	Básica 6 ECTS=3T+3P	2º	184(3)	117(2)	129(2)	86(1)
<b>Promedio de alumnos por grupo</b>				<b>61</b>	<b>59</b>	<b>65</b>	<b>86</b>

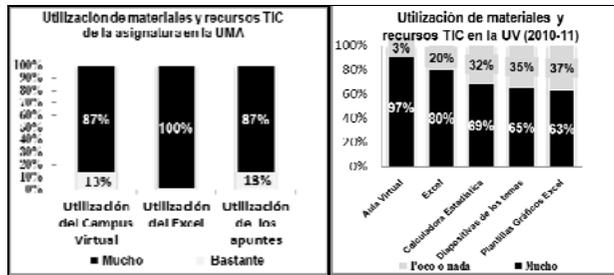
(1) Número de grupos entre paréntesis.

Fuente: Elaboración propia.

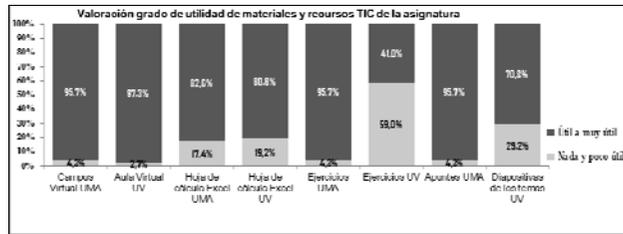
### Resultados de la valoración de los estudiantes sobre la asignatura

El primer aspecto que han valorado los estudiantes se refiere a la utilización de los recursos TIC y materiales cuyos resultados se muestran en los gráficos 2 y 3. En éstos puede apreciarse que los más utilizados en ambas Universidades por los estudiantes son las Plataformas Virtuales respectivas, el programa Excel y el material de apoyo proporcionado por el profesor (apuntes o diapositivas). Además, se puede observar en el gráfico 4, que esos mismos son los recursos mejor valorados por los estudiantes en relación a su grado de utilidad. Sin embargo, existen diferencias en cuanto al siguiente recurso TIC más utilizado: los cuestionarios de autoevaluación para la UMA y la Calculadora Estadística para la UV.

También se aprecian diferencias en la valoración de los estudiantes del material de ejercicios: el 95,7% de los estudiantes de la UMA % lo consideran útil o muy útil mientras que en la UV este porcentaje es del 41% (ver gráfico 5).

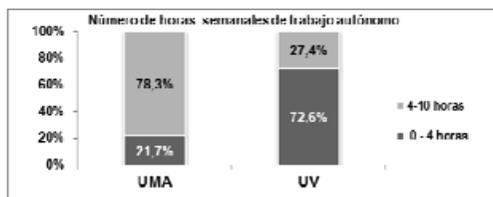


**Gráficos 2 y 3.** Utilización de materiales y recursos TIC en la UMA y UV. (Fuente: elaboración propia)



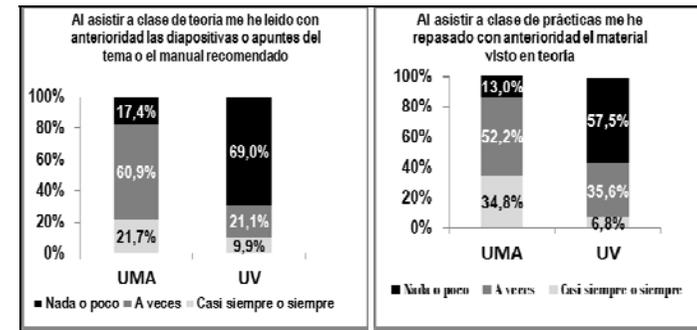
**Gráfico 4.** Valoración del grado de utilidad de materiales y recursos TIC de la asignatura en ambas universidades. (Fuente: elaboración propia)

En otro orden de ideas, en relación al trabajo autónomo, en el gráfico 5 se encuentra la distribución del número de horas semanales que los estudiantes dedican al trabajo autónomo de la asignatura. Se puede destacar que hay grandes diferencias en las horas de estudio que los alumnos han estimado, así en la UMA alrededor del 78% han estudiado entre 4-10 horas semanales mientras que esas horas solo representan el 27% en la UV.

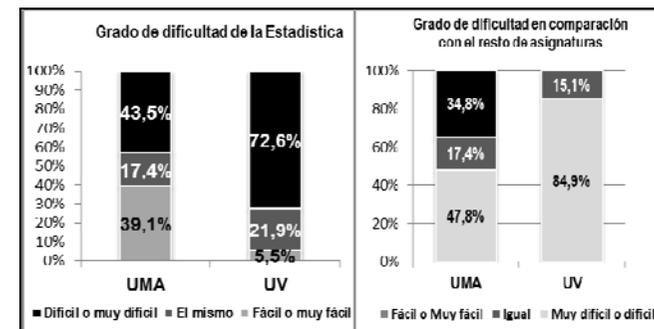


**Gráficos 5.** Número de horas semanales de trabajo autónomo. (Fuente: elaboración propia)

Si se detalla esta dedicación al trabajo autónomo se puede apreciar a qué aspectos dedica mayor parte del mismo. En la UV, un 69% nunca o casi nunca asiste a clase de teoría habiéndose leído previamente las diapositivas o el manual recomendado y un 57,5% asiste a clase de prácticas sin haberse repasado con anterioridad el material visto en teoría. En lo que respecta a la UMA los porcentajes respectivos ascienden al 17 y 13%. En este sentido, las diferencias son notables entre ambas universidades respecto a la motivación de los estudiantes por el trabajo autónomo. Este hecho habrá que tenerlo en cuenta a la hora de analizar los rendimientos académicos en el siguiente apartado.



**Gráficos 6 y 7.** Trabajo autónomo antes de asistir a clase de teoría y práctica. (Fuente: elaboración propia)



**Gráficos 8 y 9.** Grado de dificultad de la asignatura y en comparación a otras. (Fuente: elaboración propia)

De igual modo, en el gráfico 8 se detectan diferencias sustanciales en la valoración de dificultad de la asignatura ya que un 43% de los estudiantes malagueños opinan que es difícil o

muy difícil frente a un 73% de los estudiantes valencianos. En términos relativos (gráfico 9), la discrepancia es grande por cuanto en la UMA un 48% consideran difícil o muy difícil frente a un 85% en la UV.

### Resultados académicos

La evaluación del alumno es la componente de la evaluación por excelencia. Los resultados fueron muy similares en ambas universidades, aunque el porcentaje de aprobados fue ligeramente más elevado en la UV para ambos cursos académicos, tal y como se desprende de los resultados de la tabla 6.

El distinto sistema de evaluación continua ha provocado notables diferencias en el seguimiento de la evaluación continua completa. Así, los participantes en la evaluación continua completa han sido de un 74% en la UV frente a un 32% en la UMA (2010-11). En la incompleta el porcentaje de participantes es similar (16% UV - 18% UMA) y de los que han realizado la evaluación completa han aprobado un 65% en la UV frente a un 90% en la UMA. Merece la pena destacar que ningún alumno de los que no siguieron la evaluación aprobó la asignatura. Comparando éste último dato con los que si realizaron la evaluación continua completa resulta obvio que el trabajo desarrollado en la evaluación continua favorece la adquisición de conocimientos y el rendimiento académico.

**Tabla 6.** Rendimiento académico de los estudiantes analizados en Estadística del Grado de Turismo durante el curso 2010-11 en ambas universidades.

Indicadores de rendimiento académico	CURSO ACADÉMICO							
	2010-11(a)						2011-12 (d)	
	UMA			UV (a)			UMA	UV
	1ª conv.	2ª conv.	Resultado final del curso	1ª conv.	2ª conv.	Resultado final del curso	1ª conv.	1ª conv.
Matriculados	184	122	184	117	82	117	62	86
Presentados/matriculados	58%	20%	-	47%	40%	-	48%	62%
Aptos/Presentados	59%	60%	-	64 %	70%	-	70%	74%
Aptos/Matriculados	45%	12%	46%	30%	28%	50%	34%	46%
No presentados a ninguna convocatoria/Matriculados	-	-	38%	-	-	39%	-	-

Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de las 2 convocatorias.

(a) Datos correspondientes a 3 grupos de un total de 4 grupos en UMA y a 2 grupos de 3 grupos en UV.

(b) En segunda convocatoria respecto a matriculados no aptos o no presentados en la 1ª convocatoria.

(c) Presentados a alguna de las 2 convocatorias ordinarias / total matriculados en el curso.

(d) Información correspondiente a un grupo. En la UMA, el grupo inicial era de 75 alumnos, 13 alumnos de los cuales se cambiaron en el primer semestre de estudios.

Por último, en Málaga y en un solo grupo, antes de comenzar la asignatura de Estadística, que se imparte en el 2º semestre, destaca un abandono del 21% de los alumnos inicialmente matriculados del Grado de Turismo. Además, la asistencia ha dejado de ser obligatoria durante el curso 2011-12 y merece mencionar una bajada de asistencia respecto al año anterior de un 50% desde el primer día de clase inclusive, lo cual puede ser un síntoma de la falta de interés hacía la asignatura. Así pues, se hace preciso profundizar las causas de este abandono y falta de asistencia.

**Tabla 7.** Seguimiento de la evaluación continua (curso 2010-11 y 2011-12).

Evaluación continua completa curso 2010-11(*)			
Universidad	Participantes	Participantes/Matriculados	Aprobados/Participantes
UMA	52	28%	67,4%(**)
UV	86	74%	65,1%
Evaluación continua completa curso 2011-12 (**)			
Universidad	Participantes	Participantes/Matriculados	Aprobados/Participantes
UMA	20	32,8%	90%
UV	61	71%	60,7%
Evaluación continua incompleta curso 2010-11(***)			
Universidad	Participantes	Participantes/Matriculados	Aprobados/Participantes
UMA	60	32%	nd
UV	19	16%	10,5%
Evaluación continua incompleta curso 2011-12(***)			
Universidad	Participantes	Participantes/Matriculados	Aprobados/Participantes 1ª convoc.
UMA	12	17,7%	25%
UV	17	20%	11,8%
No participación en la evaluación continua 2011-12			
Universidad	No Participantes	No participantes/Matriculados	Aprobados/No Participantes
UMA	30	48,4%	0%
UV	8	9,3%	0%

Fuente: Elaboración propia a partir de actas (junio 2012).

(\*) Datos relativos a 3 grupos en UMA y de 2 grupos en UV.

(\*\*) En 2011-12 los datos son relativos a 1 grupo de 4 en UMA.

(\*\*\*) Por evaluación incompleta se entiende que el alumno participó en alguna prueba de evaluación continua, incluyendo alumnos Erasmus.

**Tabla 8.** No presentados y abandono en el Grado de Turismo (curso 2011-12).

No presentados				
Convocatoria	Universidad	alumnos	% no presentados/ matriculados	
1ª conv.2011-12	UMA	30	48,4 %	
	UV	12	-	
Abandono en 1º Grado (1)				
Curso académico	Universidad	Matriculados inicialmente	Nº alumnos que abandonan	% abandono/matriculados iniciales
2011-12	UMA (a)	72	12	17%
	UV	-	-	-

Nota: (a) En UMA se refiere a un solo grupo.

## CONCLUSIONES: VALORACIÓN DE LA EXPERIENCIA Y COMPARACIÓN CONJUNTA

El objetivo último de este trabajo es conocer a nuestros alumnos y mejorar el proceso de enseñanza-aprendizaje. A continuación, damos respuesta a las cuestiones inicialmente planteadas:

- ¿Es el perfil del estudiante de primero del Grado en Turismo similar en ambas Universidades? En términos generales, las características generales son bastantes similares si bien, en los cursos académicos referenciados, existen diferencias relevantes en la opción de elección del Grado (75% UMA, 58%UV).
- ¿Qué diferencias y similitudes hay entre las metodologías docentes y sistemas de evaluación empleados? Aunque el peso de la puntuación es similar (2,5 UMA-3 UV), las actividades puntuables son diferentes dando un mayor peso en Valencia a las practicas dirigidas (0,5 UMA-2 UV). Además, en Málaga aunque existen prácticas dirigidas con Excel, éstas no se imparten en el aula de informática.
- ¿Qué opinan los alumnos sobre estos aspectos? Tienen opiniones similares de la utilidad de los principales materiales y recursos TIC de la asignatura pero existen diferencias notables en las horas dedicadas al trabajo autónomo y en la valoración del grado de dificultad de la asignatura.
- ¿Hay diferencias importantes en los resultados académicos? Los resultados de la 1ª convocatoria son similares. El distinto sistema de evaluación continua ha provocado notables diferencias en el seguimiento de la evaluación continua completa. Así, los

participantes en la evaluación continua completa han sido de un 74% en la UV frente a un 32% en la UMA. En la incompleta el porcentaje de participantes es similar (16% UV - 18% UMA). De los que han realizado la evaluación completa han aprobado un 65% en la UV frente a un 90% en la UMA. La mayor dedicación al trabajo autónomo puede ser uno de los factores explicativos del mayor rendimiento de los alumnos de la UMA.

## REFERENCIAS

- Martínez de Lejarza Esparducer, I. y Martínez de Lejarza Esparducer, J. (2011). "Adaptación de la Metodología Docente GCID-TIC a la Asignatura Estadística Básica del Grado en ADE" en J. M. Pavia, R. Martínez, F. G. Morillas (Eds.), *Experiencias de Innovación Docente*, Valencia, Reproexpres, S.L., pp. 49-65.
- Martínez de Lejarza Esparducer, J. (2010). "Contenedor Hipermedia de Estadística Aplicada a la Economía y las Ciencias Sociales (CEACES). Una aproximación", @tic. *Revista de Innovación Educativa*, 5. Julio-Diciembre 2010, pp. 77-88.
- Martínez Verdú, R. y Yagüe Perales, R. (2011) "La experiencia del GCID de Estadística en el Grado de Turismo" en J. M. Pavia, R. Martínez, F. G. Morillas (Eds.), *Experiencias de Innovación Docente*, Valencia, Reproexpres, S.L., pp. 67-79.
- Benítez Márquez, M. D.; Cruces Pastor, E. M.; De Haro García, J. y Sarrión Gavilán, M. D. (2010). "Aprendizaje Basado en Problemas a través de las TIC" en *Investigaciones de Economía de la Educación*, vol. 5, 59, pp 1167-1184 de Asociación de Economía de la Educación (AEDE).
- Universidad de Málaga (2009). Formulario de Verificación del Título de Grado en Turismo, [última consulta, 2012.05.16].
- Universitat de València (2009). Documento de Solicitud de Verificación del Título de Grado en Turismo, pp. 33. [http://www.uv.es/graus/qualitat/MV/V/1317\\_MV.pdf](http://www.uv.es/graus/qualitat/MV/V/1317_MV.pdf) [última consulta, 2010.04.19].
- Vázquez Ferri, C., Pérez Rodríguez, J., Espinosa Tomás, J., Hernández Poveda, C., Mas Candela, D., Miret Marí, J.J., Roig Hernández, A.B. e Illueca Contri, C. (2011). "Herramienta virtual para la optimización del trabajo en el laboratorio docente" en: IX Jornadas de Redes de Investigación en Docencia Universitaria: diseño de buenas prácticas docentes en el contexto actual / coordinadores, Mª Teresa Tortosa Ybáñez, José Daniel Álvarez Teruel, Neus Pellín Buades. Alicante: Universidad de Alicante, 2011. ISBN 978-84-694-9813-2, pp. 796-805. <http://hdl.handle.net/10045/21157>.

# La asignatura de Estadística en el nuevo Grado de Ingeniería Telemática

**Pilar Sanmartín Fita** <sup>(1)</sup>

*(1) Departamento de Matemática Aplicada y Estadística  
Universidad Politécnica de Cartagena  
Avenida doctor Fleming s/n. Antigua Hospital de Marina. 30202 Cartagena  
e-mail:pilar.sanmartin@upct.es*

## RESUMEN

En este trabajo se analizan los cambios introducidos en la asignatura de Estadística en los nuevos planes de estudio del grado de Ingeniería Telemática con respecto a la asignatura que se impartía en el plan antiguo en la Universidad Politécnica de Cartagena (UPCT). Se realiza un estudio comparativo de ambas asignaturas, en cuanto a cambio de créditos y su distribución. Desde el punto de vista metodológico se discute el uso de diferentes herramientas auxiliares como el programa estadístico R, aunque este programa admite trabajar mediante menú de ventanas, se ha preferido trabajar sin esta opción. La exposición de la parte teórica de la materia se refuerza mediante la utilización de presentaciones tales como las que se pueden realizar con el programa Beamer para poder optimizar el tiempo dedicado a tal fin. Finalmente el uso de la plataforma Moodle que la UPCT pone al servicio de alumnos y profesores a través del Aul@ Virtual se hace esencial para poder evaluar de forma continua al alumno.

## INTRODUCCIÓN

La Universidad Politécnica de Cartagena fue creada en 1998 partiendo de los centros y titulaciones existentes en el Campus de Cartagena que formaba parte entonces de la Universidad de Murcia, incluye actualmente los siguientes centros:

- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Agronómica.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial.
- Escuela Técnica Superior de Ingeniería de Telecomunicación.
- Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Civil.
- Escuela Universitaria de Ingeniería Técnica Naval.
- Facultad de Ciencias de la Empresa.

Y los siguientes centros adscritos:

- Escuela Universitaria de Relaciones Laborales.
- Escuela Universitaria de Turismo.

La Escuela Técnica Superior de Ingeniería en Telecomunicación comenzó su actividad en el curso académico 1999/2000 impartiendo las titulaciones de Ingeniería de Telecomunicación e Ingeniero Técnico de Telecomunicación, especialidad en Telemática. A partir del curso académico 2010/2011 se imparten los grados en Ingeniería en Sistemas de Telecomunicación y en Ingeniería Telemática. La asignatura de Estadística está presente en ambos planes de Estudio. En el caso de la Ingeniería Técnica de Telecomunicación (plan antiguo) la asignatura de Estadística se imparte en el segundo cuatrimestre de primer curso, es de carácter obligatorio y consta de 4.5 créditos teóricos y 1.5 créditos prácticos. En el Grado en Ingeniería Telemática también aparece en el segundo cuatrimestre de primer curso como asignatura de tipo básico y un total de 6.0 ECTS.

## COMPARACIÓN DE PLANES

### Distribución de créditos

En el caso de la Ingeniería Técnica de Telecomunicación (plan antiguo) la asignatura de Estadística se imparte en el segundo cuatrimestre de primer curso, es de carácter obligatorio y consta de 6 créditos. En el Grado en Ingeniería Telemática también aparece en el segundo cuatrimestre de primer curso como asignatura de tipo básico y un total de 6.0 ECTS. Aunque en ambos casos hablamos de 6 créditos notar que no se traducen de la misma forma en términos de horas de docencia. En la tablas 1 y 2 se muestran también el desglose en tipo de actividades (donde los créditos se cuentan nuevamente de distinta forma):

**Tabla 1.** Desglose de actividades plan antiguo.

P1 <sup>a</sup>	P2 <sup>b</sup>	P3 <sup>c</sup>
4.5	0.5	1

<sup>a</sup> P1: Clase magistral participativa.

<sup>b</sup> P2: Clase orientada a la resolución de problemas y casos de estudio.

<sup>c</sup> P3: Clase práctica en laboratorio

Se observa que aparece como una actividad nueva a considerar la presentación de trabajos ante el profesor y se da más peso tanto a las clases orientadas a la resolución de problemas y casos de estudio como a las prácticas en el aula de informática.

**Tabla 2.** Desglose de actividades plan nuevo

P1 <sup>a</sup>	P2 <sup>b</sup>	P3 <sup>c</sup>	P4 <sup>d</sup>	P5 <sup>e</sup>	P6 <sup>f</sup>	NP1 <sup>g</sup>	NP2 <sup>h</sup>
0.8	0.4	0.4	0	0.2	0.2	1.5	2.5

<sup>a</sup> P1: Clase magistral participativa.

<sup>b</sup> P2: Clase orientada a la resolución de problemas y casos de estudio.

<sup>c</sup> P3: Clase práctica en laboratorio

<sup>d</sup> P4: Asistencia a seminarios, conferencias, visitas guiadas, etc.

<sup>e</sup> P5: Presentación de trabajos ante el profesor.

<sup>f</sup> P6: Realización de pruebas de evaluación (tiempo de duración de los exámenes y otras pruebas de evaluación en el aula).

<sup>g</sup> NP1: Estudio personal o en grupo de alumnos.

<sup>h</sup> NP2: Preparación de trabajos y ejercicios (incluye tiempo para consulta bibliográfica y documentación).

### Método de Evaluación

En Ingeniería Técnica de Telecomunicación, el método de evaluación consistía en una prueba final compuesta de un examen de tipo teórico con cuestiones y problemas con un peso del 85% sobre la nota final y un examen de prácticas en el aula de informática con un peso del 15%.

En el nuevo grado la forma de evaluación ha cambiado dando un peso mayor a la parte más práctica y valorando el trabajo continuo del alumno de forma que se realiza un examen final con un valor del 60% sobre el total, un examen de prácticas que supone un 20% y otro 20% se evalúa a partir de la exposición y realización de trabajos por parte del alumno. En ambos casos se proporcionan formularios a los alumnos de ayuda para la realización de las pruebas escritas.

### Temario

En el plan antiguo los descriptores del BOE eran los siguientes:

“Probabilidad y variables aleatorias. Estadística descriptiva. Inferencia Estadística”.

En la nueva titulación estos han pasado a: “Fundamentos de la teoría de la probabilidad. Variables aleatorias unidimensionales y multidimensionales. Introducción a los procesos estocásticos. Introducción a la teoría de colas. Conceptos básicos de la Inferencia Estadística.”

Observamos que en el nuevo grado se contempla una introducción a la teoría de los procesos estocásticos y la teoría de colas que no se consideraba con anterioridad. Esto supone una mejora en cuanto a la adecuación de los conceptos tratados por la asignatura a la titulación considerada, sin embargo presenta el reto de poder impartirlos de forma adecuada en tan breve espacio de tiempo y se hace necesario recurrir a la utilización de presentaciones tales

como las que se pueden realizar con el programa Beamer que veremos en la siguiente sección. (Para más información se puede consultar <http://www.teleco.upct.es/>).

## HERRAMIENTAS

### Presentaciones: El Beamer

Como hemos comentado anteriormente el programa aumenta de contenidos y es necesario el uso de herramientas audiovisuales y presentaciones para reforzar la exposición de la parte teórica. El programa Beamer del latex (ver por ejemplo Lafort (1994) y <http://www.latex-project.org/> ) permite realizar presentaciones claras, de forma que las fórmulas matemáticas aparecen de forma clara y precisa, con numeraciones y referencias cruzadas fáciles de actualizar y asimismo los gráficos de interés se pueden incluir sin dificultades. Por ejemplo, en las figuras 1 y 2 podemos ver un extracto del tema correspondiente a variables aleatorias y el modelo normal, en la figura 1 se puede ver como aparecen las fórmulas dentro de recuadros y en la figura 2 aparece el gráfico correspondiente a la distribución  $N(0,1)$  generada previamente con el programa R y exportada como un archivo de tipo eps:

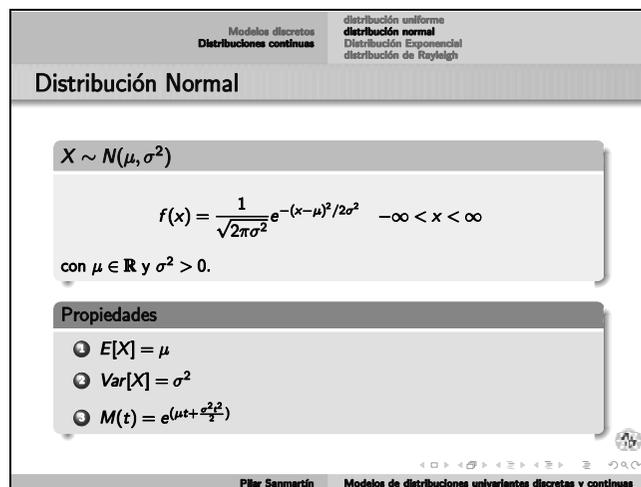


Figura 1. Presentación con Beamer.

(Fuente: Elaboración propia)

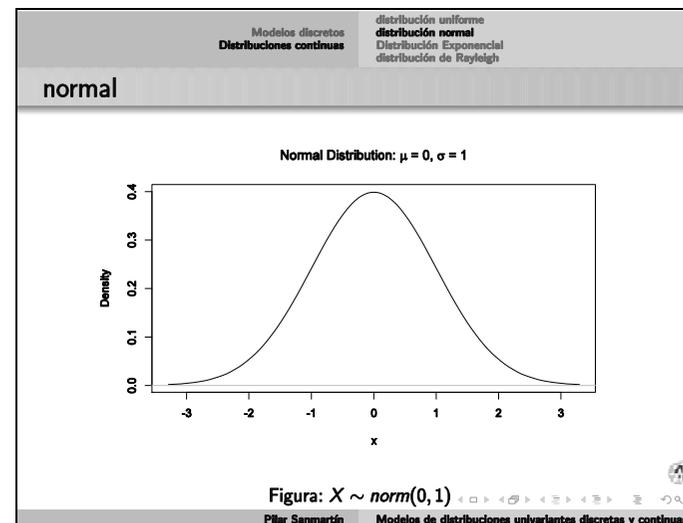


Figura 2. Presentación con Beamer.

(Fuente: Elaboración propia)

### Prácticas: El uso del programa R.

Para la realización de las prácticas de laboratorio en el aula de informática se ha optado por la utilización del programa R (ver [www.r-project.org/](http://www.r-project.org/) ). Se trata de un lenguaje y entorno para el análisis de datos y gráficos que en la actualidad se utiliza ampliamente tanto en el ámbito de la docencia como en el de la investigación. Tiene múltiples ventajas, entre ellas cabe destacar que es de libre distribución lo que facilita el acceso de todos los estudiantes a esta herramienta. Similar aunque con variantes al lenguaje S, funciona además tanto en entorno UNIX como en Windows y MacOS. Abarca el análisis de todos los temas tratados en la asignatura y muchos más y está en continua mejora y actualización (muchas son las referencias respecto a este programa, ver por ejemplo Ugarte, Militino, y Arnholt (2008) o Crawley (2007)).

Este programa admite un interface gráfico mediante el uso de ventanas con el Rcommander. (ver <http://www.rcommander.com> ) sin embargo para el caso de la titulación que nos ocupa, dada la formación paralela que tienen los alumnos en lenguajes de programación hemos

querido aprovechar este hecho y hemos optado por el uso directo del programa. Esto permite una mayor flexibilidad y libertad a la hora de trabajar y ofrece a los alumnos la posibilidad de crearse sus propias funciones. En cuanto al esquema de las prácticas este es el siguiente:

- Primeros pasos en el uso del programa.
- Análisis descriptivo de conjuntos de datos.
- Variables aleatorias: simulación y cálculo de probabilidades.
- Procesos Estocásticos.
- Inferencia Estadística.

Se ha considerado la simulación de variables aleatorias y el análisis práctico de procesos estocásticos como novedad respecto al plan antiguo aprovechando como ya hemos dicho la flexibilidad del R. En la asignatura del plan viejo se usaba el programa statistix (ver <http://www.statistix.com/>) que era un programa de ventanas y no era de libre distribución. Veamos unos pocos ejemplos del uso del R.

Ejemplo1: Generación de variables aleatorias continuas. Método de la transformada inversa. Es bien conocido que si  $U$  sigue una distribución uniforme en  $(0,1)$  y  $F$  es una función de distribución,  $X=F^{-1}(U)$  tiene distribución  $F$ . Considerando por ejemplo

$$F(x) = x^2 \quad 0 < x < 1 \quad (1)$$

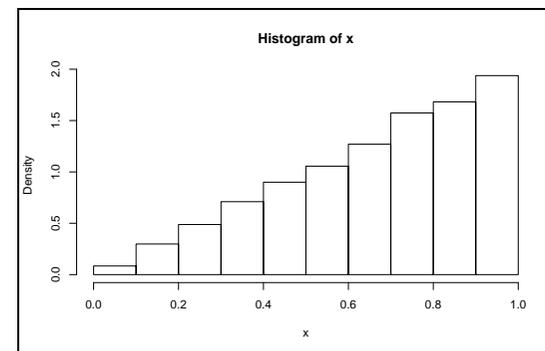
Podemos usar los siguientes comandos:

```
U <- runif ( 1,0,1 )
X <- u ^ ( 1/2 )
```

y pedir que se calcule la función de densidad asociada, que se genere 5000 valores de la variable anterior y se construye el histograma asociado, comparando la gráfica obtenida con la densidad teórica correspondiente:

```
u <- runif ( 5000,0,1 )
x <- u ^ (1/2)
hist ( x, prob=T )
```

cuyo resultado aparece en la figura 3.



**Figura 3.** Salida de R.  
(Fuente: Elaboración propia)

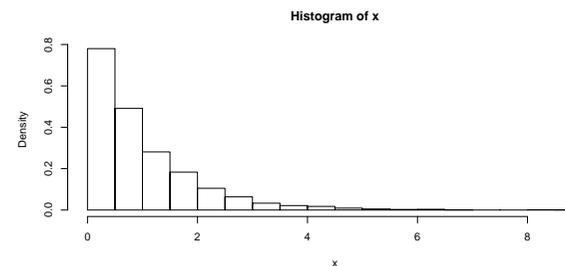
Podemos también generar 5000 valores de una variable exponencial de media 1 y construir el histograma asociado, comparando la gráfica obtenida con la densidad teórica correspondiente.

$$F(x) = 1 - e^{-x} \quad x = \log(1 - u) \quad (2)$$

Con R:

```
u <- runif ( 5000,0,1 )
x <- -log ( 1-u )
hist ( x, prob=T )
```

cuyo resultado aparece en la figura 4.

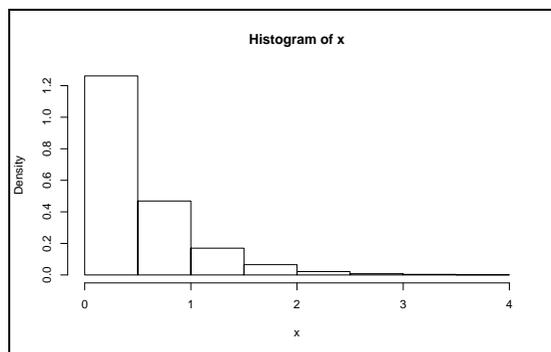


**Figura 4.** Salida de R.  
(Elaboración propia)

Y en general simular cualquier exponencial, notando que si X sigue una distribución exponencial de parámetro  $\lambda$ , entonces  $\lambda X$  sigue una distribución exponencial de media 1. Generemos 5000 valores de una variable exponencial de parámetro  $\lambda$  igual a 2, construimos el histograma asociado, y comparamos la gráfica obtenida con la densidad teórica correspondiente mediante R:

```
lambda<-2
u<-runif(5000,0,1)
x<--(1/lambda)*log(1-u)
hist(x,prob=T)
```

cuyos resultados aparecen en la figura 5.



**Figura 5.** Salida de R.  
(Fuente: Elaboración propia)

Incluso podemos generar un proceso de Poisson utilizando la relación que sigue con el modelo exponencial (ver Ross (2007)). Por ejemplo, supongamos que el número medio de clientes que llegan a un almacén es de cuatro en una hora. Podemos simular el tiempo que transcurre hasta la llegada de un cliente nuevo y el número de clientes que aparecen en una hora, de forma muy sencilla con R:

<ul style="list-style-type: none"> <li>• Tiempo entre llegadas</li> </ul> <pre>lambda&lt;-4 u&lt;-runif(1,0,1) x&lt;--(1/lambda)*log(u)</pre>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Número de clientes</li> </ul> <pre>i&lt;-0 x&lt;--(1/lambda)*log(runif(1,0,1)) if(x&lt;=1 ) i&lt;-1 while(x&lt;=1) {x&lt;-x-(1/lambda)*log(runif(1,0,1)) i&lt;-i+1 }</pre>
---	---

Ejemplo 2: Simulación de una serie temporal.

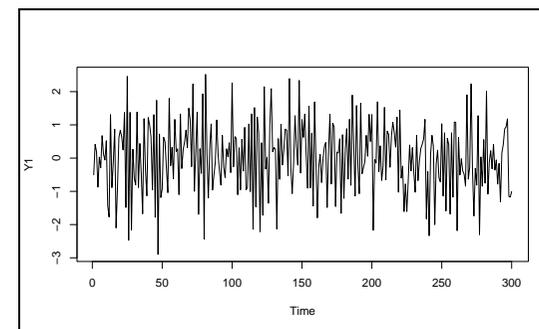
Generemos el proceso AR(1) dado por la expresión:

$$y_t = \phi y_{t-1} + z_t \quad (3)$$

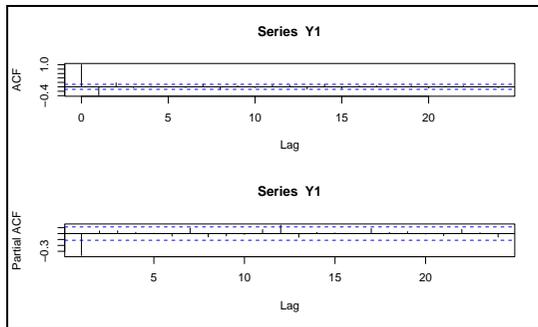
Con Z ruido blanco de varianza 1 y el parámetro del proceso lo tomamos como -0.3. Con R la forma de generar el proceso es muy sencilla (ver Crawley 2007):

```
Z1<-rnorm(300,0,1)
Y1<-numeric(300)
Y1[1]<-Z1[1]
for(i in 2:300)
Y1[i]<--0.3*Y1[i-1]+Z1[i]
plot.ts(Y1)
par(mfrow=c(2,1))
acf(Y1)
acf(Y1,type="p")
```

El resultado aparece en las figura 6 donde vemos la serie simulada y la figura 7 donde aparecen las funciones de autocorrelación simple y parcial muestrales:



**Figura 6.** Serie simulada con R.  
(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 7.** Funciones de autocorrelación simple y parcial muestrales.  
(Fuente: Elaboración propia)

Si ahora quisiéramos ajustar el modelo simulado observando las funciones de autocorrelación muestrales, podríamos ajustar un modelo AR(1) simplemente con el comando de R:

```
ajuste1<-arima(Y1,order=c(1,0,0))
, que daría como resultado:
```

```
Coefficients:
  ar1 intercept
-0.3721  0.0126
s.e.  0.0536  0.0417
```

sigma^2 estimated as 0.982: log likelihood = -423.02, aic = 852.04

Las posibilidades de realizar prácticas versátiles con el programa son muy ampliar ver por ejemplo Ugarte, Militino, y Arnholt (2008).

### **El aula virtual: uso del programa Moodle**

El programa Moodle es la plataforma de software libre sobre la cual funciona el Aul@ Virtual de la UPCT (ver <http://moodle.upct.es/> y <http://moodle.org/>). Permite seguir los accesos de los usuarios. Se pueden obtener informes completos de cada estudiante como por ejemplo veces que ha accedido a cada módulo, se puede integrar el correo electrónico, de forma que los mensajes enviados a foros, comentarios de profesores, etc sean recibidos en dicho correo, aplicación muy útil para comunicarse de forma activa con los alumnos.

De los módulos de que dispone el programa destacamos lo siguiente:

- El Modulo Tarea: permite proponer tareas a los estudiantes con fecha de entrega. Estas pueden ser subidas al servidor y también evaluadas por el profesor, se permite enviarlas de nuevo para su posterior evaluación.
- El Modulo Recurso: Admite la inclusión de archivos y material digital, como unidades temáticas, hojas de problemas, material para las prácticas, acceso directo a páginas web de interés.

Todo lo anteriormente comentado muestra como el programa permite el intercambio de información y material entre profesores y alumnos de forma ágil y continua y en el caso de la asignatura de Estadística tal como se ha enfocado en el nuevo plan de estudios de hace una herramienta esencial.

## **CONCLUSIONES**

Tras realizar un análisis comparativo de la asignatura de Estadística en la Ingeniería Técnica de Telecomunicación (especialidad. Telemática) y los nuevos estudios de grado en Ingeniería Telemática podemos concluir que con el cambio de planes la asignatura de Estadística aumenta en contenidos y también en orientación práctica. Esta nueva estructura hace necesario el uso de herramientas audiovisuales. La exposición de la parte teórica de la materia se refuerza mediante la utilización de presentaciones tales como las que se pueden realizar con el programa Beamer para poder optimizar el tiempo dedicado a tal fin. Para la realización de las prácticas podemos aprovechar las competencias que ha adquirido el alumno de esta titulación en programación para introducir el uso del programa R, sin la opción del menú de ventanas, lo cual permite gran flexibilidad en la elaboración de prácticas avanzadas y permite al alumno crear sus propias funciones. Finalmente el uso del aula virtual permite diseñar clases participativas y una evaluación continua del alumnado. Todas estas herramientas admiten muchas posibilidades, como mejora futura queda por explorar la posibilidad de realizar pruebas de evaluación a través del aula virtual y el estudio de herramientas que permitan integrar el uso del R y el Beamer para generar presentaciones más completas (como por ejemplo con el programa Sweave (ver [www.r-project.org/](http://www.r-project.org/))).

## **REFERENCIAS**

- Brockwell, R.J. y Davis, R.A. (1996). Introduction to Time Series and Forecasting. Ed. Springer Verlag.
- Crawley, M.J. (2007). The R book. Ed. Wiley and sons.
- Lampport, L., (1994). LaTeX: A document preparation system (2nd edition). Ed. Addison-Wesley

Ross, S., (2000). Simulation. Ed. Wiley and sons

Ugarte, M.D., Militino, A. y Arnholt, A. (2008). Probability and Statistic with R. CRC press. Chapman and Hall.

Yates, R., y Goodman, D. (2008). Probability and Stochastic Processes. Ed. Wiley and sons.

## Uso de curvas ROC en predicción del éxito académico en estudiantes de Estadística

**Amparo Oliver <sup>(1)</sup>, Patricia Sancho <sup>(1)</sup>, Laura Galiana <sup>(1)</sup>, Juana-María Vivo <sup>(2)</sup>**

*<sup>(1)</sup> Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento, Facultad de Psicología  
Universitat de València.*

*Av. Blasco Ibáñez, 21, 46010.*

*E-mails: amparo.oliver@uv.es; patricia.sancho@uv.es; laura.galiana@uv.es*

*<sup>(2)</sup> Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa  
Universidad de Murcia, Dirección.*

*E-mail: jmvivomo@um.es*

### RESUMEN

La implantación del EEES revalorizó la importancia de atender tanto la adquisición de conocimientos como de competencias, haciendo necesario en el sistema universitario español sistematizar un proceso de evaluación continua. Este cambio de planteamiento influye en el desarrollo de las materias, especialmente en aquellas de peor rendimiento académico. El objetivo de este trabajo es evaluar y comparar el valor predictivo de diferentes variables en el rendimiento de 180 estudiantes de Estadística del Grado de Psicología, según se mida éste mediante evaluación puntual o continua. Se utilizan regresión logística y análisis ROC para evaluar el valor predictivo del grupo al que pertenecen los alumnos, la asistencia a clase, el interés por la materia, la satisfacción con la asignatura y la utilidad que concede a las sesiones de retroalimentación colectiva, con respecto al rendimiento (mediante evaluación puntual y continua del alumno). Los resultados evidencian efectos diferencialmente significativos entre ambos enfoques de evaluación en el contexto de la asignatura de Estadística.

### INTRODUCCIÓN

Es en la declaración de La Sorbona (Espacio Europeo de Educación Superior, 1998) donde aparece por primera vez el concepto de Espacio Europeo de Educación Superior (EEES) y donde queda plasmada la voluntad de potenciar el conocimiento, señalando la extensión y calidad de la educación como factores decisivos para incrementar la calidad de vida de los ciudadanos, siendo su objetivo principal conseguir la convergencia en materia de Educación Superior en los países miembros de la Unión (Bermúdez, Castro, Sierra y Buela-Casal, 2009). Posteriormente, la Ley Orgánica 6/2001, de 21 de diciembre, de Universidades, señala, que las

Universidades necesitan incrementar su eficacia, eficiencia y responsabilidad, para hacer frente a los cambios sociales. Gran parte de la originalidad y flexibilidad de este sistema se conseguirá mediante el sistema de créditos, como en el Sistema Europeo de Transferencia de Créditos (ECTS), permitiendo la convalidación de los créditos obtenidos. Éste debe generalizarse a todos los estudiantes de la UE, convirtiéndose en un punto de referencia que permitirá la colaboración y el trabajo conjunto y lograr, de este modo, transparencia y calidad en la formación (Espacio Europeo de Educación Superior, 2002). La aplicación de este nuevo sistema de créditos requiere la adaptación del sistema educativo, con nuevas formas de enseñar y de evaluar (Sáiz y Román, 2011), que además permitan que asignaturas equivalentes o convalidables, impartidas en distintos países del EEES, tengan homogeneidad en las formas de evaluación.

La formación y la experiencia docente han de combinarse, garantizando su calidad de aprendizaje, la metodología y la actuación docente, con el fin de la mejora continua y la optimización del proceso de aprendizaje-enseñanza (Pozo, Bretones, Martos y Alonso, 2011). Por tanto, el camino hacia el EEES requiere una revisión de las metodologías docentes, en las que aún adolece de una excesiva importancia del profesor como principal agente, destacando la evaluación de los estudiantes como elemento clave en este necesario proceso de cambio.

Tradicionalmente, el sistema universitario español ha utilizado la evaluación puntual de contenidos, y realizada al final de la asignatura. Al cobrar importancia tanto la adquisición de conocimientos como de competencias, se hizo necesario implantar un nuevo proceso de evaluación continua en el que primara el feedback o la retroalimentación del proceso de enseñanza-aprendizaje, permitiendo al docente y al propio alumno conocer, en cada momento, su estado y evolución, informar de debilidades y fortalezas, y adoptar las medidas necesarias para mejorar los resultados.

Este cambio de planteamiento puede influir, de formas diversas, en la evolución de las materias, sobre todo de las que peor rendimiento académico obtienen. Este es el caso de las materias de estadística que, tanto en educación básica como superior, presentan dificultades de aprendizaje, y por ello protagonizan diferentes investigaciones (Baloglu, 2003; Cherney y Cooney, 2005; Gal y Ginsburg, 1994; Garfield y Ben-Zvi, 2007; Murtonen y Lehtinen, 2003; Shaughnessy, 1992). A pesar de identificarse como útiles y necesarias, este tipo de asignaturas suelen suponer un problema para muchos estudiantes que afrontan con ansiedad el aprendizaje y evaluación de los métodos cuantitativos (Zeidner, 1991; Hauff y Fogarty, 1996). Estos problemas se hacen patentes en los resultados de estudiantes de Psicología (Lehtinen y Rui, 1995; Oliver, Sancho, Sancerni y Pomer, 2011).

Numerosos trabajos han intentado describir los factores influyentes en la evolución y rendimiento académico de asignaturas en las que se estudian métodos cuantitativos (Capshew de 2005, Gal y Ginsburg, 1994; Guàrdia et al, 2006). Variables como la asistencia, la motivación, el interés por la materia, la experiencia previa, las actitudes, las opiniones, o la satisfacción han sido estudiadas como factores importantes que pueden afectar, a los resultados de los estudiantes. Así, varias investigaciones sugieren que los estudiantes de estadística aprenden más y mejor si están motivados por su aprendizaje (Capshew, 2005; Garfield y Ben-Zvi, 2007), y que esta motivación tiene un impacto importante en los resultados académicos de los estudiantes (Cameron, Pierce, Banko y Gear, 2005; Dweck, 1986). El grado de interés hacia la materia se ha relacionado con el éxito de los estudiantes en diferentes materias y áreas (Ainley y Ainley, 2011; Shen, Chen y Guan, 2007; Soric y Palekic, 2009). Así, puesto que algunos autores relacionan la falta de relevancia percibida con la falta de interés (Gal y Ginsburg, 1994), parece apropiado señalar la relación entre la percepción de relevancia de la materia y el rendimiento en la misma (Capshew, 2005). También la asistencia a clase se puede considerar un indicador del compromiso de los estudiantes. Además de interpretarse como motivación e interés, la asistencia a clase en educación superior se relaciona de forma positiva con los resultados de la evaluación (Brocato, 1989; Cheng y Lin, 2008; Gunn, 1993; Jones, 1984; Rocca, 2003; VanBlerkom, 1992).

Otros factores que pueden influir indirectamente en el rendimiento a través de la motivación, el interés, la asistencia a clase y, los resultados académicos, es la satisfacción con el desarrollo de la asignatura. Concretamente, en estadística, el estudio realizado por Guardia et al. (2006) destacó el papel de la satisfacción en el rendimiento académico de los alumnos en un curso de estadística en Psicología.

La retroalimentación también se ha descrito como un factor de mejora en la comprensión y resultados de los estudiantes (Krause, Stark y Mandl, 2009). Conocer y confrontar ideas y errores mejora el proceso de aprendizaje (Garfield y Ben Zvi, 2007), dando a los estudiantes la oportunidad de expresar ideas y ponerlas a prueba, y aprender haciendo (Connors, Mccown y Roskos-Ewoldsen, 1998). Además, parece lógico que los ejercicios de retroalimentación no sólo sean útiles para los estudiantes, sino también para los profesores, ofreciendo información acerca de la comprensión de los estudiantes para adaptar sus recursos y planteamientos en el aula. Sin embargo, la mayor parte de la investigación en retroalimentación, en el área de estadística, es meramente descriptiva, consistente en revisión de literatura previa y elaboración de guías. Un importante estudio realizado en este sentido es el experimento de laboratorio realizado por Krause et al. (2009), en el que los autores evaluaron los efectos de retroalimentación en un contexto de aprendizaje de estadística mediante nuevas tecnologías,

tanto en aprendizaje individual como cooperativo. En esta investigación, se encontró un efecto positivo de la retroalimentación en los resultados del aprendizaje y conocimiento.

En todo este planteamiento, una variable de interés no abordada en la literatura es el efecto diferencial de la experiencia previa del alumno con la asignatura. Es decir, si se trata de alumnos de primera matrícula en la materia o, si por el contrario, son alumnos que repiten la materia por primera, incluso segunda vez. Sin lugar a dudas esta es una variable de interés que podría influir en las expectativas del estudiante y, en consecuencia, en su rendimiento.

El objetivo de este trabajo, siguiendo con la necesidad del desarrollo de estudios comparativos de las formas de evaluación apuntada por la literatura más reciente en este ámbito (Sáiz y Román, 2011), se centra en evaluar y comparar el valor predictivo de diferentes variables con respecto al resultado de la evaluación de estudiantes universitarios, tanto puntual como continua, en el contexto de una asignatura con tradicional medio-bajo rendimiento académico, como es Estadística en Psicología. De este modo se estudiará el efecto diferencial de variables, halladas relevantes en la literatura, como: tipo de grupo al que el alumno pertenece, asistencia a clases teórico-prácticas, interés por la materia, satisfacción con el desarrollo de la asignatura y utilidad que concede a las sesiones de retroalimentación colectiva.

## MÉTODO

### *Participantes y procedimiento*

La muestra consistió en 166 estudiantes de Psicología, 78.9% mujeres y 21.1% hombres, del curso académico 2010-2011. Todos ellos estaban matriculados en la asignatura de Estadística (primer curso de Grado), compartiendo profesora, guía académica, materiales y acceso a una misma plataforma digital. Se dividían en tres grupos de diferentes características, formados naturalmente bajo criterios organizativos del centro, que fijan el orden de matrícula: Grupo 1: 48 alumnos de primera matrícula en estadística. Grupo 2: 61 alumnos de segunda matrícula en estadística, pero con peor expediente académico. Grupo 3: 57 alumnos de segunda matrícula en estadística, pero con buen expediente académico en el resto de asignaturas. Los alumnos interesados en participar en el estudio completaron respondieron, de forma voluntaria, tras finalizar una sesión de retroalimentación grupal en la que los alumnos completaron una prueba sobre la asignatura e hicieron una puesta en común.

### *Instrumentos*

Se aplicó un ómnibus de cuestionarios, compuesto de 61 preguntas organizadas en cinco bloques relacionadas con la asignatura de Estadística de primer curso de Grado de Psicología.

Estos bloques hacían referencia a datos socio-demográficos y sobre la asignatura, ansiedad estadística, procrastinación, métodos de estudio e incluso contaba con una pregunta abierta en la que plasmar sugerencias. No obstante, las variables que centran este estudio forman parte del primer bloque del ómnibus: grupo de pertenencia del alumno, porcentaje de asistencia a sesiones teóricas, interés y satisfacción por la materia, y utilidad de las pruebas colectivas. Las respuestas se registraron en base a indicadores de 0 a 10. Por otra parte, como medida de rendimiento, se tuvieron en cuenta dos evaluaciones diferentes de los mismos alumnos. Por una parte se registró el resultado de la evaluación final del primer cuatrimestre, es decir, la calificación individual sólo basada en el examen. Por otra parte, se obtuvo la calificación en base a la evaluación continua del mismo cuatrimestre, formada por la nota del examen (50%), las entregas que suponían un control del rendimiento (40%) y un informe integrador que realizaban al final (10%).

### *Análisis de datos*

El resultado de los alumnos universitarios en la evaluación puntual, y paralelamente en la continua, fue dicotomizado mediante la codificación dada por  $Y_i = 1$  si el alumno tiene éxito en la evaluación, y  $Y_i = 0$  si el alumno no tiene éxito en la evaluación, en el rendimiento académico de cada alumno para ambas evaluaciones en la asignatura de Estadística de primer curso de Grado de Psicología. Los estados establecidos son mutuamente excluyentes y fueron etiquetados como “éxito” y “fracaso”, respectivamente; siendo el primero la condición de interés.

En este contexto, el objetivo se centró en el estudio del efecto diferencial sobre el éxito del alumno en la evaluación puntual, y análogamente en la continua, de las siguientes variables: tipo de grupo al que el alumno pertenece (G), asistencia a clases teórico-prácticas (A), interés por la materia (I), satisfacción con el desarrollo de la asignatura (S) y utilidad que concede a las sesiones de retroalimentación colectiva (U).

El análisis estadístico fue elaborado utilizando el paquete estadístico SPSS 19. Para la modelización del rendimiento del alumno se usó regresión logística debido a la naturaleza dicotómica de la variable respuesta, “éxito” o “fracaso” en la evaluación. En ambos casos, la estimación de la relación de las variables predictoras (G, A, I, S y U) con la variable dependiente aporta un instrumento que permitirá, por un lado, caracterizar el perfil de rendimiento de un estudiante con éxito y por otro, obtener una estimación de la probabilidad de la presencia de éxito. En este sentido, cabe señalar la influencia de cada variable independiente, estadísticamente significativa, sobre la respuesta en términos de las odds ratios, i.e., cuantificando el número de veces que es más probable que se presente éxito que

fracaso. De manera que una  $OR > 1$  asociada a una variable predictora indicaría un aumento en la probabilidad de éxito respecto de fracaso de un alumno cuando aumenta dicho predictor y una  $OR < 1$  implicaría una disminución.

Si bien, las técnicas estadísticas de predicción, la regresión logística entre otras, suministran un instrumento y su bondad de ajuste; además, el análisis de curvas ROC (Receiver Operating Characteristic) nos permite obtener un criterio de decisión, punto de corte óptimo del grado de rendimiento estimado, para discriminar a los estudiantes con éxito de los estudiantes sin éxito y una medida de la capacidad de clasificar correctamente (véase Franco y Vivo (2007) y Vivo y Franco (2008) entre otros). En otras palabras, se considera la probabilidad estimada de la presencia de éxito para cada uno de los estudiantes de la muestra y la variable binaria, alumno con éxito y alumno con fracaso. Concretamente, la clasificación en éxito o en fracaso se basa en si la probabilidad estimada para cada alumno por el modelo, es mayor o menor que un determinado límite de probabilidad o punto de corte fijado, lo que se identifica como respuesta positiva o negativa del modelo, respectivamente. La concordancia entre las predicciones del modelo y las observaciones en la muestra para un punto de corte se presenta en una tabla de doble entrada, denominada matriz de confusión ROC, como se muestra en la Tabla 1.

**Tabla 1.** Matriz de confusión ROC.

	<i>Éxito</i>	<i>Fracaso</i>	
	Verdadero	Falso	
Positivo	Positivo (VP)	Positivo (FP)	VP + FP
Negativo	Falso Negativo (FN)	Verdadero Negativo (VN)	FN + VN
	VP + FN	FP + VN	

Fuente: Elaboración propia.

La matriz de confusión recoge las frecuencias absolutas de las clasificaciones correctas e incorrectas, que se denominan:

- Verdaderos positivos (VP): el modelo predice como éxito a un estudiante que supera la evaluación (la clasificación es correcta).
- Falsos positivos (FP): cuando el modelo predice como éxito a un estudiante que no supera la evaluación (la clasificación es incorrecta).
- Falsos negativos (FN): cuando el modelo predice como fracaso a un estudiante que

supera la evaluación (la clasificación es incorrecta).

- Verdaderos negativos (VN): cuando el modelo predice como fracaso a un estudiante que no supera la evaluación (la clasificación es correcta).

Asimismo, dos medidas usuales de la capacidad de discriminación del modelo pueden ser obtenidas de la matriz de confusión:

- Sensibilidad (Se): proporción de alumnos con éxito clasificados correctamente por el modelo, también llamada Fracción de Verdaderos Positivos (FVP) y viene dada por:  $Se = VP / (VP + FN)$ .
- Especificidad (Sp): proporción de alumnos sin éxito clasificados correctamente por el modelo, también llamada Fracción de Verdaderos Negativos (FVN) y viene dada por:  $Sp = VN / (FP + VN)$ .

La sensibilidad, especificidad y sus complementarios, fracción de falsos positivos y fracción de falsos negativos, respectivamente, dependen del punto de corte, i.e., varían respecto a dicho punto. Frente a las medidas de sensibilidad y especificidad puntuales, la representación gráfica del par ordenado  $(1 - Sp, Se)$  para todos los puntos de corte posibles, conocida como curva ROC, proporciona una idea de la capacidad global de discriminación del modelo. En la práctica, a pesar de que la discriminación total entre alumnos con éxito y alumnos sin éxito no es posible, el procedimiento estadístico de curvas ROC especificará el criterio de decisión para minimizar los falsos positivos y los falsos negativos que puedan producirse.

A pesar de la utilidad de las curvas ROC para evaluar la capacidad de discriminación del modelo de clasificación estimado, en este caso de regresión logística, es habitual resumir su información en un único índice global, conocido como área bajo la curva ROC. De manera abreviada se denota por AUC y varía entre 0.5 (discriminación aleatoria) y 1 (discriminación perfecta). Hanley y McNeil (1982) interpretan este valor como la probabilidad de que sea mayor la respuesta del modelo bajo presencia de éxito entre dos alumnos seleccionados aleatoriamente de cada subgrupo. Su interpretación probabilística y su condición de índice de discriminación objetivo, véanse Metz (1986), Fielding y Bell, (1997), Franco y Vivo, (2007; 2008) entre otros, han contribuido en su uso generalizado para evaluar la capacidad de discriminar de un modelo.

## RESULTADOS

Para estimar el modelo de regresión logística se usó el método de selección de variables de Wald hacia delante, con p-valor de entrada = .05, que, en cada paso, introduce la covariable con el menor p-valor (<.05), calculado utilizando el test de Wald.

En la primera parte del análisis estadístico nos centramos en el éxito de los alumnos en la evaluación puntual. La utilidad de las sesiones de realimentación colectiva (U) y el tipo de grupo (G) fueron las variables predictoras, del conjunto inicialmente considerado, estadísticamente significativas en el modelo de regresión logística estimado para predecir la probabilidad de éxito del alumno en la evaluación puntual ( $p = .023$  y  $p = .032$ , respectivamente). Los resultados del modelo de regresión logística se muestran en la Tabla 2.

**Tabla 2.** Resultados de la regresión logística para el rendimiento en la evaluación puntual.

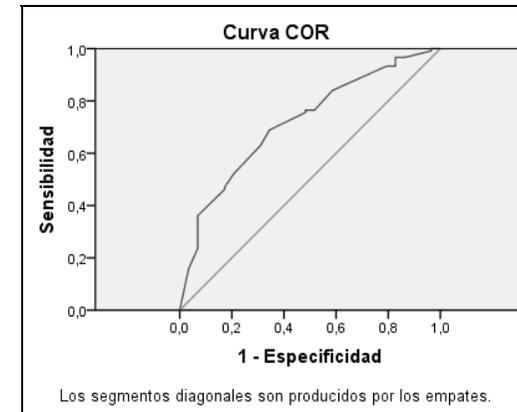
		$\beta$	ET	Wald	gl	p	$e^{\beta}$			
							odds ratio	$\chi^2$	gl	p
Variables predictoras	U	.329	.145	5.191	1	.023	1.390			
	G			6.855	2	.032				
	G (1)	-1.342	.719	3.489	1	.062	.261	-	-	-
	G (2)	-1.767	.676	6.824	1	.009	.171	-	-	-
	Constante	-.111	1.307	.007	1	.932	.895	-	-	-
Prueba de Hosmer-Lemeshow		-	-	-	-	-	-	3.306	8	.914
Significación global del modelo		-	-	-	-	-	-	15.041	3	.002

Notas: gl= grados de libertad;  $Y_i$ , variable binaria que toma los valores 1, si el alumno tiene éxito en la evaluación y 0, si el alumno no tiene éxito (fracaso). Se consideró como categoría de referencia de la covariable categórica G el Grupo 3.  
Fuente: Elaboración propia.

El análisis de bondad del ajuste mediante el estadístico  $\chi^2$  de Lemeshow y Hosmer con p-valor igual a .914 valida el modelo obtenido al indicar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre lo observado y lo predicho. Asimismo, la  $\chi^2$  correspondiente al contraste para el modelo completo indica que las variables independientes del modelo ajustado contribuyen significativamente a la predicción de la probabilidad de éxito ( $p = .002$ ).

El modelo estimado resulta sencillo de interpretar en términos de los odds ratios correspondientes a cada predictor, cuando se consideran fijadas el resto de predictores del modelo:

$$\text{Odds (éxito evaluación puntual)} = \exp(-.111 + .329 \cdot U - 1.342 \cdot G(1) - 1.767 \cdot G(2))$$



**Figura 1.** Área bajo la curva ROC en evaluación puntual.

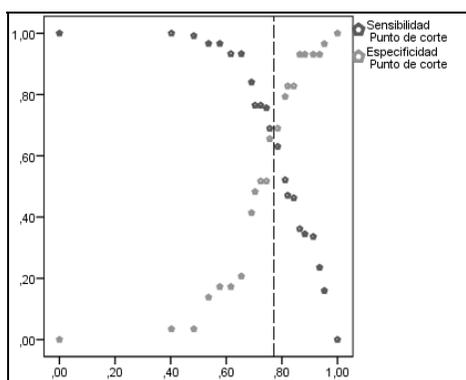
(Fuente: Elaboración propia)

Así, el odds ratio de 1.390 para la utilidad que concede a las sesiones de retroalimentación colectiva (U) indica que para cada unidad que aumente esta variable independiente, la probabilidad de estar en el grupo de los alumnos con éxito con respecto a la de estar en el grupo con fracaso aumenta en .390. Además, el tipo de grupo al que el alumno pertenece (G) es estadísticamente significativo ( $p = .032$ ) y sus respectivos odds ratios indican que, fijados los efectos de la otra variable del modelo (U).

- Para los alumnos del Grupo 3 es 3.83 veces más probable lograr el éxito que para los alumnos del Grupo 1.
- Para los alumnos del Grupo 3 es 5.85 veces más probable lograr el éxito que para los alumnos del Grupo 2.
- La curva ROC fue considerada para evaluar la capacidad de discriminación del modelo estimado para el éxito o fracaso en la evaluación puntual para todos los puntos de corte posibles. La proporción de alumnos con éxito correctamente clasificados (sensibilidad) frente a la proporción de alumnos sin éxito incorrectamente clasificados

(complementario de la especificidad) son representados para obtener la curva ROC que se muestra en la Figura 1.

La capacidad de discriminación del modelo para la evaluación puntual fue evaluada mediante el área bajo la curva ROC (AUC). Concretamente, el AUC fue de  $.718 \pm .051$  (IC 95%  $.618-.818$ ), que según el criterio de Hosmer y Lemeshow (2000), indica discriminación aceptable. Además, el punto de corte óptimo de la curva ROC fue  $.771$ , ya que la sensibilidad y especificidad se cruzan entre  $.756$  y  $.785$  y se corresponden con el valor que minimiza los resultados de los falsos negativos y los falsos positivos, como se muestra en la Figura 2.



**Figura 2.** Punto de corte óptimo de la curva ROC para evaluación puntual.

Fuente (Elaboración propia)

Notas: Curva descendente: sensibilidad, punto de corte; Curva ascendente: especificidad, punto de corte.

Análogamente, estudiamos el éxito de los estudiantes en la evaluación continua. Los resultados del modelo de regresión logística se muestran en la Tabla 3.

El análisis de calibración del modelo (prueba de bondad del ajuste) mediante el estadístico  $\chi^2$  propuesto por Lemeshow y Hosmer con  $p = .727$  valida el modelo obtenido al indicar que no existen diferencias estadísticamente significativas entre lo observado y lo predicho. Asimismo, la  $\chi^2$  correspondiente al contraste para el modelo completo indica que las variables independientes del modelo ajustado contribuyen significativamente a la predicción de la variable ( $p = .011$ ).

El modelo estimado se interpretó en términos de odds ratios correspondiente al único predictor del modelo:

$$\text{Odds (éxito evaluación continua)} = \exp(-1.542 + .503 \cdot S)$$

En este sentido, la satisfacción con el desarrollo de la asignatura (S) es la única variable predictora estadísticamente significativa para predecir la probabilidad de éxito en la evaluación continua ( $p = .011$ ), y su odds ratio de 1.654 indica que para cada unidad que aumente esta variable independiente, la probabilidad de estar en el grupo de los alumnos con éxito aumenta en  $.654$ .

**Tabla 3.** Resultados de la regresión logística para el rendimiento en la evaluación continua.

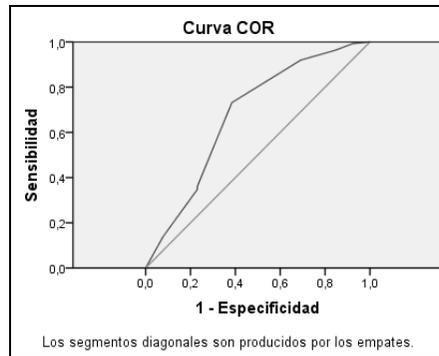
		$\beta$	ET	Wald	gl	p	$e^\beta$ odds ratio	$\chi^2$	gl	p
Variables predictoras	S	.503	.197	6.497	1	.011	1.654	-	-	-
	Constante	-1.542	1.474	1.095	1	.295	.214	-	-	-
Prueba de Hosmer-Lemeshow		-	-	-	-	-	-	2.048	4	.727
Significación global del modelo		-	-	-	-	-	-	6.453	1	.011

Nota: gl= grados de libertad;  $Y_1$ , variable binaria que toma los valores 1, si el alumno tiene éxito en la evaluación y 0, si el alumno no tiene éxito (fracaso). Se consideró como categoría de referencia de la covariable categórica G el Grupo 3.

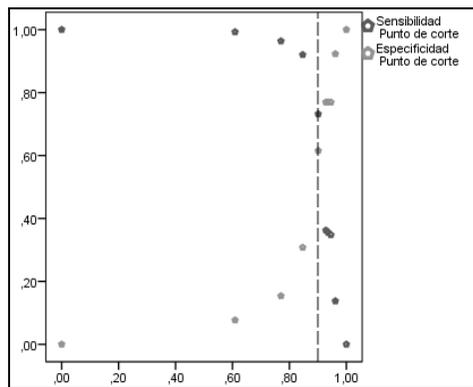
Fuente: Elaboración propia.

De manera similar a como se procedió en el rendimiento de la evaluación puntual, las curvas ROC fueron aplicadas para evaluar la capacidad de discriminación para todos los puntos de corte posibles (ver Figura 3).

La capacidad de discriminación del modelo se evaluó mediante el área bajo la curva ROC (AUC). En particular, AUC fue de  $.678 \pm .088$  (IC 95%  $.505-.851$ ), que según el criterio de Hosmer y Lemeshow (2000), indica que el modelo predictivo obtenido, con la única variable predictora estadísticamente significativa S no tiene suficiente capacidad de discriminación para clasificar a los alumnos con éxito frente a los alumnos con fracaso. El punto de corte óptimo de la curva ROC fue  $.915$ , ya que la sensibilidad y especificidad se cruzan entre  $.901$  y  $.928$ , que se corresponden con el valor que minimiza los resultados de los falsos negativos y los falsos positivos, como se muestra en la Figura 4.



**Figura 3.** Área bajo la curva ROC en evaluación continua.  
(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 4.** Punto de corte óptimo de la curva ROC para evaluación continua.  
(Fuente: Elaboración propia)

*Notas:* Curva descendente: sensibilidad, punto de corte; Curva ascendente: especificidad, punto de corte.

## CONCLUSIONES

El objetivo del presente estudio es evaluar y comparar el valor predictivo de diferentes variables con respecto al resultado de la evaluación continua y puntual, de estudiantes universitarios, en asignaturas de rendimiento más bajo. De este modo, se pone a prueba el

valor predictivo de variables como el tipo de grupo al que pertenece el alumno, la asistencia a clases teórico-prácticas, el interés por la materia, la satisfacción con el desarrollo de la asignatura y la utilidad que concede a las sesiones de retroalimentación colectiva, con respecto al resultados en la evaluación puntual y continua del alumno.

En primer lugar, las sesiones de retroalimentación y el tipo de grupo tienen efecto con respecto a la evaluación puntual. Al igual que ocurre en otras investigaciones al respecto (Krause, Stark y Mandl, 2009), las sesiones de retroalimentación presentan una utilidad elevada, aumentando la probabilidad de que el alumno tenga un rendimiento positivo. Además, manteniendo el resto de variables constantes, el grupo de pertenencia también tiene un efecto en la evaluación puntual. Así, los alumnos con experiencia previa en estadística (de segunda matrícula) y un buen expediente, tienen más probabilidad de obtener resultados positivos en la evaluación puntual que los alumnos de primera matrícula, o los alumnos con experiencia en esta materia (de segunda matrícula) con un peor expediente. Este resultado se hace más patente en el segundo caso, donde los alumnos de segunda matrícula con buen expediente tienen casi seis veces más probabilidad de aprobar que sus compañeros con peor expediente. Este resultado es de gran interés puesto que una variable no abordada tradicionalmente en la literatura resulta tener un efecto importante en el éxito académico de la asignatura. Sin embargo, opuestamente a lo hallado en otros estudios (Ainley y Ainley, 2011; Cheng y Lin, 2008; Guardia et al., 2006) variables estudiadas como la asistencia, el interés o la satisfacción no presentan ningún efecto en el resultado de la evaluación puntual.

En segundo lugar, la evaluación continua presenta resultados muy diferentes a la anterior. En este caso, la única variable con poder predictivo sobre el rendimiento es la satisfacción, con una gran capacidad de aumentar las probabilidades de éxito en la materia. Este resultado coincide con el hallado por Guardia et al. (2006). Sin embargo, tal y como sucedía con la evaluación puntual, variables con peso en la literatura, como la experiencia previa, la asistencia, el interés o la retroalimentación, no presentan ningún efecto en el caso concreto del resultado de la evaluación puntual.

Se observa, así, un efecto diferencial de los dos tipos de evaluación y, por tanto, en el rendimiento del alumnado. Concretamente, al rendimiento medido a través de evaluación puntual en estadística le afectan un mayor número de variables como la experiencia previa o la retroalimentación. Sin embargo, este efecto no se da cuando la evaluación del rendimiento se hace a través de evaluación continua. En este caso, y quizás dado por el esfuerzo continuado que requiere un resultado positivo, y puesto que el resultado del rendimiento se extrae del

trabajo a lo largo del curso, el éxito en la materia se ve afectado, principalmente, por la satisfacción que uno tenga con respecto a la asignatura.

Esta investigación presenta algunas limitaciones relacionadas con la estandarización de las medidas empleadas. Por una parte, el proceso de evaluación continua no está estandarizado, ya que depende de la guía académica consensuada en cada ámbito, pero siempre mantendrá esa característica de evaluar en diferentes ocasiones y diferentes aspectos clave del proceso de enseñanza-aprendizaje. Por otra parte, algunas de las variables son evaluadas mediante indicadores y, en algunas ocasiones, se podrían haber sustituido por instrumentos validados. Además, y dada la complejidad del proceso de enseñanza/aprendizaje, no se han podido contemplar todas las variables que le afectan a éste, como por ejemplo, el tiempo de dedicado a estudiar la asignatura. Estas limitaciones han de guiar las futuras investigaciones. No obstante, este trabajo pone de manifiesto el efecto diferencial de variables determinantes del aprendizaje, en función de cómo se evalúe. Dado que formar parte del EEES ha supuesto un cambio en el proceso de evaluación, se puede afirmar que el proceso europeo se ha convertido en una realidad determinante en la vida de los estudiantes (EEES, 1999).

A este respecto, son muchos los trabajos que han abordado la nueva aplicación de la evaluación continua en Educación Superior, ofreciendo resultados positivos como la evidencia de la preferencia de participar en el curso, el aumento de aprobados (Cano, 2011) o que los alumnos lleven al día la materia (Curty, Comesaña y Márquez, 2010). Sin embargo, también se ha certificado un mayor abandono del curso. Es importante que futuros estudios investiguen esta diferenciación para poder decidir qué es lo mejor para los alumnos, teniendo en cuenta que el papel más importante de la evaluación es mejorar el aprendizaje (Garfield y Gal, 1999). Tal y como señala la declaración de la Sorbona (EEES, 1998), la universidad debe a sus estudiantes, y a la sociedad en general, un sistema de educación superior que ofrezca las mejores oportunidades para buscar y encontrar su propio ámbito de excelencia.

## AGRADECIMIENTOS

Trabajo parcialmente subvencionado por la Fundación Séneca del Gobierno de Murcia (proyecto 11886/PHCS/09).

Laura Galiana es becaria del programa VLC Campus, subprograma d'Atracció de Talent, convocatoria 2011.

## REFERENCIAS

- Ainley, M., y Ainley, J. (2011). Student engagement with science in early adolescence: The contribution of enjoyment to students' continuing interest in learning about science. *Contemporary Educational Psychology*, 36 (1), 4-12.
- Baloglu, M. (2003). Individual differences in statistics anxiety among college students. *Personality and Individual Differences*, 34, 855-865.
- Bermúdez, M. P., Castro, A., Sierra, J. C., y Buela-Casal, G. (2009). Análisis descriptivo transnacional de los estudios de doctorado en el EEES. *Revista de Psicodidáctica*, 14 (2), 193-210.
- Brocato, J. (1989). How much does coming to class matter? Some evidence of class attendance and grade performance. *Educational Research Quarterly*, 13 (3), 2-6.
- Cameron, J., Pierce, W. D., Banko, K. M., y Gear, A. (2005). Achievement-based rewards and intrinsic motivation: A test of cognitive mediators. *Journal of Educational Psychology*, 97 (4), 641-655.
- Cano, M. D. (2011). Students' Involvement in Continuous Assessment Methodologies: A Case Study for a Distributed Information Systems Course. *IEEE Transactions on Education*, 54, 442-451.
- Capshew, T. F. (2005). Motivating social work students in statistics courses. *Social Work Education*, 24 (8), 857-868.
- Cheng, J., & Lin, T-F. (2008). Class attendance and exam performance: A randomized experiment. *Journal of Economic Education*, 39 (3), 213-227.
- Cherney, I. D., y Cooney, R. R. (2005). Predicting student performance in a statistics course using the mathematics and statistics perception scale (MPSP). *Transactions of the Nebraska Academy of Sciences*. Recuperado de <http://www.icherney.com/Research/Publications/MPSP.pdf>.
- Connors, F. A., Mccown, S. M., y Roskos-Ewoldsen, B. (1998). Unique challenges in teaching undergraduate statistics. *Teaching of Psychology*, 25, 40-42.
- Curty, M., Comesaña, P. y Marquéz, O. W. (2010). Experiencias metodológicas en la titulación de Ingeniería de Telecomunicaciones: utilización de una plataforma de teleenseñanza en el proceso de evaluación continua. *Revista de Formación e Innovación Educativa Universitaria*, 3, 77-87.
- Dweck, C. K. (1986). Motivational processes affecting learning. *American Psychologist*, 41 (10), 1040-1048.
- Espacio Europeo de Educación Superior. (1998). *Declaración de La Sorbona de 25 de Mayo de 1998*. Recuperado de [http://www.eees.es/pdf/Sorbona\\_ES.pdf](http://www.eees.es/pdf/Sorbona_ES.pdf).
- Espacio Europeo de Educación Superior. (1998). *Declaración de Bolonia. 19 de Junio de 1999*. Recuperado de [http://www.eees.es/pdf/Bolonia\\_ES.pdf](http://www.eees.es/pdf/Bolonia_ES.pdf).

Espacio Europeo de Educación Superior. (2002). *El Crédito Europeo y El Sistema Educativo Español*. Recuperado de <http://www.eees.es/pdf/credito-europeo.pdf>.

Fielding, A.H., y Bell, J.F. (1997). A review of methods for the assessment of prediction errors in conservation presence/absence models. *Environmental Conservation*, 24, 221-224.

Franco, M. y Vivo, J. M. (2007). *Análisis de curvas ROC. Principios básicos y aplicaciones*. Madrid: La Muralla.

Gal, I., y Ginsburg, L. (1994). The role of beliefs and attitudes in learning statistics: Towards an assessment framework. *Journal of Statistics Education*, 2 (2), Recuperado de <http://www.amstat.org/publications/jse/v2n2/gal.html>.

Garfield, J., & Ben-Zvi, D. (2007). How students learn statistics revisited: A current review of research on teaching and learning statistics. *International Statistical Review*, 75 (3), 372-396.

Garfield, J. B. y Gal, I. (1999). Assessment and Statistics Education: Current Challenges and Directions. *International Statistical Review*, 61, 1-12.

Guàrdia, J., Freixa, M., Però, M., Turbany, J., Coscolluela, A., Barrios, M., y Rifà, X. (2006). Factors related to the academic performance of students in the statistics course in Psychology. *Quality & Quantity*, 40, 661-674.

Gunn, P. (1993). A correlation between attendance and grades in a first-year psychology course. *Canadian Psychology*, 34 (2), 201-202.

Hanley, J.A., y McNeil, B.J. (1982). The meaning and use of the area under receiver operating characteristic (ROC) curve. *Radiology*, 134 (1), 29-36.

Hauff y, H. M. y Fogarty, G.J. (1996) Analysing problem solving behaviour of successful and unsuccessful students. *Instructional Science*, 24, 397-409.

Hosmer, D.W., & Lemeshow, S. (2000). *Applied Logistic Regression* (2ª Ed.). New York, Chichester, Wiley.

Krause, U., Stark, R., y Mandl, H. (2009). The effects of cooperative learning and feedback on e-learning statistics. *Learning and Instruction*, 19, 158-170.

Lehtinen, E., y Riu, E. (1995). Computer-supported complex learning: An environment for learning experimental methods and statistical inference. *Machine-Mediated Learning*, 5 (3&4), 149-175.

Metz, C.E. (1986). ROC methodology in radiologic imaging. *Invest. Med.*, 8, 720-733.

Murtonen, M., y Lehtinen, E. (2003). Difficulties experienced by education and sociology students in quantitative method courses. *Studies in Higher Education*, 28 (2), 171-185.

Oliver, A., Sancho, P., Sancerni, D. y Pomer, C. (2011, Mayo). *Utilidad de la retroalimentación grupal como estrategia docente en distintos ámbitos de la EEES*. Poster presentado en el VIII Foro sobre la Evaluación de la Calidad de la Investigación y de la Educación Superior. Santiago de Compostela, SPN.

Pozo, C., Bretones, B., Martos, M. J. y Alonso, E. (2011). Evaluación de la actividad docente en el Espacio Europeo de Educación Superior: un estudio comparativo de indicadores de calidad en universidades europeas. *Revista de Pedagogía*, 69, 145-163.

Sáiz, M. C., y Román, J. M. (2011). Cuatro formas de evaluación en la educación superior gestionadas desde la tutoría. *Revista de Psicodidáctica*, 16 (1), 145-161.

Shaughnessy, M. J. (1992). Research in probability and statistics: Reflections and directions. En D. A. Grouws (Ed.), *Handbook of Research on Mathematics Teaching and Learning* (pp. 465-494). New York: Macmillan.

Shen, B., Cheng, A., y Guan, J. (2007). Using achievement goals and interest to predict learning in physical education. *Journal of Experimental Education*, 75 (2), 89-108.

Soric, I., y Palekic, M. (2009). The role of students' interests in self-regulated learning: The relationship between students' interests, learning strategies and causal attributions. *European Journal of Psychology of Education*, 24 (4), 545-565.

VanBlerkom, L. (1992). Class attendance in an undergraduated course. *Journal of Psychology*, 126 (5), 487-494.

Vivo, J.M., & Franco, M. (2008). How does the accuracy of academic success predictors assess? ROC analysis applied to university entrance factors. *International Journal of Mathematical Education in Science and Technology*, 39 (3), 325-340.

Zeidner, M. (1991). Test anxiety and aptitude test performance in an actual college admission testing situation: Temporal considerations. *Personality and Individual Differences*. 12, 101-109.

**RECURSOS INNOVADORES PARA LA EVALUACIÓN DE  
COMPETENCIAS EN ASIGNATURAS DE ESTADÍSTICA**

## Seguimiento y evaluación “online” de trabajos de prácticas en asignaturas de Estadística

**David Montaner** <sup>(1)(2)</sup>

*(1) Departamento de Bioinformática  
Centro de Investigación Príncipe Felipe  
c/ Eduardo Primo Yufera, 3.  
46012, Valencia, Spain.  
dmontaner@cipf.es*

*(2) Departamento de Estadística e Investigación Operativa.  
Facultad de Matemáticas.  
Universidad de Valencia.  
c/ Dr. Moliner, 50  
46100, Burjassot  
Valencia, Spain.  
david.montaner@uv.es*

### RESUMEN

Esta es una idea que llevé a cabo para el seguimiento y evaluación de las prácticas realizadas por los 94 alumnos de la asignatura de Técnicas de Investigación Cuantitativa y Cualitativa en la Licenciatura en Criminología de la Universidad de Valencia.

El objetivo de la clase era que los alumnos se familiarizaran con el software de análisis de datos y aprendiesen a interpretar los resultados del mismo. El reto para mí era seguir el progreso de cada alumno así como evaluar su trabajo.

Lo primero que hice fue definir una estructura general de datos que contuviese las variables necesarias para el desarrollo de las prácticas. Lo siguiente fue definir, sobre estas variables, un conjunto de preguntas que cubriese el temario de la asignatura. Además dichas preguntas debían de ser "tipo test".

El tercer paso fue generar los datos. La novedad que introduje fue la de simular, no un conjunto de datos igual para todos los alumnos, sino un conjunto de datos diferente para cada alumno. Todos ellos tenían la misma estructura predefinida así que se les podía hacer las mismas preguntas estadísticas, pero la respuesta para cada alumno era diferente.

Por mi parte realicé de forma automática el análisis de todos los conjuntos de datos con lo que obtuve las respuestas correctas para cada uno de ellos.

El último paso fue generar un formulario web en el que cada alumno subiría sus respuestas. Yo, de forma también automática, comparaba las respuestas de los alumnos con las respuestas correctas y generaba una tabla indicando cuales estaban bien y cuales no. Semanalmente publicaba ésta tabla y así los alumnos sabían en que preguntas estaban fallando y tenían la oportunidad de revisar y corregir su análisis.

## INTRODUCCIÓN

Durante el curso 2009/2010 impartí las clases prácticas de la asignatura Técnicas de Investigación Cuantitativa y Cualitativa en la Licenciatura de Criminología de la Universidad de Valencia. El objetivo de éstas sesiones prácticas era que los alumnos se ejercitasen en la utilización de software de análisis de datos a la vez que repasaban los conceptos estadísticos básicos, explicados durante las clases teóricas. En aquel curso las clases prácticas se realizaban con Excel o alguna otra hoja de cálculo, pero, como se verá a continuación, la metodología de trabajo y evaluación que utilicé puede ser fácilmente extrapolada a clases prácticas realizadas con cualquier otro tipo de software o procedimiento de cálculo.

En aquel curso hubo un total de 94 matriculados. Además asistieron algunos otros estudiantes más que por motivos de agenda no podían acudir a las clases que oficialmente les correspondían. En las clases prácticas los alumnos se repartían en dos grupos de entre 50 y 60 estudiantes cada uno. Estas clases se realizaban en un aula con ordenadores. En cada sesión se proponían varios ejercicios prácticos a los estudiantes que los iban resolviendo con ayuda de la hoja de cálculo y con el apoyo del profesor de prácticas.

El gran número de alumnos por clase dificultaba la dinámica de las prácticas; pero aún más complicado resultaba el seguimiento y evaluación del trabajo de cada estudiante. Me vi entonces obligado a buscar alguna metodología que me permitiese automatizar las tareas más rutinarias como por ejemplo la recogida y lectura de trabajos. La fórmula debía además permitirme involucrar al máximo a los estudiantes y conseguir que su tiempo se centrara, principalmente, en las tareas de aprendizaje. Por último debía conseguir un método de evaluación lo más objetivo y justo, pero que a la vez me permitiese cubrir todo el temario de la asignatura.

## METODOLOGÍA

Lo primero que hice fue inventar una **situación experimental** que pudiese ser creíble e interesante para los alumnos. De ésta forma conseguí, por una parte, atraer su atención y,

además, proveerles de un *universo* que pudiesen conceptualizar fácilmente. Sobre este universo, acotado y manejable, sería más asequible representar los conceptos, necesariamente abstractos, incluidos en el temario de la asignatura de estadística. En mi ejemplo, planteo que se estaba realizando un estudio de los diferentes distritos de una ciudad y que cada alumno se haría cargo de analizar los datos de uno de los distritos.

El paso siguiente fue **concretar los detalles** de la investigación; especificar las variables que iban a medirse en cada uno de los distritos inventados y crear la *historia* que justificaba el muestreo de cada una de ellas. Definí una estructura general de datos igual para todos los distritos. Esta estructura debía contener los diversos tipos de variables necesarios para ejercitar todas las prácticas del temario: calcular medias, medianas, correlaciones y demás estadísticos. Además, estas variables debían medir magnitudes fácilmente comprensibles. De ésta forma el esfuerzo de los estudiantes se dirigiría a entender las características de los diversos estimadores estadísticos y no a comprender o discutir la naturaleza de la propia variable.

En mi experimento *inventado*, el objetivo de la investigación era estudiar algunas características socioeconómicas de las familias que vivían en cada uno de los distritos de la ciudad. Para acotar mejor el *universo* en el que desarrollar las prácticas, la supuesta investigación se restringiría solamente a las familias formadas por parejas casadas. Las variables que supuestamente se observarían en cada familia serían:

- los ingresos anuales del varón medidos en euros (ingV).
- los ingresos anuales de la mujer medidos en euros (ingM).
- el número de hijos varones de la pareja (NhijosV).
- el número de hijas mujeres de la pareja (NhijosM).
- la indicación de si la familia se consideraba religiosa o no (relig).

Para estas cinco variables es posible hacer preguntas que, al responderse usando métodos estadísticos, permitían cubrir todo el temario de prácticas de aquel año. En cualquier caso la metodología podría ser válida para otros temarios más complejos, quizás utilizando otro conjunto más amplio de variables.

El siguiente paso fue generar una lista de preguntas coherentes con la investigación planteada y las variables descritas para el muestreo. Estas preguntas debían ser tales que, para responderlas, los estudiantes necesitasen aplicar los conceptos explicados en la asignatura y hacer los cálculos necesarios utilizando el software disponible. Debía intentar además que las cuestiones se formularan no en terminología estadística sino en lenguaje común, y que fuesen

los propios estudiantes los que realizasen la formalización técnica estadística de las mismas. Por último las respuestas a las preguntas debían poder corregirse automáticamente. Para conseguir esto hice dos clases de preguntas: la primera clase serían preguntas tipo test, adjuntando a cada una de ellas una lista cerrada de posibles soluciones en la que sólo una sería correcta. El segundo tipo de preguntas tendría como respuesta un único número, cifra o identificador de forma que, mediante una rutina sencilla se podría comprobar si dicha respuesta era correcta o no.

Algunos ejemplos de las preguntas concretas fueron:

- ¿Cuál es el tamaño de la muestra recogida en tu distrito?
- Sabiendo que se ha muestreado un 1% de la población de la ciudad ¿Cuántas parejas casadas hay censadas en el distrito? Recuerda que se ha del total de parejas casadas del distrito.
- ¿Cuál es el ingreso medio de una pareja?
- ¿Cuál es el ingreso medio de una pareja en la que no trabaja la mujer?
- ¿Cuál es el ingreso máximo registrado en los individuos?
- ¿En que pareja encuentras este ingreso máximo?
- ¿Como es la correlación entre los ingresos de los varones y los de las mujeres?
  - *Positiva*
  - *Negativa*
  - *No están correlacionados*
- Sabiendo esto dirías que:
  - En general en el distrito, los ingresos de los dos cónyuges tienden a ser altos o bajos de la MISMA forma: cuando el varón tiene ingresos altos la mujer también y cuando la mujer tiene ingresos bajos el varón generalmente también los tiene bajos.
  - En general en el distrito, los ingresos de los dos cónyuges tienden a ser altos o bajos de forma OPUESTA: cuando el varón tiene ingresos altos la mujer los tiene bajos y viceversa.
  - En general no hay una relación entre los ingresos de varones y mujeres: si un varón tiene los ingresos altos la mujer puede tenerlos altos o bajos independientemente.

Una vez definida la estructura de datos y las cuestiones a responder, el siguiente paso fue generar un conjunto de datos real sobre el que los alumnos pudiesen empezar a trabajar. Para ellos realicé una simulación utilizando el lenguaje de programación estadística R. La novedad

que introduje fue la de simular, no un conjunto de datos igual para todos los alumnos, sino un conjunto de datos diferente para cada alumno; en mi ejemplo simulé los datos de un distrito diferente para cada alumno. De ésta forma la misma pregunta tenía una respuesta diferente para cada alumno, evitando así que las respuestas pudiesen ser directamente copiadas.

Para llevar a cabo la simulación y completar la estructura de 5 variables descrita más arriba genere dos programas en R.

El programa 1 tenía la siguiente particularidad: la distribución final de cada una de las variables así como las relaciones entre ellas, dependían de varios parámetros que se fijaba al principio del programa. Por ejemplo, el tamaño del conjunto de datos, es decir, el tamaño muestral del supuesto distrito estaba fijado como parámetro del programa 1. La correlación entre los ingresos anuales de los hombres y de las mujeres era también un parámetro fijado y definido al principio del programa 1 y lo mismo ocurría con las medias y desviaciones estándar de estas dos variables. Una vez estaban fijados estos parámetros, las dos variables se completaban con simulaciones de una distribución normal bivariante indexada por los mismos.

El programa 2, simulaba a su vez los parámetros requeridos por el programa 1 y luego ejecutaba el programa 1 en sí, generando los diferentes conjuntos de datos correspondientes a los diferentes distritos y que serían asignados a cada uno de los alumnos. Por ejemplo, los tamaños muestrales de los distritos seguían una distribución normal de media 1000 y desviación estándar 10. La correlación entre los ingresos de los hombres y las mujeres se simulaban a partir de una distribución uniforme de rango (-1, 1).

Con esto, para cada alumno, o distrito, el programa 2 hacía una simulación de los parámetros que definían la estructura y relación entre las variables y luego llamaba al programa 1, utilizando dichos parámetros, para generar el conjunto de datos simulado para el distrito.

El siguiente paso en proceso fue el de generar las soluciones correctas para cada alumno, según los datos que para el o ella se habían simulado. Esta tarea también la lleve a cabo con una rutina de R. Mi programa ejecutaba un bucle que en cada iteración leía uno de los conjuntos de datos simulados, lo analizaba y salvaba las respuestas correctas para dicha simulación en una tabla. Esta tabla sería utilizada más tarde para evaluar si las respuestas de cada alumno eran correctas o no.

El último paso que me quedaba era el de automatizar la recogida de los datos. Para ello organicé las preguntas según las secciones del temario de la asignatura. Para cada sección

del temario generé un formulario web en el que cada alumno podía introducir sus respuestas para las preguntas de esa sección. En la cabecera del formulario, el alumno debía introducir su nombre y número de identificación para poder trazar las respuestas.

Periódicamente yo recogía estos resultados y con una última función de R comparaba las respuestas de cada alumno con las correctas que yo mismo había generado. Este último programa generaba, para cada alumno, dos tablas. Una en la que se indicaba qué preguntas eran correctas y cuáles no. Otra en la que simplemente se replicaba la respuesta que yo había obtenido a través del formulario. Esta última tabla servía simplemente para que los alumnos pudiesen comprobar que los errores no eran simplemente tipográficos o provocados por escribir mal la respuesta en el formulario.

Más detalles sobre el proceso, los formularios o el código en R pueden encontrarse en la siguiente página web [www.dmontaner.es](http://www.dmontaner.es).

## RESULTADOS

Los resultados de ésta experiencia fueron bastante satisfactorios.

La ventaja más obvia fue la de reducir al mínimo el tiempo necesario para recoger y evaluar las prácticas de los alumnos ya que estas dos tareas estaban prácticamente automatizadas. El único trabajo que tenía que hacer en este sentido era el de recoger los datos del formulario web, ejecutar el programa de R de corrección de los mismos y subir los ficheros de evaluación a la web de clase donde los alumnos podían mirarlos cuando quisieran.

Además, al hacerse la evaluación de forma automatizada, ésta resultaba más equitativa, ya que no dependía de mi estado anímico ni de mi relación con los alumnos. De ésta forma evitamos las clásicas discusiones sobre la puntuación de resultados que ocurren a menudo entre profesores y alumnos cuando los ejercicios propuestos tienen una mayor flexibilidad en su interpretación. Todas las preguntas, así como sus puntuaciones, estaban disponibles desde el principio de curso. De ésta forma no había lugar a equívocos o diferencias en las interpretaciones.

Como contrapartida, hacer todos los preparativos del curso, programar las simulaciones, las preguntas, los formularios... fue un trabajo arduo; pero en último caso más gratificante, para mí, que leer las casi 100 trabajos iguales cada vez que hubiese sido necesario evaluar una tarea del curso.

Conseguí también que la mayoría de los alumnos trabajase de forma continuada a lo largo del curso, pero dejando además mucha flexibilidad de organización a cada uno. Puesto que todo el ejercicio estaba propuesto desde el principio, cada alumno podía gestionar el análisis que le correspondía al ritmo que le fuese más conveniente. De ésta forma, cada alumno podía dedicar el tiempo de prácticas a trabajar las preguntas que le suponían una mayor dificultad, y pasar rápidamente sobre los conceptos que ya tenía aprendidos. Conseguí así que la clase de prácticas fuese muy dinámica y que las dificultades concretas que pudiesen surgir a algunos alumnos no ralentizase el trabajo de quien no tenía esa misma dificultad.

Otra de las ventajas de ésta metodología fue la de fomentar grupos de trabajo en los que todos los miembros eran necesariamente activos. Los alumnos podían trabajar en grupo para encontrar la forma óptima de resolver cada una de las respuestas. Sin embargo todos debían aprender y comprender la forma de aplicar la metodología estadística a sus datos. A nadie le servía simplemente con copiar una respuesta de sus compañeros porque todas eran diferentes.

La última ventaja, y quizás la más interesante desde el punto de vista de la docencia en estadística, es que, al final del curso, todos los alumnos habían visto los datos y resultados del análisis no de un único conjunto de datos sino de muchos de ellos. El ver que la misma metodología estadística, empleada para resolver la misma pregunta de investigación, daba resultados diferentes aunque correctos en las diferentes muestras, ayudó a los alumnos a comprender mejor el concepto de variabilidad aleatoria.

## CONCLUSIONES

A partir de la experiencia descrita en éste artículo podemos extraer las siguientes conclusiones:

Es perfectamente viable utilizar conjuntos de datos simulados específicamente para cada alumno en clases prácticas de asignaturas de estadística.

La utilización de un conjunto de datos diferente para cada alumno impide que los alumnos se copien las prácticas unos a otros y obliga a cada uno a comprender la metodología que está empleando. Además fomenta el trabajo colaborativo,

Es viable la recolección de los resultados presentados por los alumnos mediante la utilización de formularios web sencillos. De ésta forma se reduce al máximo el tiempo dedicado a la corrección y evaluación de los ejercicios prácticos.

El enfoque aquí descrito permite que, de forma natural, cada estudiante gestione mejor su tiempo de prácticas, dedicándolo a mejorar los aspectos de la materia en los que más dificultades encuentra.

Esta forma de evaluar es más justa y equitativa además de primar y fomentar la consecución de objetivos.

Con conjuntos de datos de relativamente pocas variables se pueden cubrir temarios muy amplios.

Si bien es necesario realizar un trabajo extra en la preparación de este tipo de prácticas, una vez generada, la infraestructura es muy reutilizable de un año para otro ya que no hay que desarrollar preguntas nuevas cada curso.

Para poder desarrollar ésta dinámica es necesario manejar, aunque sea de forma sencilla, algún lenguaje de programación como R y tener la capacidad de generar los formularios web. (En cualquier caso estos requisitos técnicos son cada vez más asequibles y fáciles de implementar)

Como en cualquier otro curso, es siempre ventajoso tener el material completo del curso antes de empezar el mismo. Esto permite que los alumnos gestionen mejor su tiempo, asegura que el material contiene menos errores y que se cumplen los objetivos indicados en el programa de la asignatura.

## AGRADECIMIENTOS

Quiero agradecer la revisión y correcciones de Francisco García-García, compañero en el departamento de Bioinformática del Centro de Investigación Príncipe Felipe y también en el Departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Valencia.

## REFERENCIAS

Lenguaje de programación R: <http://r-project.org/>

## Automatización en la realización y evaluación de actividades docentes en disciplinas de perfil cuantitativo en entornos masivos: El caso de Estadística Económica y Empresarial II

Jordi López-Tamayo <sup>(1)</sup>

*Grupo de Innovación Docente de Análisis de Datos en Economía y Empresa  
Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española  
Universidad de Barcelona  
jlt\_lopez@ub.edu*

## RESUMEN

Las asignaturas cuantitativas en entornos masivos merecen un capítulo aparte en lo que respecta a la realización de actividades que permitan el desarrollo de determinadas competencias transversales y específicas del grado, así como las específicas de la disciplina que cursa el estudiante. Desde el Grupo de Innovación Docente de Análisis de Datos en Economía y Empresa hemos desarrollado diferentes estrategias para conseguir dichos objetivos, tanto por inquietudes personales de sus diferentes miembros, como por la imperiosa necesidad de adaptar las disciplinas en las cuales impartimos docencia a la nueva realidad que se configura dentro del Espacio Europeo de Educación Superior. El presente trabajo pretende sintetizar un procedimiento automatizado para evaluar contenidos y competencias en la disciplina de Estadística Económica y Empresarial del grado de Economía, en la que actualmente un profesor realiza docencia de 101 individuos. A continuación se desarrollan las dos partes del procedimiento. La primera de ellas consiste en el suministro de datos personalizados para cada estudiante con los cuales ha de realizar una de las cuatro prácticas que se le asignará de forma totalmente aleatoria. Este procedimiento permite que cada estudiante haya de obtener, necesariamente, resultados cuantitativos diferentes, que haya asimilado los contenidos y haya desarrollado las competencias para realizar la actividad. El objetivo de la segunda parte es controlar que ha sido el estudiante y no otra persona, el que ha realizado la práctica. Para ello, los estudiantes han de realizar, en presencia del profesor, un cuestionario on-line individualizado que aborda aspectos metodológicos que se han de conocer si se ha realizado la práctica.

## INTRODUCCIÓN

Desde mi punto de vista, no cabe discutir que la configuración del nuevo Espacio Europeo de Educación Superior nos brinda un marco para desarrollar una docencia de más calidad que la que se ha venido realizando, en términos generales, durante las últimas décadas en España. Esta afirmación se basa en el hecho de que determinadas prácticas docentes en las que los alumnos tenían más participación y que no eran de uso generalizado, de alguna manera u otra, ahora deberán extenderse a casi todas las disciplinas. El resultado final es que en términos generales debería subir la calidad de la docencia que impartimos en este país.

Dicho esto, dentro de este nuevo marco en que se potencia la adquisición de competencias por parte del estudiante, de forma que los profesores ya no sólo debemos valorar el aprendizaje de los contenidos de nuestras disciplinas, sino que además, hemos de potenciar la praxis de competencias, su implementación y su evaluación, tarde o temprano todos nos hemos tenido que formular una pregunta: ¿cómo? Si bien a nivel conceptual parece que las definiciones empiezan a estar claras, no estoy tan convencido de que se haya avanzado mucho en contestar a esta pregunta. Sobre todo si la pregunta la tienes que contestar cuando te notifican que el número de estudiantes matriculados en la disciplina en la que impartes docencia no son 20 estudiantes, ni 30, ni tan sólo 50. El volumen de estudiantes de los que se te responsabiliza de su proceso de aprendizaje ronda o sobrepasa los 100.

La propuesta que planteo en este trabajo pretende ayudar en la implementación de actividades en disciplinas de carácter cuantitativo en el que la actividad docente se realice en entornos de grupos grandes. En dicho entorno se presenta una disyuntiva que a primera vista se antoja insalvable. Por un lado la necesidad de realizar “actividades” que potencien la adquisición de competencias y la necesidad de ser evaluadas y, por el otro, verificar que ha sido el estudiante, y no otra persona, el que ha realizado la actividad, potenciando, en este sentido, el compromiso ético por parte del estudiante.

Así, esta propuesta enmarcada en este entorno de perfil cuantitativo, se concreta en la disciplina de Estadística Económica y Empresarial II del Grado en Economía de la Universidad de Barcelona. Esta asignatura se cursa en segundo cuatrimestre del segundo curso, forma parte de la formación básica y tiene asignados un total de 6 créditos.

La actividad que han de realizar los estudiantes es obtener intervalos de confianza para diferentes parámetros poblacionales (media, varianza y proporción), así como realizar contrastes de hipótesis paramétricas sobre determinados valores poblacionales (diferencia de medias, de varianzas y de proporciones). Es una actividad que en el plan de estudios actual está valorada en un 10% de la calificación final. Otro 10% se obtendría de una práctica de similares características, pero basada en el modelo de regresión lineal simple. Otro 10% consiste en la realización de cuatro cuestionarios

teóricos/empíricos *on-line* (2,5% de la calificación final cada uno), vinculados a la previa visualización de vídeos en los que el profesor realiza la resolución de algunos ejercicios. En estos cuestionarios se plantean diferentes propuestas numéricas para la resolución del ejercicio o aspectos teóricos vinculados a la parte del temario relacionada con el video. La calificación se completa con una prueba final clásica que en el vigente plan de estudios computa un 70% de la calificación final.

## METODOLOGÍA

El procedimiento que se plantea a continuación tiene tres partes. En la primera se suministra al estudiante, de forma personalizada, la información con que ha de realizar la actividad, éste la realiza y tramita al profesor sus soluciones. En la segunda, el docente realiza la evaluación de la prueba. Finalmente, en la tercera se realiza la verificación de que el alumno posee los conocimientos (contenidos y competencias) necesarios para realizar la actividad. Verificar si la ha hecho realmente, o no, parece poco probable si no se vive con el estudiante. Esto se podría solventar con 100 entrevistas individuales pero, como todos sabemos, los cometidos del profesor universitario no son sólo impartir clases.

Suministro de la información personalizada a cada alumno.

### Archivo de datos:

A partir del NIUB<sup>12</sup> (Número de Identificación de la Universidad de Barcelona) de cada alumno se genera de forma aleatoria la información que se suministra a cada estudiante un archivo personalizado que lleva por nombre **dades\_pr1\_["su NIUB"].XLSX**<sup>13</sup>:

Este archivo presenta la siguiente información:

- NIUB: Número de Identificación de la Universidad de Barcelona.
- ALFA: Nivel de significación con el que trabajará (generado de forma aleatoria entre 0.01 i 0.15):
- TIPUS: Tipo de práctica (generada de forma aleatoria entre 1 y 4).
- X: Variable que sigue una distribución normal con media y varianza desconocida (generada de forma aleatoria a partir del NIUB).
- Y: Variable que sigue una distribución normal con media y varianza desconocida (generada de forma aleatoria a partir del NIUB). Diferente de X.

---

<sup>12</sup> En caso de que la universidad no disponga de un número específico de identificación del alumno, se pueden utilizar los caracteres numéricos del DNI.

- V: Variable que sigue una distribución binomial de parámetros desconocidos. (generada de forma aleatoria a partir del NIUB).
- W: Variable que sigue una distribución binomial de parámetros desconocidos. (generada de forma aleatoria a partir del NIUB). Diferente a V.

	A	B	C	D	E	F	G
1	NIUB	ALFA	TIPUS	X	Y	V	W
2	14541181	0,06	3	27,9	41,25	1	1
3				36,17	36,24	0	1
4				33,41	37,36	0	0
5				32,48	38,77	0	1
6				33,14	34,07	1	1
7				28,24	35,77	0	1
8				27,16	41,05	0	1
9				29,24	37,51	1	1
10				28,47	40,74	0	1
11				33,29	38,43	1	0
12				27,8	40,46	0	1
13				30,06	38,71	0	0
14				33,07	38,51	0	0
15				35,12	39,03	0	0
16				26	35,94	0	0
17				26,98	36,45	0	1
18				33,23	40,15	1	1

Figura 1. Captura de pantalla del archivo de datos suministrado al estudiante.

(Fuente: Elaboración propia)

	A	B
1	INFORMACIO	ALUMNE
2	NIUB:	14541181
3	SIGN.:	0,06
4	TIPUS:	3
5	1.1.- Mitjana:	
6	1.2.- Variància:	
7	1.3.- Proporció:	
8	2.1.- Estadístic:	
9	2.2.- Refusa? 2/1:	
10	3.1.- Estadístic:	
11	3.2.- Refusa? 2/1:	
12		

Figura 2. Captura de pantalla del archivo de soluciones suministrado al estudiante.

(Fuente: Elaboración propia)

### Archivo de Soluciones:

El archivo de soluciones (**solucio\_["su NIUB"].XLSX**) presenta la información personal del alumno para la realización de la práctica: NIUB, ALFA y el tipo de práctica (Tipus) que se le ha suministrado y que ha de coincidir con la información del archivo de datos.

A partir de aquí el estudiante ha de realizar la práctica con Excel<sup>14</sup> y sustituir los NA's por las soluciones numéricas que él proponga (teniendo en cuenta que los decimales, como máximo tres, han de tener el símbolo "."), grabar el archivo con el mismo nombre y tramitarlo al profesor.

a) Corrección de la prueba i suministro del informe personalizado al alumno con los resultados obtenidos

### Archivo de Correcciones:

Una vez recibidos en la fecha estipulada todos los archivos de todos los estudiantes, el profesor corrige la práctica de todos los alumnos de forma automatizada<sup>15</sup> y envía al estudiante un archivo **correccio\_pr1\_["su NIUB"].PDF** como el que se presenta a en la figura 3.

Como se puede observar, el archivo presenta las soluciones que envió el estudiante, los datos correctos de la solución y la valoración que se ha realizado. A modo de ejemplo, el estudiante a cuyo archivo pertenece la figura 3 ha:

- Acertado dos respuestas de 0,8:  $0,8 \times 4 = 3,2$  puntos.
- Acertado una respuesta de 0,5:  $0,5 \times 1 = 0,5$
- Errado dos respuestas:  $0 \times 2 = 0$  puntos.

Calificación final:

3,7 sobre 5 puntos posibles

NOTA: Se aplica una tolerancia de +/- 5%.

procedimiento se podría haber implementado con cualquier otro tipo de software que permita el cómputo matricial software libre.

<sup>14</sup> Se ha escogido Excel por dos motivos fundamentales: en primer lugar el hecho de que con tantos estudiantes es muy complicado, hoy por hoy, realizar aprendizaje en las aulas de informática de forma mínimamente operativa. En segundo lugar, que dicha herramienta ofimática está disponible en todos los ordenadores. Se ha desechado Scalc de OpenOffice dado que presenta problemas de convergencia en determinadas distribuciones. Se sopesa la alternativa en un futuro de realizar un cambio a Gnumeric: <http://projects.gnome.org/gnumeric>.

<sup>15</sup> Un programa en R se ocupa de cargar los datos de cada alumno, realizar los cálculos pertinentes para cada alumno, cargar el archivo de respuestas de cada alumno y generar el archivo **correccio\_pr1\_["su NIUB"].PDF**.

<sup>13</sup> Tanto el archivo de datos, el de soluciones y el de corrección han sido generado con el software libre: R. Dicho

DEPARTAMENT D'ECONOMETRIA, ESTADÍSTICA I ECONOMIA ESPANYOLA			
Grau en Economia: Estadística Econòmica i Empresarial II			
Pràctica d'informàtica 1: Interval de Confiança i Contrast d'Hipòtesis			
NIUB: 14787205			
Tipus de Pràctica: 2			
Nivell de Significació 0.1			
Qualificació: 3.7 sobre 5 punts			
Comentari: Espai en blanc a la columna ALUMNE vol dir no has ficat correctament un valor numèric			
INFORMACIÓ	ALUMNE	REVISIÓ	VALORACIÓ
1.1.- Mitjana:	1.867	1.868	0.8
1.2.- Variància:	16.975	16.984	0.8
1.3.- Proporció:	0.171	0.17	0.8
2.1.- Estadístic:	1.906	1.884	0.8
2.2.- Refusa? 2/1:	2	1	0
3.1.- Estadístic:	1.2829	0.855	0
3.2.- Refusa? 2/1:	1	1	0.5
NOTA: S'ha aplicat una tolerància de +/- 5%			
Corrector: Jordi López-Tamayo			
Revisió: Efectuada entre el 7 i el 20 de maig de 2011. Alumnes que ho han sol·licitat			
Sistema de Revisió: PRESENCIAL (NO S'ACCEPTA E-MAIL) a les hores de visita del teu professor			
Estat de la prova: A.- 1*Revisió: [ ] B.- Revisada amb Qualificació Definitiva: [X]			

Figura 3. Captura de pantalla del archivo de soluciones suministrado al estudiante.  
(Fuente: Elaboración propia)

b) *Realización de la prueba on-line de verificación de realización de la práctica*

Una vez corregidas las prácticas queda algo muy relevante: verificar que el alumno tiene la capacidad de haber realizado la práctica. Para ello se ha implementado un cuestionario *on-line* con preguntas vinculadas a los pasos y/o cálculos que ha tenido que realizar el alumno para obtener los resultados que tramitó al profesor. Este cuestionario, por cuestiones obvias, se ha de realizar en presencia del profesor, tiene limitado el tiempo a 15 minutos y se han de contestar 5 preguntas:

- Un pregunta sobre cálculos básicos en Excel.
- Cuatro preguntas vinculadas a las fórmulas en Excel que se utilizan para hacer cálculos de las distribuciones de probabilidad: Normal, T-Student,  $\chi^2$  y F-Snedecor.

El aplicativo del Campus Virtual UB basado en Moodle<sup>16</sup>, permite asignar una pregunta aleatoria de cada bloque a una pregunta del cuestionario. Además, permite que dichas preguntas aparezcan en diferente orden por cada cuestionario y mezclar las soluciones de forma que visualmente estas sean diferentes casi para cada alumno. En este sentido, cuantas más preguntas se introduzcan en el banco de preguntas, más probabilidades hay de que los estudiantes dispongan de un cuestionario diferente a cumplimentar. La figura 4 muestra una captura de pantalla de una de estas preguntas.

Cabe reseñar que la utilización de Moodle reduce de forma substancial el trabajo a realizar, no obstante, dicho cuestionario de control se puede implementar de diferentes formas alternativas dependiendo de las posibilidades del centro en el que se imparta la docencia.

Para completar esta breve explicación del procedimiento se suministra, en el Anexo 1, el documento de instrucciones para la realización de la práctica y, en el Anexo 2, una de las cuatro prácticas que le puede tocar de forma aleatoria a un alumno. Respecto al primero de los documentos, en él, se especifica cómo se implementa el suministro de los archivos de datos y soluciones, cómo ha de introducir la información el alumno y, finalmente, cómo se le suministrará la corrección de la actividad. Todo ello se realiza dentro del espacio de que dispone la disciplina en el marco del Campus Virtual UB, implementado en Moodle.

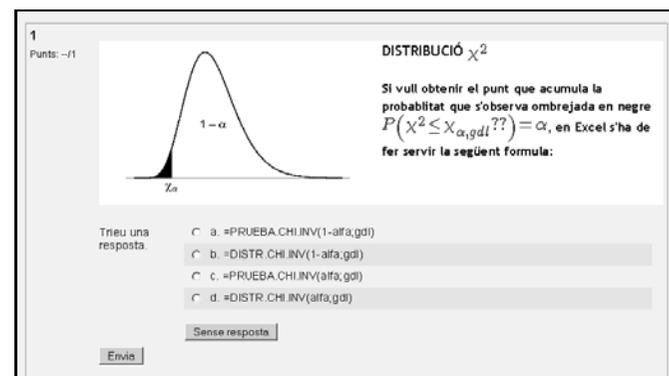


Figura 4. Captura de pantalla de una de las preguntas del cuestionario on-line que ha contestar el estudiante.  
(Fuente: Elaboración propia)

## Referencias

Carlberg, C. (2011): *Análisis Estadístico con Excel*. Anaya Multimedia. 2011. Madrid.

Crawley, M. (2007): *The R-Book*. John Wiley & Sons, Ltd, The Atrium, Southern Gate, Chichester. England

Lara, J.M. Moodle. Manual de referencia para el profesorado (Versión 1.9). En [http://docs.moodle.org/19/es/Manuales\\_de\\_Moodle](http://docs.moodle.org/19/es/Manuales_de_Moodle)

<sup>16</sup> En caso de estar interesado en el funcionamiento de dicha plataforma: <http://moodle.org/>

**ANNEXO 1. ARCHIVO CON EL ENUNCIADO DE LA PRÁCTICA 1.  
ENUNCIADO TIPO 1 QUE SE LE SUMINISTRA AL ESTUDIANTE.**

**(Traducido del catalán).**

**PRÁCTICA DE INFORMÁTICA 1. INTERVALO DE CONFIANZA Y CONTRASTED  
DE HIPÓTESIS PARAMÉTRICAS**

**TIPOS DE PRACTICA 1.**

En archivo **dades\_”tu niub”.xlsx** (lo puedes abrir directamente con Excel), dispones de la siguiente información:

**NIUB:** Tu NIUB.

**ALFA:** El nivel de significación con el que deberás realizar la práctica.

**TIPUS:** El tipo de práctica que has de hacer.

**X:** Una muestra aleatoria de tamaño  $n_x$  de la variable que sigue la distribución:  $X \approx N(\mu_x, \sigma_x)$ .

**Y:** Una muestra aleatoria de tamaño  $n_y$  de la variable que sigue la distribución:  $Y \approx N(\mu_y, \sigma_y)$ .

**V:** Una muestra aleatoria de tamaño  $n_v$  de la variable que sigue la distribución:  $V \approx B(n_v, \Pi_v)$

**W:** Una muestra aleatoria de tamaño  $n_w$  de la variable que sigue la distribución:  $W \approx B(n_w, \Pi_w)$

Se trata de que resuelvas las siguientes cuestiones utilizando la herramienta ofimática Excel.

1. Obtener tres intervalos de confianza:

1.1.- Amplitud del intervalo de confianza para la Media Poblacional de la variable **X (0.8 puntos)**.

1.2.- Amplitud del intervalo de confianza para la Varianza Poblacional de la variable **Y (0.8 puntos)**.

1.3.- Amplitud del intervalo de confianza para la Proporción Poblacional de la variable **V (0.8 puntos)**.

2. Realizar el siguiente contraste de hipótesis:

$$\begin{cases} H_0 : \Pi_v = \Pi_w & 2.1.- \text{¿Cuál es el estadístico del contraste? (0.8 puntos).} \\ H_0 : \Pi_v \neq \Pi_w & 2.2.- \text{¿Se rechaza } H_0? \text{ SI} \rightarrow 2, \text{ NO} \rightarrow 1. \text{ (0.5 puntos).} \end{cases}$$

3. Realizar el siguiente contraste de hipótesis:

$$\begin{cases} H_0 : \sigma_x^2 = \sigma_y^2 & 3.1.- \text{¿Cuál es el estadístico del contraste?: (0.8 puntos).} \\ H_0 : \sigma_x^2 \neq \sigma_y^2 & 3.2.- \text{¿Se rechaza } H_0? \text{ SI} \rightarrow 2, \text{ NO} \rightarrow 1. \text{ (0.5 puntos).} \end{cases}$$

PD. Para saber como entregar los resultados de la práctica a tus profesores, consulta las instrucciones que a tal efecto encontrarás en el Campus Virtual de la asignatura, en el apartado de Prácticas.

## Evaluación continua de adquisición de conocimientos en ECONOMETRÍA. Un caso a estudio(\*)

**Bernardí Cabrer <sup>(1)</sup>, Paz Rico <sup>(2)</sup>, Guadalupe Serrano <sup>(3)</sup>**

*Departamento de Análisis Económico  
Universitat de València*

*Avda. Tarongers s/n, 46022 Valencia*

*(1) cabrer@uv.es*

*(2) paz.rico@uv.es*

*(3) Guadalupe.Serrano@uv.es*

### RESUMEN

El presente trabajo tiene como objetivo sintetizar un método reglado que pretende evaluar de forma continua los contenidos y competencias adquiridas en la disciplina de Econometría. El alumno debe realizar un trabajo que se va entregando y evaluando mediante la realización de distintas etapas. A cada alumno se le asigna información sobre una empresa diferente. De esta forma, se pretende, por un lado, motivar al alumno, puesto que se trata de información sobre empresas reales y, por otro, conseguir, a través de cada entrega, que el estudiante asimile y vea la utilidad y la aplicación de los conceptos, técnicas y contenidos expuestos en las clases. Este método de aprendizaje garantiza que cada alumno trabaja de forma individualizada, aunque se permite la interacción entre los estudiantes, lo cual también resulta beneficioso en su aprendizaje. Este procedimiento ha sido implementado en la doble titulación ADE-Derecho obteniendo resultados significativamente mejores, tanto en la participación como en el número de aprobados y en la nota media de grupo, que los obtenidos en un curso "estándar" de Econometría.

---

(\*) Este trabajo ha sido subvencionado por los proyectos: CSO 2009-11246 y ECO 2011-27619.

## INTRODUCCIÓN

La evaluación de los conocimientos adquiridos por los alumnos es una tarea que los docentes no podemos descuidar y a la que debemos dar una importancia mayor de la que venía teniendo en la enseñanza tradicional. Además, debemos saber cómo explotar en beneficio del alumno, puesto que la evaluación puede tener también una función formativa, Morales (2007).

Los sistemas de evaluación continua proporcionan la posibilidad de hacer un seguimiento preciso del proceso de aprendizaje de los estudiantes y del grado en que han desarrollado las competencias, Delgado et al. (2005). Asimismo, muchos autores<sup>17</sup> han puesto de relieve la necesidad de utilizar la evaluación con finalidades pedagógicas, ya que no solo permite evaluar el aprendizaje sino también evaluar para el aprendizaje<sup>18</sup>. Además, permite proporcionar información a los estudiantes sobre su proceso de aprendizaje y otorgar mecanismos de mejora, lo que hace de la evaluación un instrumento didáctico fundamental en el aprendizaje del alumno.

El objeto de la presente comunicación es difundir la experiencia evaluadora llevada a cabo en la asignatura de Econometría Empresarial I de la doble titulación de ADE-Derecho<sup>19</sup> de la Universitat de València (UV). Dicha experiencia se ha venido desarrollando durante los últimos cuatro años y consiste en la evaluación continua del alumno de forma complementaria al examen final. Su ventaja respecto a otros métodos más tradicionales radica en la manifiesta implicación de los alumnos en el método y el alto grado de asimilación y capacidad de manejo de los conceptos y técnicas estudiadas que ellos muestran. Así, esta metodología se puede implementar fácilmente en asignaturas que, aunque no sean de carácter estrictamente cuantitativo, sí que se pueden estructurar en torno a la realización de un proyecto, casos prácticos, o incluso en la realización de informes. Este método que proponemos, es el fruto de la experiencia acumulada en la evaluación continua de la asignatura que ha permitido incorporar mejoras en la metodología de evaluación y finalmente se han traducido en mejoras de la motivación del alumnado y de sus resultados académicos.

Por nuestra propia experiencia sabemos que la evaluación a través de un examen final tiene varios inconvenientes que deseamos superar con una metodología más orientada hacia el aprendizaje. Es

bien conocido que, en ocasiones, la evaluación de todos los conocimientos adquiridos mediante la realización de una prueba final, puede verse afectada por condicionantes externos (factores ambientales o físicos) que puede desvirtuar los conocimientos que realmente tiene el alumno. Además, no suele estar orientado hacia la formación. Es decir, el examen final no es un instrumento que sirva para motivar al alumno a asistir y participar activamente en clase, ni siquiera para hacer un seguimiento continuado y provechoso de las tutorías. Es habitual encontrar el caso de alumnos que empiezan a estudiar cuando faltan pocas semanas para el examen, lo que conlleva una deficiente preparación y lagunas importantes en la comprensión de la asignatura. Por esta razón, en la doble titulación de ADE-Derecho, en la que desde el principio se aplicaron metodologías basadas en el tratado de Bolonia, se apuesta por una evaluación continua de la asignatura, en la que el alumno debe aplicar los métodos y técnicas expuestos en las clases teóricas, que ha recibido hasta ese momento, a un caso práctico adecuado para su formación. Además, y de formas complementaria, deben tener presentes los conceptos que les han sido explicados para poder contestar unos cuestionarios de control que se realizan en algunas clases teóricas sin previo aviso.

El trabajo individual propuesto para cada alumno, que sirve de base para la evaluación continua, consta de seis partes o entregas. Por su parte, el programa de la asignatura consta de once temas de forma que en cada entrega se tiene que aplicar las técnicas y métodos expuestos en los dos temas precedentes, a excepción de la primera entrega donde se analizan y comentan los datos de la empresa asignada a cada alumno. La idea subyacente es que con este planteamiento, por una parte, el alumno va al día en la asignatura, de lo contrario no puede seguir el ritmo impuesto por las entregas. Por otra parte, los alumnos interactúan y cooperan entre ellos, resolviendo dudas, trabajando en común y comparando sus resultados para luego, tras la evaluación de las entregas, poder entender y opinar sobre las calificaciones obtenidas. Por último, cabe destacar que el hecho de que los alumnos tengan que estudiar y repasar los conceptos y técnicas de forma continuada y acumulativa para poder realizar las seis entregas, exige y motiva al alumno a asistir a las clases, tanto teóricas como prácticas, y ello redundará en el mejor aprovechamiento de las explicaciones recibidas y en las calificaciones finales obtenidas, tal y como se verá en esta aportación.

El presente trabajo se estructura como se detalla a continuación. Tras esta introducción, en el segundo apartado se ubica la asignatura en el plan de estudios de la doble licenciatura de ADE-Derecho. En el tercer apartado, se expone la metodología docente llevada a cabo y su evaluación. En el cuarto apartado se presentan y analizan los resultados académicos obtenidos por los alumnos, evidenciándose que la metodología implantada consigue mejorar no solo los resultados académicos sino también la participación de los alumnos. Finalmente, en el quinto apartado se recogen las principales conclusiones de este trabajo.

<sup>17</sup> Coll and Onrubia (1999), William (2000), Broadfoot and Black (2004) y Mcdonald (2004).

<sup>18</sup> Birembaum et al. (2006).

<sup>19</sup> Administración y dirección de empresas (ADE).

## CONSIDERACIONES PREVIAS

La asignatura de Econometría Empresarial I se ubica actualmente en quinto curso de la doble titulación ADE-Derecho. Es una asignatura troncal en la que el número de matriculados en cada grupo oscila entre 60 y 70 alumnos y la asistencia a clase es obligatoria y el control se realiza mediante test. El total de alumnos que han participado en esta experiencia ha sido de alrededor de 480. De la doble titulación ADE-Derecho han salido ya cuatro promociones con un elevado grado de rendimiento académico y en este curso (2011/2012) se ha iniciado una nueva titulación a través del doble grado de ADE-Derecho<sup>20</sup>. La doble titulación de ADE-Derecho ha sido pionera, en el marco de la UV, en la aplicación de la metodología establecida en la firma del tratado de Bolonia. Desde un principio los profesores de la asignatura estuvieron dispuestos a introducir innovaciones educativas alternativas y/o complementarias a la clase magistral.

La clase teórica es una clase magistral, en la que se proyectan los apuntes elaborados por el profesor de la asignatura y que los alumnos tienen a su disposición con suficiente antelación en la aplicación para la docencia de la UV, el aula virtual, y se complementa con las explicaciones en la pizarra, la realización de ejemplos numéricos, y la realización de casos con el ordenador del profesor que se proyectan en la pantalla mediante cañón. Los alumnos disponen en el aula virtual de material abundante para cada tema del programa, como son: el texto del tema, material complementario sobre el mismo, enunciados de los problemas, problemas resueltos, cuestiones, cuestiones resueltas y el esquema del trabajo a entregar por cada alumno sobre el tema. Así, a través del material expuesto en el aula virtual se pretende que el alumno se familiarice con problemas concretos, utilizando datos reales de una empresa, aplicando las técnicas y métodos de análisis al uso y expuestas en clase. El objetivo de este material es doble, por una parte, motivar el interés del alumno sobre la asignatura y, por otra parte, comprobar la aplicación de las explicaciones al mundo real.

Las clases prácticas se imparten en aulas provistas de ordenadores. Hay unos treinta ordenadores por aula, por lo que, al dividir cada grupo teórico en dos prácticos, hay suficientes ordenadores para cada uno de los alumnos. Además, algunos alumnos disponen de su ordenador portátil. Las clases prácticas se estructuran en torno a la réplica, mediante el programa de ordenador econométrico elegido (Eviews), de las técnicas econométricas de análisis adecuadas, que han sido expuestas

---

<sup>20</sup> En estos cuatro años, la asignatura de Econometría Empresarial I se ha impartido durante los cursos 2008-2009, 2009-2010 y 2011-2012. En este último curso se impartió al mismo tiempo a los alumnos de quinto curso, como viene siendo habitual, y a los alumnos de sexto que no la habían cursado el año anterior, por los ajustes que la facultad de Economía y Derecho llevaron a cabo para que estos alumnos no se vieran afectados por la normativa de la nueva ley de la abogacía.

previamente en la clase teórica y afianzadas mediante el material complementario sobre las estimaciones contenidas en los casos y esquemas expuestos en el aula virtual.

## METODOLOGÍA DOCENTE

Uno de los problemas que los profesores de asignaturas cuantitativas (Estadística, Econometría, Matemáticas) solemos tener es la motivación de los alumnos. Este tipo de asignaturas les resultan más difíciles que las asignaturas que requieren básicamente memorizar y, por tanto, se desmotivan con facilidad. Por esta razón el profesor tiene que ser capaz de conseguir que el alumno vaya adquiriendo los conocimientos progresivamente sin que pierda el interés a lo largo del curso.

Desde el principio, los profesores estuvieron de acuerdo en poner en práctica ideas innovadoras en la enseñanza de la Econometría. Los objetivos que se querían conseguir eran:

- Lograr una participación activa de los estudiantes en clase. En esta licenciatura la asistencia es obligatoria, pero no basta con una asistencia pasiva.
- Que los alumnos adquieran una buena preparación y conocimiento de la asignatura.
- Mayor asistencia y aprovechamiento de las tutorías individualizadas.

Para conseguir estos objetivos, lo que se propuso y se llevó a cabo fue un trabajo individual mediante diversas entregas que permite al alumno fortalecer y poner en práctica los conocimientos adquiridos en las clases teóricas. Este trabajo ha ido modificándose con el objetivo de superar las deficiencias que hemos ido detectando.

Históricamente las clases prácticas y la evaluación continua se plantearon de la siguiente forma:

- Se exigía un trabajo final de curso que debían entregar el día del examen. El modelo a estimar y los datos eran elegidos por cada alumno. Además se proponían problemas que se recogían quincenalmente. Se desestimó este procedimiento ya que se detectó un mercadeo para adquirir los trabajos y la resolución de los problemas. La motivación del alumnado no fue muy elevada, ya que el número de alumnos presentados no fue el esperado.
- Se exigía un trabajo final de curso con dos entregas. La resolución y entrega de los problemas propuestos era voluntaria si bien se puntuaba. Con el fin de enmarcar el trabajo de curso se asignaba una empresa de una base de datos a cada alumno. En la primera entrega el alumno debía elegir el modelo econométrico, por ejemplo: una función de producción, una función de producción invertida, una función de costes, etc; junto con los datos seleccionados. La segunda entrega, que se debía facilitar el día del examen final, debía contemplar todos y cada uno de los puntos planteados en el esquema propuesto. El trabajo

de cada ítem del esquema se podía realizar en las clases prácticas. Se desestimó este procedimiento ya que se continuó detectando un mercadeo para adquirir los trabajos y, además, la motivación, si bien fue más elevada que con el primer procedimiento, fue inferior a las expectativas depositadas.

- Se exigía un trabajo de curso con seis entregas. Con el fin de fijar el trabajo se le asigna una empresa a cada alumno. La información de dicha empresa procede de una base de datos reales sobre empresas (como por ejemplo la SABI). El alumno debe especificar el modelo econométrico a estimar en función de las variables de que dispone, por ejemplo: una función de producción, una función de producción invertida, una función de costes, rentabilidad de la empresa, etc. El trabajo de curso se configura mediante la unión de las entregas realizadas por el alumno, en las que éste debe haber contemplado todos y cada uno de los puntos planteados en el correspondiente esquema de cada una de dichas entregas.

El mencionado esquema de cada entrega se diseña de forma que el alumno, al ir resolviendo los puntos planteados, va aplicando los conocimientos adquiridos en cada tema que se explica en las clases teóricas y prácticas. Dichos puntos de cada entrega se detallan en el Anexo I. Como se podrá comprobar, la exposición del trabajo a realizar es bastante amplia para que al alumno no le surjan dudas sobre las tareas a realizar. Una vez completados todos los puntos que se solicitan en el esquema de cada entrega, se procede a su corrección por parte del profesor (lo que supone un gran esfuerzo por parte del profesorado ya que tiene una ímproba tarea de corrección de dichas entregas). Asimismo, también es recomendable establecer los criterios que se van a utilizar en su evaluación. Conocer esos criterios por parte del alumno facilita la orientación del aprendizaje. La forma más habitual y sencilla de establecer dichos criterios es la utilización de las rúbricas que los alumnos tienen a su disposición en el aula virtual. Una rúbrica<sup>21</sup> es una herramienta de puntuaciones en la que se valora la calidad de la tarea en base a unos criterios establecidos, iguales para todos los alumnos. Un ejemplo de las rúbricas aparece también recogida en el Anexo I.

Conocida la rúbrica, el alumno puede solicitar la revisión de su entrega para saber qué puntos ha desarrollado de forma incompleta o errónea y así, utilizando las tutorías, el alumno tiene acceso a una vía complementaria de aprendizaje a través de sus propios errores. Es en esta posibilidad donde radica la bondad del método y su originalidad, ya que permite un *feedback* entre el profesor y el alumno para que éste último conozca qué temas debe trabajar más. Otro beneficio del método es que obliga al alumno a ir al día con la asignatura, puesto que de lo contrario no puede entrar o permanecer en el sistema de evaluación continua. No obstante, dificulta la obtención de la máxima calificación, como se vera en el apartado siguiente. Otra originalidad de este método, además de la

---

<sup>21</sup> Blanco (2007).

evaluación periódica y acumulativa del alumno, es que su trabajo es específico, puesto que cada uno de ellos trabaja con una empresa distinta, lo cual garantiza, que aunque los alumnos cooperen o se ayuden entre ellos, su trabajo siempre mantenga un carácter individual. Por último, permite introducir modificaciones en función de la propia experiencia y la opinión de los alumnos, a quienes, próximo a finalizar el período lectivo, se les pasa un cuestionario sobre el desarrollo de las clases y la evaluación continua.

Por último, hay que señalar, con respecto a la evaluación de la asignatura, que ésta se realiza de la siguiente forma: la evaluación continua tiene un peso de hasta el 30% de la nota final, mientras que la prueba final, tipo test, aporta hasta el 70% de la nota. De esta forma, un alumno que no participa de la evaluación continua tiene que sacar un siete en la prueba final para poder superar la asignatura. En el examen final se incluyen preguntas teóricas y preguntas prácticas en las que el alumno, algunas veces, tiene que hacer cálculos a partir de salidas del programa econométrico utilizado, Eviews.

Las notas o calificaciones de las distintas entregas del trabajo de curso se dan en un plazo máximo de quince días después de su entrega y el alumno puede recoger sus entregas debidamente corregidas. Por tanto, los alumnos se presentan al examen conociendo la nota acumulada en la evaluación continua. Quizá aquí, el método de evaluación propuesto podría sufrir algún tipo de modificación en el futuro con el fin de poder compensar la nota final, dada la dificultad de obtener la máxima nota en todas y cada una de las entregas, compensación que podría consistir en contestar algunas cuestiones específicas de las distintas partes del trabajo de curso en la prueba final orientadas a subir la nota de la evaluación continua.

Finalmente, a continuación se va a comparar la metodología seguida en nuestras clases con otras tres metodologías que vienen aplicándose en la Enseñanza Superior, como son el Aprendizaje Orientado a Proyectos (AOP), el Aprendizaje basado en Problemas (ABP) y el Método del Caso (MdC). Todas estas metodologías parecen similares puesto que en todas ellas se parte del planteamiento de un problema o caso, pero en realidad los procesos que se siguen, las capacidades que se desarrollan y los resultados que se obtienen no son los mismos. En el cuadro 1 se muestran las similitudes y diferencias de estas metodologías.

De este cuadro se puede concluir que nuestra metodología es una mezcla de las otras en un intento de beneficiarnos de lo que, a nuestro juicio, son sus ventajas. De esta forma, los puntos a favor de nuestro método son:

- Trabajo individual del alumno, lo que permite asegurar que cada uno de ellos trabaje el tema y que tenga que resolver cada uno de los problemas y técnicas propuestas.

- Dejar la posibilidad de interacción entre ellos con lo que se facilita que el alumno se beneficie de las ventajas de trabajar en grupo (ayuda entre ellos, mayor creatividad, fomento de la competitividad,...)
- Se reduce el tiempo que el alumno dedica al caso en la búsqueda de datos, programa informático, metodología y puede dedicar más tiempo al aprendizaje de lo que nos ocupa desde el principio.
- El alumno debe ir al día en cuanto a las explicaciones de lo contrario difícilmente puede realizar el trabajo y efectuar la entrega en la fecha fijada.

**Cuadro 1.** Diferencias entre distintos métodos pedagógicos.

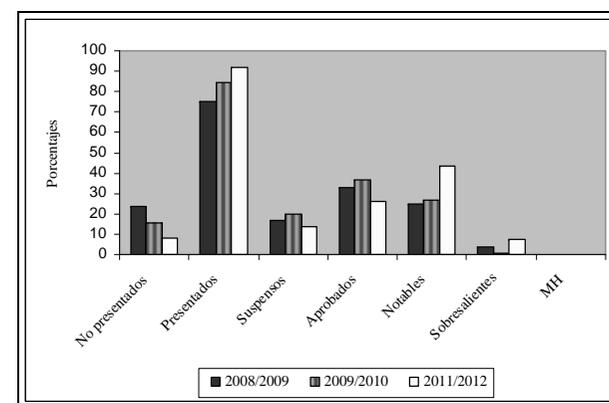
Aspectos a comparar	AOP	MdC	ABP	Método propuesto
Situación descrita	Real. Es aconsejable que implique varias disciplinas	Real	Real o ficticia	Real. Se utilizan conceptos de otras disciplinas
Análisis de la situación descrita	Individual o en grupo desde el principio	Secuencia: Individual/pequeño grupo/gran grupo/pequeño grupo	En grupo, con una fase de trabajo individual que, posteriormente se debate en el grupo	Individual pero con interacción con otros alumnos
Características de la situación	No existe una solución única correcta	No existe una solución única correcta	No existe una solución única correcta	Existe solución
Información	Se presenta la situación, los alumnos tienen que ampliar la información para elaborar el proyecto	Se presenta, en la mayoría de los casos, toda la información necesaria	Generalmente los alumnos tienen que ampliar la información preguntando al docente para que se la facilite	Se proporciona la fuente, que deben descargar de una BASE de DATOS.
Papel del profesor	Supervisar y revisar el plan de trabajo de cada grupo. Utilizar clases para satisfacer necesidades de los grupos. Evaluar	Guía del conocimiento previo y del conocimiento generado a través del debate y la discusión. Evaluar	Tutor de búsqueda de la información y orientador en el proceso de solución. Evaluar	Supervisar y revisar la elaboración del proyecto en tutorías. Utilizar las clases para resolver dudas. Evaluar
Interacción con el alumno	En las clases se orienta y se resuelven las dudas. Se realiza un seguimiento de cada grupo en tutorías	Atención a los alumnos y a los grupos de trabajo. Dirige la puesta en común.	Se tutoriza a cada uno de los grupos por separado	Se tutoriza a cada uno de los alumnos
Lugar de trabajo	La mayor parte del tiempo dedicado fuera del aula	Normalmente en el aula y en horas lectivas	Normalmente fuera del aula	Normalmente en el aula en las clases de prácticas y fuera de ella
Producto	Proyecto con todas las fases. Cada grupo expone su proyecto en clase	Informe del proceso seguido y con la solución alcanzada	Cada grupo entrega la solución del problema. Sería deseable que cada grupo exponga su solución en clase	Proyecto con todas las fases y un resumen final del trabajo realizado
Sesiones	Variables. Generalmente meses. Depende del tema y de los problemas presentados	Puede trabajarse en una sola sesión o en varias	Más de una sesión de clase y más de una tutoría	Todas las clases prácticas

Nota: (AOP) Aprendizaje Orientado a Proyectos, (MdC) el Método del Caso y (ABP) el Aprendizaje basado en Problemas.

Fuente: Servicio de Innovación Educativa de la UPM (2008) y elaboración propia.

## ANÁLISIS DE LOS RESULTADOS ACADÉMICOS

A través del Gráfico 1 se puede observar la evolución histórica de los resultados obtenidos en la doble titulación de ADE-Derecho por parte de los alumnos, utilizando los tres métodos docentes antes expuestos. Se puede observar que éstos han ido evolucionando en el transcurso del tiempo. Destaca, en primer lugar, que el número de alumnos que siguen la asignatura, esto es que participan de la evaluación continua y se presentan al examen final, a través del tercer método, establecido en el curso académico 2011/2012, es más elevado que mediante los procedimientos anteriores. Así el número de alumnos que se presentaron alcanzó casi el 92%, frente al 84% y 75% que se alcanzó con los procedimientos anteriores. Recordemos que en el curso 2008/09 los alumnos debían realizar el trabajo, pero éste se entregaba el mismo día del examen, procedimiento que adolecía de las limitaciones que antes se han descrito. No obstante, si se analiza el número de alumnos que han superado la asignatura, se puede comprobar estadísticamente, que mediante el tercer procedimiento los resultados también han mejorado considerablemente. Por lo que respecta a las calificaciones obtenidas podemos observar que el colectivo de alumnos que ha obtenido la calificación de notable ha aumentado sensiblemente en el curso 2011/2012. Sin embargo, hay que señalar que el número de alumnos que ha obtenido la máxima calificación es mínimo.

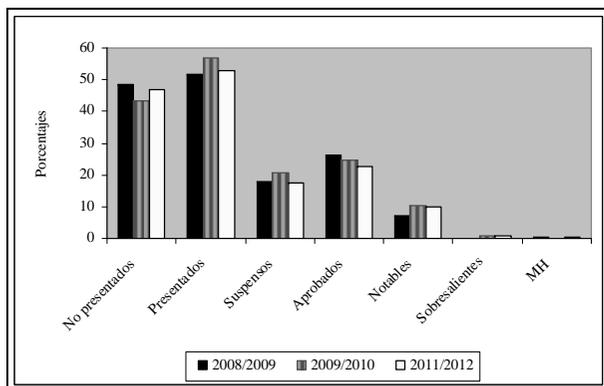


**Gráfico 1.** Evolución del rendimiento obtenido por parte de los alumnos de ADE-Derecho.

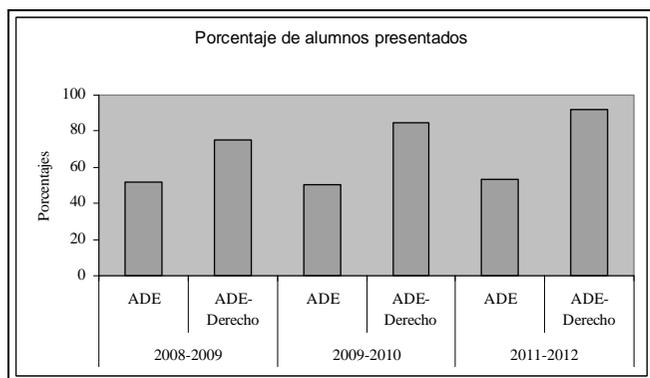
(Fuente: Tabla 1 (Anexo II) y elaboración propia)

Al analizar el rendimiento de los alumnos de ADE, recordemos que la Econometría Empresarial I es también una asignatura troncal en la Licenciatura ADE. Se puede comprobar que los resultados permanecen constantes a lo largo del periodo analizado. En el caso de la Licenciatura de ADE el

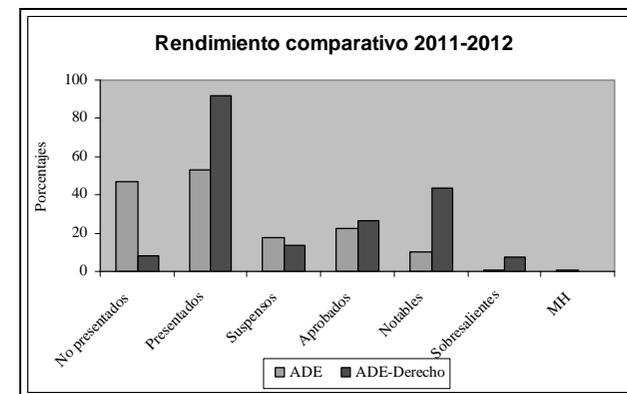
método docente utilizado es el tradicional y destaca sobre manera el menor seguimiento de la asignatura por parte del alumnado de la Licenciatura de ADE, provocando un elevado fracaso escolar (alumnos suspendidos o no presentados), sobre todo si lo comparamos con los resultados obtenidos en la doble titulación de ADE-Derecho, ver Gráfico 2.



**Gráfico 2.** Evolución del rendimiento obtenido por parte de los alumnos de ADE.  
(Fuente: Tabla 2 (Anexo II) y elaboración propia)



**Gráfico 3.** Porcentaje de alumnos presentados en las licenciaturas de ADE y ADE-Derecho.  
(Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de la primera convocatoria)



**Gráfico 4.** Rendimiento comparativo en el curso 2011-2012.  
(Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de la primera convocatoria)

Al realizar el estudio comparativo de los rendimientos obtenidos entre la Licenciatura de ADE y la doble titulación ADE-Derecho observamos que los resultados obtenidos en la doble titulación de ADE-Derecho han ido evolucionando y mejorando, respecto de la licenciatura de ADE. El porcentaje de participación de los alumnos ha ido aumentando y en general es más elevado, que el obtenido en la licenciatura de ADE, no solo en términos de participación del alumnado, ver Gráfico 3, sino también en los resultados académicos obtenidos. Se observa que el número de alumnos presentados en primera convocatoria es mucho más alto y además el porcentaje de aprobados sobre el número de matriculados es más elevado, ver Gráfico 4.

## CONCLUSIONES

Mediante el estudio realizado sobre el rendimiento de los distintos colectivos de alumnos sobre la disciplina Econometría Empresarial I se puede concluir que éstos dependen del método utilizado. En nuestro caso el Aula Virtual, el ordenador, el manejo de las bases de datos, los programas informáticos elegidos y la informática en general tienen un papel importante en la docencia.

Los objetivos que nos habíamos planteado al activarse la docencia de esta asignatura en la doble titulación de ADE-Derecho se han cumplido. De esta forma, los estudiantes se muestran más motivados que en una licenciatura en la que no se hace un seguimiento individualizado del aprendizaje. También se ha conseguido que el alumno siga activamente la asignatura y tenga una mejor preparación de la misma, lo que finalmente repercute positivamente en la labor docente.

No obstante, es de destacar que cuando el método didáctico permanece estable, el rendimiento del alumnado se mantiene constante a lo largo del periodo analizado, mientras que las mejoras en el método didáctico influyen en el rendimiento de los alumnos.

Asimismo, a modo de resumen, se muestra un balance sobre las ventajas y limitaciones de la evaluación continua personalizada:

Las ventajas son:

- Elevada motivación e interés de los alumnos.
- Elevado uso de las horas de tutorías.
- Seguimiento continuado de la asignatura.
- Fomenta la cooperación entre los alumnos.
- El alumno está preparado para superar el examen con cierta facilidad.

Las limitaciones son:

- Los alumnos en ocasiones se encuentran estresados cuando les coinciden varias asignaturas en las que deben hacer entregas, presentaciones, test, etc.
- La pervisión del trabajo: venta de trabajos por parte de otros alumnos o academias. Se ha conseguido reducir/eliminar mercadeo de los trabajos al asignar a cada alumno una empresa y hacer un seguimiento continuado de las entregas.
- La corrección y las tutorías se convierten en una tarea continua durante todo el curso.
- Un número elevado de alumnos provoca, en ocasiones, la saturación de las tutorías y el retraso en la corrección de las entregas.

Estas últimas limitaciones se han tratado de corregir haciendo tutorías cooperativas, esto es, convocando a los alumnos que demandan una tutoría en una misma aula y que entre ellos traten de resolverse las dudas, siempre con la supervisión del profesor. En ocasiones, las dudas son comunes entre los alumnos y en este caso el profesor solo tiene que hacer una única explicación, en lugar de repetir la misma explicación muchas veces, ayudado por la intervención de algún alumno.

A pesar de las limitaciones, la experiencia es altamente positiva, no solo por los resultados académicos alcanzados y presentados en el apartado cuatro, sino por la propia satisfacción personal que supone que los alumnos siguen las clases sin dificultad y adquieren los conocimientos y competencias propuestas.

## REFERENCIAS

Allal, L. (1991). *Vers una pratique de l'évaluation formative*, Bruselas: De Boek.

Birebaum, M., Breuer, K., Cascallar, E., Dochy, F., Ridwat, J., Wiesemes, R. and Nickmans, G. (2006). "A learning integrated assessment system", *Educational research review*, 1, pág. 61-67.

Blanco, A. (2007). "Las rúbricas: un instrumento útil para la evaluación de competencias", en Prieto, L. (coordinador), *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje*. Barcelona. Octaedro, pág. 171-188.

Broadfoot, P. and Black. P. (2004). "Redefining assessment? The first ten years of Assessment in Education", *Assessment in education*, 11, pág. 7-27.

Coll, C. y Onrubia, J. (1999). "Evaluación de los aprendizajes y atención a la diversidad", en Coll, C. (coordinador), *Psicología de la instrucción. La enseñanza y el aprendizaje en la educación secundaria*, Barcelona: Horsori. ICE de la UB, pág. 141-168.

Delgado, A.M., Borge, R., García, J., Oliver, R. y Salomón, L. (2005). "Competencias y diseño de la evaluación continua y final en el Espacio Europeo de Educación Superior. Programa de Estudios y Análisis. Madrid: Ministerio de Educación y Ciencia. Dirección General de Universidades.

McDonald, R. (2006). "The use of evaluation to improve practice in learning and teaching", *Innovations in Education and Teaching International*, 43, pág. 3-13.

Morales, P. (2007). "Nuevos roles de profesores y alumnos, nuevas formas de enseñar y de aprender", en Prieto, L. (coordinador), *La enseñanza universitaria centrada en el aprendizaje*. Barcelona. Octaedro, pág. 17-31.

Nunziati, G. (1990). "Pour construire un dispositif d'évaluation d'apprentissage", *Cashiers Pédagogiques*, 280, pág. 47-64.

*Aprendizaje Orientado a Proyectos* (2008), Servicio de Innovación Educativa de la Universidad Politécnica de Madrid.

William, D. (2000). "Integrating summative and formative functions of assessment. Keynote address" *First Annual Conference of the European Association for educational assessment*, Praga, Republica Checa.

## ANEXO I

### ENUNCIADOS DE LAS SEIS ENTREGAS DE LA EVALUACIÓN CONTINUA.

1ª Entrega:

- Cada alumno debe adquirir los datos de la empresa asignada de la base de datos. La relación de empresas asignadas a cada alumno se publica en el aula virtual así como el protocolo de conexión.
- Especificación del modelo econométrico y su justificación desde el punto de vista económico. Por ejemplo: una función de producción, una función de costes, una función de salarios o bien de una función de beneficios.
- Estadísticos descriptivos de todas las variables.
- Coefficiente de correlación simple entre las variables. Interpretar los resultados con la ayuda del diagrama de dispersión entre las variables exógenas y la variable endógena.
- Estimación por MCO (LS) de los modelos lineales simples:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + u_i$$

$$Y_i = \beta_1 + \beta_3 X_{3i} + u_i$$

2ª Entrega:

A partir del modelo lineal simple estimado por MCO (LS):

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + u_i \quad (1)$$

- Calcular la varianza estimada y la desviación típica estimada del estimador de  $\beta_2$ .
- Construir el estadístico t asociado al estimador del parámetro  $\beta_2$
- Contrastar la hipótesis nula

$$H_0 : \beta_2 = 0 \text{ frente a la hipótesis alternativa } H_A : \beta_2 \neq 0$$

A partir del modelo lineal múltiple estimado por MCO (LS):

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \quad (2)$$

- Comparar los valores de las varianzas de los estimadores de  $\beta_2$  en los modelos (1) y (2). Comentar los resultados obtenidos.
- Contrastar la hipótesis de significación de  $\beta_2$  y  $\beta_3$  en el modelo (2) para un nivel de significación del 5%.
- Independientemente de la significación de las variables calcular el efecto directo, el efecto indirecto y el efecto total de la variable  $X_{2i}$  sobre la variable  $Y_i$ .

3ª Entrega:

Dados los modelos econométricos siguientes:

$$\text{En niveles} \quad Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \quad (1)$$

$$\text{Doblemente logaritmo} \quad \ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + u_i \quad (2)$$

$$\text{Lineal logaritmo} \quad Y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} \quad (3)$$

$$\text{Logaritmo lineal} \quad \ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} \quad (4)$$

- Interpretar el significado económico del coeficiente  $\beta_2$  en el modelo (1) y (2).
- Calcular, en el modelo (1), la elasticidad de la variable  $Y_i$  respecto a la variable  $X_{2i}$  en el punto medio. Calcular, en el modelo (2), la elasticidad de la variable  $Y_i$  respecto a la variable  $X_{2i}$  en el punto medio.
- Calcular el p-value o valor de la probabilidad para el contraste de hipótesis  $\beta_2 = 0$  en el modelo (1)
- En el modelo (1) calcular si se ha cometido algún error de especificación, por omisión de variables, a través del test Ramsey RESET e interprete el resultado.
- Contrastar la significatividad del modelo en su conjunto o significatividad conjunta del modelo (1), para  $\alpha = 0.05$ .
- Contrastar la significatividad del modelo en su conjunto o significatividad conjunta del modelo (1), a través del test de TITNER, para  $\alpha = 0.05$ .
- Seleccionar entre las especificaciones planteadas, a través de las ecuaciones (1), (2), (3) y (4) la más adecuada.
- En un modelo econométrico estimado: ¿el coeficiente de determinación puede ser negativo? Razonar la respuesta.

4ª Entrega:

Dados los modelos econométricos siguientes:

$$\text{En niveles} \quad Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \quad (1)$$

$$\text{Doblemente logaritmo} \quad \ln Y_i = \beta_1 + \beta_2 \ln X_{2i} + \beta_3 \ln X_{3i} + u_i \quad (2)$$

- Calcular la predicción puntual para el modelo (1) para los valores medios de las variables explicativas.
- Calcular la predicción por intervalos para el modelo (1) para los valores medios de las variables explicativas, para  $\alpha=0.05$ .
- Estudiar la capacidad predictiva de los modelos (1) y (2). Reservando las dos últimas observaciones muestrales, analizar los resultados del coeficiente U-Theil.
- ¿Cómo afecta al coeficiente  $\beta_2$  estimado del modelo (1) el multiplicar por 100 la variable  $Y_i$ ?
- ¿Cómo afecta al coeficiente  $\beta_2$  estimado del modelo (1) el multiplicar por 10 la variable  $X_{2i}$ ?
- ¿Cómo afecta al coeficiente  $\beta_2$  estimado del modelo (1) el multiplicar por 10 la variable  $X_{3i}$ ?

5ª Entrega:

Dados los modelos econométricos siguientes:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \quad (1)$$

$$Y_{NEW_i} = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + u_i \quad (2)$$

$$Y_{NEW_i} = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_3 X_{3i} + \beta_4 F07 + u_i \quad (3)$$

donde:  $Y_{NEW_i}$  es la variable endógena transformada utilizando la siguiente expresión (**GENR** **YNEW=Y+3\*F07\*Y**) donde **F07** es una variable ficticia que toma el valor cero en todas las observaciones, excepto para el año 2007 que toma el valor uno.

- Comprobar si el modelo (1) presenta multicolinealidad. Utilizando los siguientes procedimientos:
  - Calculando el determinante de la matriz de coeficientes correlación entre las variables

explicativas.

- Aplicando el test de Glauber y Farrer.

Estimar el siguiente modelo:

$$Y_i - Y_{i-1} = \beta_1^* + \beta_2 (X_{2i} - X_{2i-1}) + \beta_3 (X_{3i} - X_{3i-1}) + u_i$$

- Comentar los resultados de la estimación. En el caso de existencia de multicolinealidad en el modelo (1) indicar si este nuevo modelo soluciona dicho problema.
- Contrastar la hipótesis de Normalidad en el modelo (2) para  $\alpha=0.05$ .
- Estimar el modelo (3) y contrastar la hipótesis de Normalidad para  $\alpha=0.05$ .
- Contrastar la hipótesis de heterocedasticidad en el modelo (1) aplicando:
- El test gráfico.
- El test de White.
- En el caso de que el modelo (1) presente heterocedasticidad estimarlo de nuevo utilizando el método de White. En caso contrario, presenta homocedasticidad, comentar como procederías para su estimación.

6ª Entrega:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + u_i \quad (1)$$

- Contrastar la hipótesis autocorrelación.
  - 1.a. Test gráfico.
  - 2.b. Test Durbin-Watson.

Con el fin de solucionar el posible problema de autocorrelación de primer orden en el modelo (1) se estiman los modelos (2), (3), (4), (5) y (6) siguientes:

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \rho_1 u_{i-1} + \varepsilon_i \quad (2)$$

$$Y_i = \beta_1 + \beta_2 X_{2i} + \beta_4 Y_{i-1} + u_i \quad (3)$$

$$\text{Log}(Y_i) = \beta_1 + \beta_2 \text{Log}(X_{2i}) + u_i \quad (4)$$

$$\text{Log}(Y_i) = \beta_1 + \beta_2 \text{Log}(X_{2i}) + \rho_1 u_{i-1} + \varepsilon_i \quad (5)$$

$$\text{Log}(Y_i) = \beta_1 + \beta_2 \text{Log}(X_{2i}) + \beta_4 \text{Log}(Y_{i-1}) + u_i \quad (6)'$$

- a) Comentar los resultados obtenidos utilizando para ello los estadísticos: Durbin- Watson, h-Durbin, Bera-Jarque y AIC<sup>22</sup>.
- b) ¿Qué problemas pueden presentar las estimación de los modelos (3) y (6) ? ¿Qué método de estimación sería el adecuado para estimarlos? Estimar los modelos (3) y (6) por el método que consideres más adecuado.
- c) Independiente de la significación del modelo dinámico (3). Calcular el multiplicador de impacto, el multiplicador intermedio de orden diez y el multiplicador total de la variable  $X_{2t}$  en el modelo (3).
- d) Realizar una síntesis del trabajo realizado contemplando los siguientes apartados: 1. Introducción. 2. Resumen. 3. Conclusiones.

**Tabla 1.** Ejemplo de rúbrica.

	<i>PERFECTO</i>	<i>SUFICIENTE</i>	<i>INSUFICIENTE</i>
Cálculo de la varianza estimada del estimador de $\beta_2$	Correcto (1 punto)	Se comete algún error (0,5 puntos)	Incorrecto (0 puntos)
Construcción del estadístico t	Correcto (1 punto)	Se comete algún error (0,5 puntos)	Incorrecto (0 puntos)
Contraste	Correcto (1 punto)	Se comete algún error (0,5 puntos)	Incorrecto (0 puntos)
Efecto directo, indirecto y total de la variable $X_{2t}$ sobre la variable $Y_t$	Correcto (1 punto) Se explica completamente (1 punto)	Se comete algún error (0,5 puntos) Podría mejorar su explicación (0,5 puntos)	No se hace o es incorrecto (0 puntos) No se explica (0 puntos)

Fuente: Elaboración propia.

## ANEXO II

**Tabla 2.** Licenciatura de ADE-Derecho.

	<i>2008/2009</i>	<i>2009/2010</i>	<i>2011/2012</i>
No presentados	23.76%	15.60%	8.11%
Presentados	75.25%	84.40%	91.89%
Suspensos	16.83%	20.18%	13.51%
Aprobados	32.67%	36.70%	26.35%
Notables	24.75%	26.61%	43.24%
Sobresalientes	3.96%	0.92%	7.43%
MH			
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de primera convocatoria de la Facultad de Economía de la Universitat de València.

**Tabla 3.** Licenciatura de ADE.

	<i>2008/2009</i>	<i>2009/2010</i>	<i>2011/2012</i>
No presentados	48.52%	43.31%	47.02%
Presentados	51.48%	56.69%	52.98%
Suspensos	17.75%	20.66%	17.41%
Aprobados	26.23%	24.79%	22.62%
Notables	7.10%	10.25%	10.12%
Sobresalientes	0.00%	0.83%	0.74%
MH	0.39%	0.17%	0.60%
TOTAL	100.00%	100.00%	100.00%

Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de primera convocatoria de la Facultad de Economía de la Universitat de València.

<sup>22</sup> Akaike Information Criteria.

**Material docente, nuevas tecnologías y sistema de información continuo para la evaluación de las competencias adquiridas por el alumno en las asignaturas de Estadística de los grados dentro de las Ciencias Experimentales**

**Nieves Aquino Llinares<sup>(1)</sup>, Rosario Rodríguez Griñolo<sup>(2)</sup>, Manuel Jesús Porras Sanchez<sup>(3)</sup>**

*Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica.  
Área de Estadística e Investigación Operativa  
Universidad Pablo de Olavide  
Carretera de Utrera, Km 1, 41013, Sevilla*

*(1) naquilli@upo.es*

*(2) mrrodgri@upo.es*

*(3) mjporsan@upo.es*

**RESUMEN**

En este trabajo se presentan dos aspectos claramente diferenciados dentro de la enseñanza superior en el EEES, tratados en dos proyectos de innovación docente aplicados en Grados relacionados con las Ciencias Experimentales: Material docente y uso de nuevas tecnologías, y un sistema de información continua para la evaluación de las competencias adquiridas. El primero de ellos está enfocado en los cambios que son necesarios adoptar en cuanto a la docencia y a la evaluación. Para ello, es necesario contar con una documentación que permita el aprendizaje y la autoevaluación de las competencias que el alumno va adquiriendo a lo largo del curso. El interés del segundo proyecto es obtener información de forma continua por parte de los alumnos que permita realizar una evaluación del proceso de aprendizaje de las competencias exigidas particularmente en la asignatura de Bioestadística, permitiendo un feed-back con los alumnos que ayude a corregir sesgos en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de competencias, llevado a cabo en la asignatura de Estadística. Esta información ha servido para obtener conclusiones importantes sobre la percepción inicial y final del sistema de evaluación por parte de los alumnos, así como de los resultados finales del sistema.

## INTRODUCCIÓN.

En el nuevo escenario en el que se encuentra la enseñanza superior (ECTS) es necesario adoptar una serie de cambios en cuanto a la docencia y la evaluación de los conocimientos que adquiere el alumno, además de ser necesario para verificar el éxito de la adquisición de las competencias exigidas en cada asignatura poner en marcha un sistema de evaluación garante de ello.

Por todo ello, en el curso académico 2010-2011, se pone en marcha en la asignatura de Estadística del Grado de Ciencias Ambientales y Bioestadística de los grados de Nutrición y Biotecnología, un manual completo con conceptos teóricos, ejercicios resueltos y sin resolver, así como cuestiones teóricas tipo test para la autoevaluación del alumno. Este material está orientado a la nueva metodología del aprendizaje autónomo del alumno, de forma que permita el aprendizaje y la autoevaluación de las competencias que el alumno va adquiriendo a lo largo del semestre.

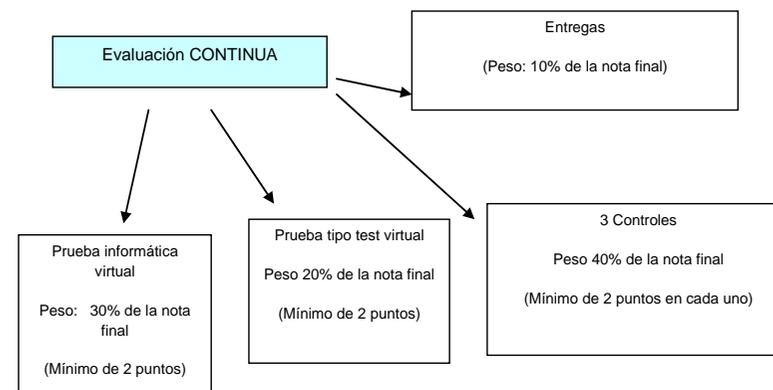
Respecto al sistema de evaluación, se propone un sistema de evaluación innovadora, de carácter continuo durante el semestre, con un importante uso de las nuevas tecnologías para apoyo del profesor y del alumno.

En el curso académico 2011-2012, junto al sistema de evaluación continua y el uso de dicho material docente, se lleva a cabo en el segundo semestre del curso un sistema de información continuo para evaluar las competencias adquiridas por el alumno asociadas, en particular, a la asignatura de Bioestadística del Grado en Nutrición y Dietética Humana. Este trabajo es el resultado de un proyecto de innovación docente titulado "SICEC: Sistema de Información Continuo para la Evaluación de las Competencias adquiridas por el alumno." Dicho proyecto pertenece a la Convocatoria de Proyectos de Innovación y Desarrollo Docente de la Universidad Pablo de Olavide, correspondiente al curso 2011-2012 y nos ha permitido realizar un seguimiento de la evaluación de las competencias adquiridas por el alumno. El objetivo principal que motivó a presentar dicho proyecto es obtener información de forma continua de los alumnos que permita realizar una evaluación del proceso de aprendizaje de las competencias exigidas en la asignatura de Bioestadística, permitiendo un feedback con los alumnos que ayude a corregir sesgos en el proceso de enseñanza-aprendizaje a través de competencias (ver Lawall, 1998; Morales 1995 y Ramsden, 1992). Como un objetivo secundario, se pretendía conocer la opinión de los alumnos sobre el sistema de evaluación llevada a cabo en la asignatura y las preferencias en cuanto a los tipos de pruebas que componen dicha evaluación.

## METODOLOGÍA

### Evaluación continua

Las competencias que debe de adquirir el alumno en el desarrollo de las asignaturas implicadas en el estudio se evaluaron a partir de las siguientes cuatro actividades:



**Figura 1:** Actividades para el desarrollo de competencias en la evaluación continua.

(Fuente: Elaboración propia)

Se propusieron 4 *Entregas* a lo largo del semestre. Dichas entregas consistían en diferentes actividades propuestas por el profesor de forma que el alumno profundice y asimile los conceptos teóricos estudiados en clase así como poder mejorar el nivel de conocimiento en las competencias que debe adquirir. Entre ellas se destacan las competencias de plantear y resolver problemas estadísticos relacionados con las Ciencias Experimentales e interpretar los resultados obtenidos en la resolución de dichos problemas. Cada entrega es comunicada al alumno con bastante tiempo de antelación antes de la fecha propuesta para su entrega al profesor y la complejidad de las actividades que la forman variarán dependiendo de la parte del temario con la que esté relacionada así como el instante de tiempo en el desarrollo de la asignatura en que debe de realizarse.

Los 3 controles que se realizaron a lo largo del semestre corresponde a los tres bloques en los que la asignatura de Estadística está estructurada en los diferentes Grados: Estadística Descriptiva, Probabilidad e Inferencia Estadística. Dichos controles consistían en la resolución, mediante los conceptos y técnicas estadísticas estudiadas en cada bloque, de problemas reales relacionados con

las ciencias experimentales. Al final del semestre se realizaron la prueba tipo test y la prueba de informática, donde el alumno debe demostrar que conoce los conceptos teóricos relacionado con la estadística así como su habilidad para resolver los problemas haciendo uso del programa estadístico estudiado durante el curso (SPSS).

Los mínimos exigidos en los controles y las pruebas de informática y tipo test (2 puntos sobre 10) se establecen con el objetivo de garantizar que el alumno realice la evaluación continua a lo largo del semestre.

La nota final de la asignatura es la suma ponderada de las notas obtenidas en las cuatro partes, habiendo superado los mínimos exigidos, de forma que será preciso para superar la asignatura haber obtenido una nota final igual o mayor que 5.

$$\text{NOTA} = \text{MEDIACONTROLES} * 0.4 + \text{NOTAENTREGAS} * 0.2 + \text{NOTASPSS} * 0.2 + \text{NOTATEST} * 0.2$$

Los alumnos que no siguieron la evaluación continua o no alcanzaron un mínimo de 2 puntos en actividades desarrolladas durante el curso (controles, examen y spss) se sometieron a un único examen en la convocatoria de julio, el cual consistía en dos partes, una escrita y otra realizada haciendo uso del ordenador. En este caso, para superar la asignatura fue necesario obtener un mínimo de 5 puntos sobre 10 en la pregunta informática. Tras haber alcanzado el mínimo exigido en SPSS, el alumno superaba la asignatura si obtenía al menos un 5 en la nota global de la prueba final.

Este sistema se ha implantado durante el curso 2010-2011 en las asignaturas de Estadística y Bioestadística impartidas en diferentes Grados de la Facultad de Ciencias Experimentales de la Universidad Pablo de Olavide obteniéndose unos resultados muy positivos.

### **Sistema de información continuo sobre la evaluación de las competencias**

El grupo en el que se realizó dicho proyecto fue el formado por alumnos matriculados de la asignatura de Bioestadística durante el curso académico 2011-2012 en el grado de Nutrición y Dietética Humana. Dicho grupo está compuesto por 62 matriculados.

Dado que el semestre cuenta con 15 semanas lectivas y con objeto de estudiar las opinión y la evolución de los alumnos ante las diferentes cuestiones a lo largo del curso, se establecieron 4 fechas claves para realizar el cuestionario en clase: semana 4, semana 8, semana 12 y semana 15. En cada encuesta se realizaban preguntas relacionadas con el sistema de evaluación, orden de preferencia de las diferentes pruebas que formaban la evolución continua, tutorías solicitadas y, en su

caso, número de tutorías recibidas, así como horas dedicadas a estudiar la asignatura de Bioestadística en las 4 semanas de estudio correspondiente a cada encuesta, salvo en la última encuesta donde solo entran 3 semanas de estudio.

Una vez recogido los datos de todas las encuestas se creó "SICEC", el Sistema de Información Continuo para la Evaluación de las Competencias. Este sistema de información cuenta con una base de datos, que se fue cumplimentando durante el semestre con la información recogida a partir de los cuestionarios ad-hoc, y que fueron explotada estadísticamente con el programa SPSS v.20.

## **RESULTADOS**

### **Evaluación continua**

Para valorar la validez de este sistema de evaluación continua de enseñanza-aprendizaje y verificar que cumple los objetivos planificados inicialmente se utiliza un sistema de información y control de los resultados a través de la tasa de éxito y la tasa de rendimiento obtenido en la primera convocatoria.

Los resultados obtenidos en las asignaturas de Bioestadística y Estadística del Grado de Nutrición y el Grado de Ciencias Ambientales respectivamente, cursadas en la Universidad Pablo de Olavide durante el curso académico 2010-2011, usando el sistema de evaluación continua descrito en la sección anterior, se reflejan en la Tabla 1.

**Tabla 1. Resultados Académicos en la Asignatura en la Primera Convocatoria.**

	<i>Grado en Nutrición</i>	<i>Grado en Ciencias Ambientales</i>
Matriculados	62	82
Presentados	55	77
Suspensos	6	5
Matriculas de Honor	2	1
Sobresaliente	8	2
Notables	26	33
Aprobados	13	36

Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de primera convocatoria.

En la siguiente Tabla 2 se observa cómo se han conseguido unas tasas de éxito superiores al 93% en el caso del Grado de CCAA y casi del 90% en el Grado de Nutrición. En cuanto a la tasa de rendimiento se puede afirmar que son también muy elevadas pues superan en ambos casos el 79% llegando a alcanzar en el caso del Grado en CCAA casi el 88%.

Comparando los resultados obtenidos, en el curso 2010-2011, en la asignatura de Estadística de la Licenciatura de Ciencias Ambientales, siguiendo el sistema de evaluación tradicional, con los que se han obtenido con el nuevo sistema de evaluación, en el mismo periodo y para la misma asignatura pero en el Grado de Ciencias Ambientales, se observa un aumento significativo en las tasas de éxito y rendimiento tal y como se aprecia en la Figura 2, lo que verifica que el uso del sistema de evaluación, junto con el material adaptado a la nueva enseñanza, favorece el aprendizaje por parte de los alumnos de la materia y las competencias exigidas.

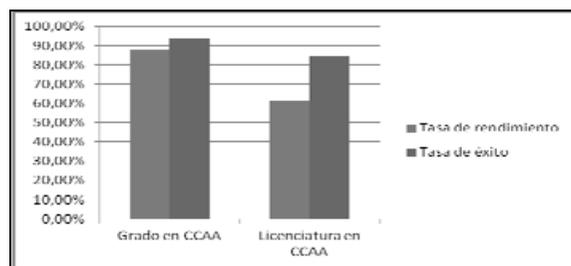
**Tabla 2.** Tasa de Rendimiento y de Éxito en la Primera Convocatoria.

	Grado en Nutrición	Grado en Ciencias Ambientales
Presentados sobre Matriculados	88,70%	93,90%
Tasa de Rendimiento <sup>a</sup>	79,03%	87,80%
Tasa de Éxito <sup>b</sup>	89,10%	93,50%

Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de primera convocatoria.

a Porcentaje de aprobados sobre matriculados.

b Porcentaje aprobados sobre presentados



**Figura 2.** Tasa de éxito y rendimiento en el Grado y la Licenciatura de CCAA.

(Fuente: Elaboración propia)

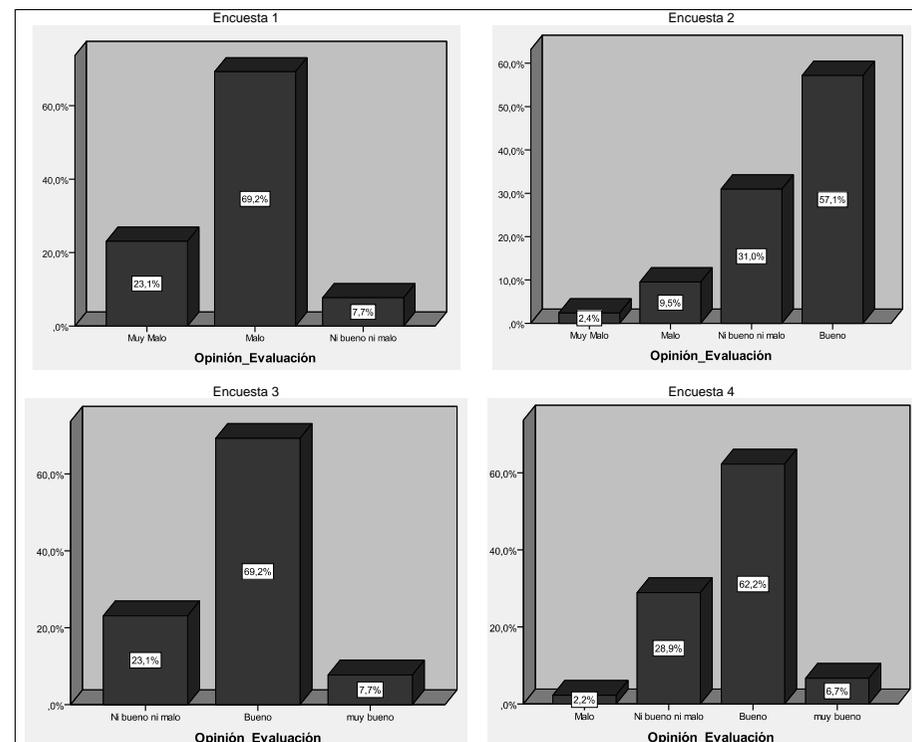
### Sistema de información continuo sobre la evaluación de las competencias.

A continuación se muestran alguno de los resultados que se obtuvieron tras analizar la base de datos que recogía los datos obtenidos de las encuestas realizadas durante el semestre.

La figura 3 muestra los resultados, en cada una de las cuatro encuestas realizadas durante el semestre, respecto a la opinión que el alumno tenía sobre el sistema de evaluación continuo propuesto para la asignatura de Bioestadística.

Recordemos que en la encuesta 1 se incluyen las semanas 1, 2, 3 y 4, en la encuesta 2 las semanas 5, 6, 7 y 8, en la encuesta 3 las semanas 9, 10, 11, 12, y en la encuesta 4 las semanas 13, 14 y 15.

Podemos observar como al comienzo del curso el alumno es contrario al sistema de evaluación ya que un 69,23% pensaba que el sistema propuesto era malo. Sin embargo, a lo largo del desarrollo de la asignatura se produce un cambio de opinión, terminando con más de un 68% de los alumnos que piensan que el sistema de evaluación es bueno o muy bueno.

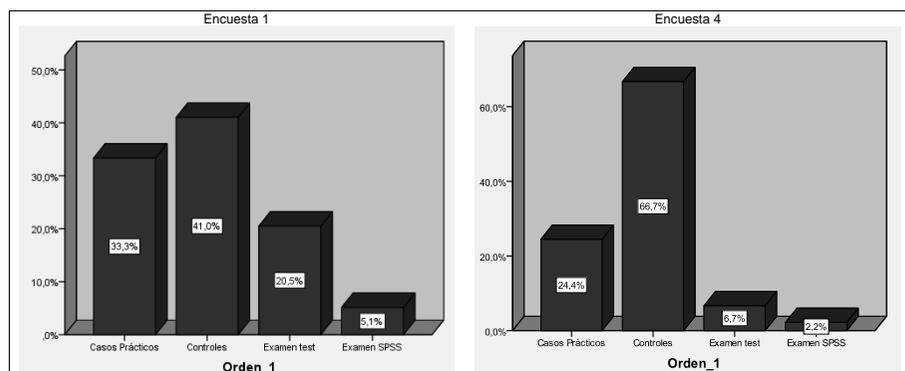


**Figura 3:** Opinión del alumno sobre el sistema de evaluación continuo en la asignatura.

(Fuente: elaboración propia)

Respecto a grado de importancia de las diferentes pruebas que formaban la evaluación vemos en la figura 4 como la mayoría de los alumnos, desde el comienzo del curso (con un 41% en la primera encuesta) hasta el final del curso (con un 66,7% en la última encuesta realizada), opinan que la

prueba que debe de tener más peso en la nota final de la asignatura son los controles parciales que se hacen de forma continua a lo largo del semestre.



**Figura 4.** Grado de importancia de las diferentes pruebas dentro de la evaluación.  
(Fuente: Elaboración propia)

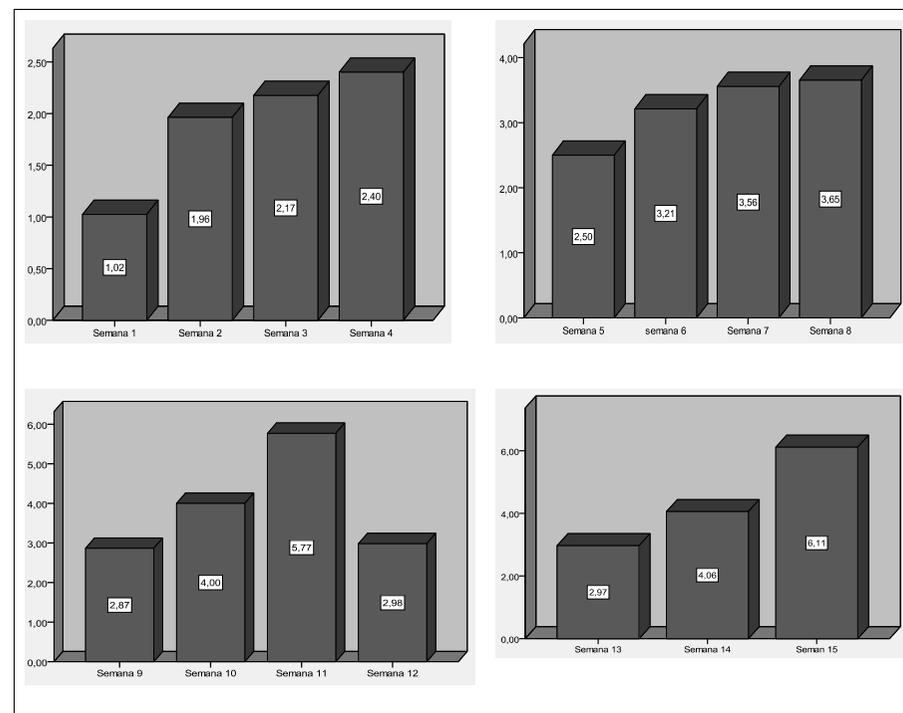
Además, en la tabla 3 se puede observar, para cada una de las encuestas realizadas, el orden de preferencia para los alumnos entre las pruebas que componen la evaluación:

**Tabla 3.** Orden de preferencia en las pruebas dentro de la evaluación continua.

	<i>Prueba</i>	<i>Orden 1</i>	<i>Orden 2</i>	<i>Orden 3</i>	<i>Orden 4</i>
Encuesta 1	Casos Prácticos	33,33%	28,21%	20,51%	20,51%
	Controles	41,03%	33,33%	7,69%	12,82%
	Examen test	20,51%	25,64%	46,15%	7,69%
	Examen SPSS	05,13%	10,26%	25,64%	58,97%
		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Encuesta 2	Casos Prácticos	29,55%	36,36%	15,91%	18,18%
	Controles	52,27%	29,55%	13,64%	00,00%
	Examen test	11,36%	27,27%	52,27%	13,64%
	Examen SPSS	06,82%	6,82%	18,18%	68,18%
		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Encuesta 3	Casos Prácticos	23,08%	53,85%	11,54%	11,54%
	Controles	76,92%	23,08%	00,00%	00,00%
	Examen test	00,00%	19,23%	53,85%	26,92%
	Examen SPSS	00,00%	03,85%	34,62%	61,54%
		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>
Encuesta 4	Casos Prácticos	24,44%	44,44%	13,33%	17,78%
	Controles	66,67%	24,44%	6,67%	2,22%
	Examen test	06,67%	17,78%	62,22%	13,33%
	Examen SPSS	02,22%	13,33%	17,78%	66,67%
		<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>	<b>100%</b>

Fuente: Elaboración propia a partir de las encuestas realizadas.

Respecto al número de horas de estudios dedicadas a la asignatura de Bioestadística a lo largo del semestre, se aprecia en figura 5 como en aquellas semanas donde estaba planificada una prueba de evaluación (semana 8, semana 11 y semana 15) el número medio de horas de estudio asciende, siendo aun así, un número por debajo de lo estimado y aconsejado por el profesorado durante el semestre.



**Figura 5.** Media de horas de estudio a la semana de la asignatura Bioestadística.  
(Fuente: elaboración propia)

Para medir el nivel de las competencias adquiridas en el desarrollo del semestre, en el SICEC se recogieron las notas de diferentes pruebas que se iban realizando usando el sistema de evaluación continuo. Competencias como planteamiento y resolución de problemas, interpretación de resultado, junto con la gestión del tiempo se fueron midiendo de manera continua mediante controles realizados al final de cada bloque de la asignatura, concretamente en las semanas 8, 11 y 15. Para cada prueba

se obtuvo un alto nivel de presentados sobre matriculados así como una alta tasa de rendimiento y de éxitos. Los resultados quedan recogidos en la tabla 4.

**Tabla 4.** Tasa de Rendimiento y de Éxito en Controles Realizados.

	<b>Control 1</b>	<b>Control 2</b>	<b>Control 3</b>
Presentados sobre Matriculados	91.93%	83.87%	83.87%
Tasa de Rendimiento <sup>a</sup>	88.70%	80.00%	83.87%
Tasa de Éxito <sup>b</sup>	96.50%	94.23%	100%

Fuente: Elaboración propia a partir de las actas de primera convocatoria.

a Porcentaje de aprobados sobre matriculados.

b Porcentaje aprobados sobre presentados

La nota media de la clase obtenida en los 3 controles fue de 8.31, 7.28 y 9.55, respectivamente, con una desviación típica de 1.80, 2.25 y 0.75, lo que demuestra un alto nivel de aprendizaje en las competencias de planteamiento y resolución de problemas estadísticos, así como interpretación de resultados relacionado con la Bioestadística.

**Tabla 5.** Solicitud de tutorías en las semanas de estudio.

		<b>Porcentaje<sup>a</sup></b>	<b>Nº Medio de tutorías solicitadas</b>
Encuesta 1	Si	6,67%	2
	No	93,33%	
Encuesta 2	Si	4,44%	1
	No	95,56%	
Encuesta 3	Si	19,23%	1.1
	No	80,77%	
Encuesta 4	Si	27,50%	1.2
	No	72,50%	

Fuente: Elaboración propia.

<sup>a</sup> Porcentaje sobre matriculados

Para medir competencias relacionadas con conocimientos teóricos de la asignatura se realizó a final de la asignatura una prueba tipo test donde se obtuvo el 83,87% de presentados con una tasa de rendimiento del 75,8% y una tasa de éxito del 90%. La nota media en esta prueba fue de 6.3 con una desviación típica de 1.02. Conjuntamente con esta prueba y con el fin de medir las competencias relacionadas con el manejo y resolución de problemas estadísticos mediante un programa informático, se realizó una prueba de resolución de problemas mediante el uso del ordenador obteniendo en este caso una tasa de rendimiento del 80.64% y una tasa de éxito del 96%.

Junto con las diferentes pruebas de evaluación, se pretendía medir la evolución del aprendizaje del alumno mediante las tutorías presenciales que los alumnos realizaban durante el desarrollo de la asignatura. Sin embargo, y a pesar de las recomendaciones del profesorado, no se hace mucho uso de ellas, como se puede observar en la Tabla 5, donde se refleja para cada encuesta realizada, el porcentaje de alumno que pidieron tutorías en la semana correspondiente y la duración (en horas).

## CONCLUSIONES

En estos últimos años se han producido muchos cambios en la actividad docente universitaria. Ha cambiado la normativa universitaria, el alumnado, los medios tecnológicos de apoyo a la docencia, la evaluación del alumno y del profesorado, los conocimientos iniciales del alumno, los procesos de evaluación, entre otros. Todos estos cambios hacen necesario una profunda reflexión del trabajo que se realiza y nuevos caminos de enseñanza, que permitan culminar el objetivo de la graduación de los alumnos con la mayor eficacia y eficiencia posible, habiendo alcanzado un número concreto y definido de competencias.

En la asignatura de Estadística impartida en diferentes Grados dentro de las Ciencias Experimentales, el profesorado ha realizado numerosos esfuerzos encaminados a dotar al alumno de un material técnico y de apoyo al estudio que permita comprender, asimilar y trabajar los conceptos adquiridos en las clases teóricas y prácticas de la asignatura. Para evaluar las competencias asociadas a la asignatura se ha desarrollado un sistema de evaluación continuo que permite al alumno, adquirir las competencias especificadas en la asignatura impartida de manera equilibrada a lo largo del semestre.

El alto porcentaje de presentados sobre matriculados así como una tasa de rendimiento alrededor del 85% y una tasa de éxito superior al 90% muestran que tanto el sistema de enseñanza como el sistema de evaluación utilizado en el desarrollo de la asignatura favorecen al alumno en cuanto a la adquisición de los conocimientos y competencias exigidas.

En el curso 2012-2013 se ha solicitado un nuevo proyecto de innovación docente para mejorar el Sistema de Información con los alumnos, con el objeto de realizar un proceso de mejora en la evaluación e impartición de la asignatura de Estadística en las diferentes titulaciones.

## **BIBLIOGRAFÍA**

- Lawall, M.L. (1998). *Students Rating Teaching, How student feedback can inform your teaching*. University teaching Services, The University of Manitoba.
- Morales Vallejo, P. (1995) *Los Objetivos Didácticos. Cuadernos Monográficos de ICE*, Universidad de Deusto. Bilbao.
- Ramsden, P. (1992) *Learning to teach in higher education*. London, Routledge.

## **METODOLOGÍAS DOCENTES INNOVADORAS. HERRAMIENTAS Y MÉTODOS PARA LA DOCENCIA ESTADÍSTICA**

## **Innovación educativa en el laboratorio: Una mejora en el rendimiento académico**

**Maria Escrivà <sup>(1)</sup>, Guillermo Mateu <sup>(2)</sup>**

*(1) LINEEX-ERICES  
Universitat de València  
e-mail: maria.escriva@uv.es*

*(2) LESSAC-Burgundy School of Business  
Universitat de València  
e-mail: guillermo.mateu@escdijon.eu*

### **RESUMEN**

Este estudio analiza el impacto de la metodología experimental en la adquisición de conocimientos teóricos a través de experiencias docentes en el laboratorio. El desarrollo de experimentos económicos en el aula incrementa el interés, el aprendizaje y la comprensión de los alumnos a través de un incremento en la motivación hacia la materia. Durante el curso 2011/2012 se implementaron una serie de experimentos docentes en el Laboratorio de Economía Experimental de la Universitat de València (LINEEX) con resultados satisfactorios, manteniendo unas condiciones experimentales estrictas, y dando carácter de independencia y representatividad a la muestra. En los experimentos implementados, se trataron los conocimientos teóricos incluidos en la programación docente, y propuestos en la evaluación escrita de la asignatura. La literatura en torno al uso de experimentos en el aula señala que el hecho de participar en los experimentos influye positivamente en el rendimiento académico de los estudiantes.

### **INTRODUCCIÓN**

La aplicación de metodología experimental al estudio de la economía es relativamente novedosa. Tradicionalmente, se ha considerado a la economía como una ciencia no experimental, más intensiva en teoría y menos en procedimientos experimentales, al contrario de lo que ocurre en otras áreas científicas. No obstante, esta metodología ha tenido gran importancia en el ámbito de la economía y las ciencias sociales durante las últimas décadas, reforzándose con la entrega de los Premios Nobel de Economía a Reinhard Selten en 1994, y Vernon Smith y Daniel Kahneman en 2002, por sus contribuciones en el campo de la Economía Experimental y la Teoría de Juegos. En los últimos años, la Economía Experimental

ha pasado de ser una técnica empleada por una minoría de centros especializados en teoría de la decisión, a ser una metodología ampliamente extendida en investigación y docencia.

La realización de experimentos constituye el centro de la actividad científica en las ciencias naturales, tales como la biología, la química y la física. La economía, en cambio, ha sido considerada tradicionalmente una disciplina en la que la experimentación no era posible. Sin embargo, durante las últimas décadas numerosos economistas han empezado a realizar experimentos para analizar diversas cuestiones económicas y del comportamiento. Actualmente la Economía Experimental cuenta con un gran apoyo en la comunidad científica, produciéndose un gran desarrollo de la investigación experimental en campos muy diversos de la economía (ver Brandts, 2009).

Durante los últimos años, los experimentos económicos se han consolidado como una herramienta puntera en la investigación económica, complementándose con modelos teóricos, o bien generando nuevos a partir de la evidencia empírica. El desarrollo de técnicas usadas en la experimentación económica convierte a la Economía en una ciencia experimental (Davis y Holt, 1993).

Como indica Brandts (2009) la gran ventaja de los experimentos, tanto en ciencias sociales como naturales, es que permiten obtener evidencia empírica bajo condiciones de control y replicabilidad. Más concretamente, la economía experimental nos permite generar datos en un entorno económico controlado diseñado por el experimentalista, reproduciendo las condiciones necesarias que afectan al objeto de estudio planteado. En palabras del premio Nobel de Economía en 1994, el Profesor Selten: *'La Economía Experimental es el arte de generar evidencia empírica'*. En este sentido, hemos de tener en cuenta que el objetivo final de la economía experimental no es mimetizar la realidad o un modelo formal determinado sino diseñar un experimento que pueda responder a la cuestión planteada en la investigación (Fatas y Roig, 2004).

La enseñanza de Economía, tal y como está actualmente diseñada en la programación docente de las escuelas de negocios y universidades, es más intensiva en teoría y menos en práctica y en observaciones. Probablemente nuestro entrenamiento como economistas nos condiciona a pensar en la Economía como una ciencia apriorística y no observacional en la que la interrelación entre teoría y observaciones es poco efectiva. Pero esta premisa está lejos de la realidad económica actual, en la cual el comportamiento de los diversos agentes económicos se aleja de la predicción expuesta en el marco teórico. Por tanto, es necesario entender cuál es el comportamiento de agentes e instituciones en la Economía, y cómo sus

interacciones al margen del marco teórico influyen en las variables económicas. Numerosos modelos teóricos han surgido a partir de resultados de laboratorio, algunos estudios fueron precursores, como por ejemplo los modelos de Bolton y Ockenfels (2000) y Fehr y Schmidt (1999).

Esta introducción progresiva del método experimental en la investigación en Economía ha comenzado a verse reflejada en la docencia durante los últimos años a través del uso de experimentos. Hay que tener presente que los estudiantes que participan en experimentos son a la vez participantes en el juego y observadores científicos. Es decir, los estudiantes tratan de entender la lógica del experimento desde un doble prisma, tanto como sujeto experimental participando en el experimento, como economista en formación aplicando sus conocimientos a la lógica teórica del juego. Haciendo alusión a una cita de Bergstrom y Miller, (2009) *"Para un estudiante, cursar una asignatura de economía experimental es un poco como estar invitado a comer en casa de un caníbal. Puede ocurrir que sea simplemente un comensal, que sea parte de la comida o que sea ambas cosas a la vez"*.

Los experimentos económicos aplicados a la docencia pueden ayudar a los estudiantes a alcanzar un aprendizaje más eficiente y duradero. De esta manera Comeig, Jaramillo-Gutiérrez y Ramírez (2011), introducen un sencillo experimento en el aula para explicar un concepto básico en estadística y de esta manera incrementar la comprensión y motivación del alumno.

Si es bien sabido que los laboratorios en otras disciplinas ayudan a la comprensión, el aprendizaje y el refuerzo de conocimientos, ¿Por qué no introducir experimentos de laboratorio en el aprendizaje de Economía?

Los experimentos como herramienta docente han sido ampliamente utilizados desde hace años en prestigiosas universidades. Uno de los estudios precursores del uso de experimentos en Economía fue un estudio experimental sobre el funcionamiento de los mercados (Chamberlin, 1948), el cual se realizó con estudiantes asistentes a diferentes clases de teoría económica en la Universidad de Harvard. El experimento fue diseñado para iluminar un problema de competencia monopolística en los mercados, el cual se había analizado con anterioridad desde una perspectiva abstracta.

Los experimentos de Laboratorio facilitan el aprendizaje activo de los alumnos a través de un incremento en la motivación. Esta motivación nace de la curiosidad natural que desarrollan los propios alumnos durante el experimento, induciéndolos a pensar las estrategias óptimas de comportamiento en el juego planteado. Asimismo, los estudiantes son ubicados dentro del

marco experimental conectando directamente con los conceptos económicos desarrollados en el aula, facilitando la conexión entre la teoría y la práctica. Permitiendo una discusión en el aula acerca de las experiencias vividas en el laboratorio, los experimentos incrementan el aprendizaje a través del método socrático frente a las clases tradicionales (Holt, 1999).

El objetivo de la realización de experimentos en el aula es desarrollar una actividad participativa-académica que refleje un contexto que involucre situaciones similares a las que se pueden encontrar en el mundo real. La experimentación como metodología pedagógica permite a los alumnos desarrollar oportunidades de aprendizaje diferentes al modelo pedagógico tradicional (Pascual et al., 2009), además de motivar tanto a los alumnos como al docente (Holt, 1999).

Centrándonos en el impacto que tienen los experimentos docentes en los resultados académicos de los estudiantes, el trabajo de Frank (1997) analiza cómo los estudiantes que asistieron a un experimento sobre el uso de recursos de propiedad común (La Tragedia de los Comunes), obtuvieron mejores puntuaciones en el test final comparándolos con aquellos estudiantes que sólo vieron los conceptos de forma teórica.

Adicionalmente, Dickie (2006) cuantifica los resultados académicos obtenidos por sus alumnos en la asignatura de Microeconomía, revelando que los alumnos que asistieron a experimentos en el laboratorio obtuvieron una nota media mayor que los que no asistieron. Por otro lado, Durham et al. (2007) realizaron experimentos en el aula para explicar conceptos económicos en las asignaturas de Macroeconomía y Microeconomía llegando a unos resultados similares. Los autores observaron que impartir los conceptos teóricos a través del uso de experimentos en el aula mejora la puntuación de los estudiantes en las preguntas del examen. Adicionalmente, los autores encuentran que la exposición a los experimentos influye positivamente en las actitudes de los estudiantes hacia el estudio de la Economía, un hallazgo que también es apoyado por Emerson y Taylor (2004).

Los experimentos en clase se revelan como un complemento didáctico importante a las clases teóricas. Los resultados obtenidos en los estudios observados, apuntan a una mejora en la motivación y resultados académicos de los estudiantes que participan en los experimentos. El objetivo de estos experimentos es utilizarlos como herramienta docente para facilitar el aprendizaje, la comprensión y despertar el interés de los alumnos hacia la materia.

En la Sección 2 se presentan los principios metodológicos básicos que deben cumplir los experimentos en el aula. Posteriormente, en la Sección 3 mostraremos las aplicaciones y experiencias docentes implementadas en el presente curso.

## **METODOLOGÍA**

El objetivo prioritario de un experimento de economía en el aula es la transmisión de los conocimientos teóricos a través de la implementación de un juego de decisión que envuelve determinados conceptos económicos.

Es necesario resaltar que un experimento en el aula no tiene que estar necesariamente ligado al uso de un laboratorio, diferentes autores han realizado experimentos en el aula utilizando papel y bolígrafo (empezando por Chamberlin, 1948). No obstante, para asegurar el riguroso cumplimiento del procedimiento experimental, los experimentos docentes que hemos realizado se implementaron dentro del laboratorio usando las mismas condiciones que un experimento estándar para investigación (los experimentos fueron programados usando el software experimental Z-tree, Fischbacher, 2007).

### ***Principios Experimentales***

Para realizar cualquier experimento con éxito, independientemente del contenido teórico que posea, debemos respetar los principios experimentales en su implementación.

Los experimentos han de ser realistas, el objetivo es aproximar al alumno a la realidad económica y concretamente al concepto económico objeto de estudio, en ningún caso debemos pretender mimetizar la realidad en el laboratorio. Durante el experimento los estudiantes representan agentes económicos en un entorno controlado, interactuando bajo los parámetros anunciados por el experimentalista y/o profesor.

Haciendo uso de la 'Teoría del Valor Inducido', es necesario recompensar a los sujetos experimentales con incentivos reales al final del experimento. En nuestro caso, otorgamos a los sujetos una recompensa en forma de puntos directos de nota final en el examen. El uso de incentivos en función de las decisiones permite obtener mayor control sobre las decisiones, asegurándonos que los sujetos están realmente revelando sus preferencias.

Durante el experimento la curva de aprendizaje debe tener una gran pendiente, es decir, en poco tiempo los estudiantes tienen que familiarizarse con un entorno económico concreto. Por

tanto, el experimento debe diseñarse de la manera más sencilla posible, utilizando un lenguaje neutral respondiendo a las necesidades de aprendizaje.

### **Realización del experimento**

El experimento se lleva a cabo en el Laboratorio, dado que este espacio nos permite implementar los procedimientos experimentales de forma óptima. El entorno de decisión se delimita para que los agentes económicos interactúen a través de una institución estrictamente definida. Lo que caracteriza al entorno económico del laboratorio es el grado de control que se puede ejercer sobre las decisiones de los agentes. Este nivel de control sobre los flujos de información que relacionan entorno, instituciones y comportamiento normalmente se lleva a cabo mediante la utilización de redes de ordenadores. El objetivo del laboratorio es la generación de ambientes virtuales en los que discurren de manera totalmente controlada éstos flujos de información entre los participantes.

Los sujetos experimentales deben ocupar un puesto en el laboratorio de manera aleatoria, eliminando cualquier percepción de manipulación por parte de los sujetos hacia el experimentalista y/o profesor. Asegurándonos de que los alumnos perciban que su colocación en la sala es completamente aleatoria y no existe ningún patrón que asigne los puestos de manera predeterminada, garantizamos la privacidad y el anonimato de los sujetos. Adicionalmente, es importante resaltar que en ningún caso se vincularán las decisiones de los sujetos con sus datos personales.

Un experimento docente debe estar directamente relacionado con un concepto teórico incluido en el programa de la asignatura. En este punto queda a elección del docente si conviene realizar el experimento antes o después de la explicación teórica (concretamente, en nuestra experiencia los experimentos se implementaron tras la correspondiente explicación teórica)

Durante el experimento, existe un procedimiento experimental muy estricto. Para que el experimento tenga éxito, tanto los alumnos como el profesor deben aceptar y adoptar las normas dentro del Laboratorio. A continuación se detallan las principales normas dentro del Laboratorio:

- Comunicación prohibida: la comunicación dentro de la sala está estrictamente prohibida, tanto verbal como no verbal.
- Apagar los dispositivos electrónicos: el uso de terminales telefónicos o cualquier otro aparato electrónico tiene un uso restringido en la sala para evitar cualquier tipo de comunicación dentro y fuera de ella.

- No hacer un mal uso del ordenador: el ordenador solamente se debe de usar para tomar decisiones relativas al experimento, quedando completamente prohibido su uso para navegar por internet o realizar cualquier otra acción distinta a la anterior.

## **APLICACIONES Y EXPERIENCIAS RECIENTES**

### **Experimentos docentes: la experiencia del curso 2011/2012**

A través de la metodología experimental en el aula, se pretende, además de formar al alumno desde la experiencia, obtener feedback de los participantes tras el experimento. Esta metodología ha sido ampliamente utilizada en la Universitat de València (en LINEEX) durante los últimos años y se basa en impartir una sesión teórica-participativa tras la sesión experimental.

En el curso 2011/2012, la experiencia se desarrolló de la siguiente forma: los alumnos pertenecientes a cuatro cursos de diferentes grados participaron en las sesiones experimentales, una sesión posterior recogió los resultados del experimento y los transmitió a los estudiantes buscando la participación activa y el debate. Concretamente, la semana siguiente a cada sesión, el experimentalista acudió al aula con el fin de mostrar los resultados a los alumnos y debatir con éstos los resultados obtenidos, así como los detalles y diseño del juego. Nuestra experiencia personal nos indica que las sesiones posteriores despertaron mucho interés en los estudiantes, ya que son ellos los que plantean preguntas y facilitan el debate con el fin de analizar el juego y los resultados en su totalidad.

Esta metodología ha sido implementada en varias sesiones durante el curso 2011/2012 para los grados de Relaciones Laborales, Economía, ADE-Derecho y un nuevo grado de *Business Economics*. Los conceptos que se trataron en los diferentes cursos fueron dilemas sociales (a través de un Juego de Bienes Públicos) para todos ellos, excepto en el caso el grado de ADE-Derecho, en el que se llevó a cabo un juego de competencia en precios (concretamente se desarrolló un juego bajo los supuestos teóricos del Duopolio de Bertrand).

La tabla 1 resume el número de alumnos, el tipo de juego empleado y su grado de procedencia.

Un total de 292 alumnos participaron en las experiencias docentes programadas para el curso 2011/2012. La elección del tipo de juego quedó determinada por las necesidades docentes de los programas de cada uno de los grados.

Tanto durante el presente curso como en cursos anteriores, las experiencias docentes en el laboratorio han tenido gran relevancia en los cursos donde se han implementado. Diversos profesores y coordinadores de asignaturas han introducido experimentos docentes en el aula. El feedback obtenido por profesores y alumnos es muy positivo, dando carácter de continuidad a las experiencias.

**Tabla 1.** Resumen de los experimentos docentes

<i>Grado</i>	<i>Juego</i>	<i># Alumnos</i>
Relaciones Laborales	Bienes públicos	36
Economía	Bienes públicos	24
ADE-Derecho	Duopolio de Bertrand	184
<i>Business Economics</i>	Bienes públicos	48
		Total 292

Fuente: elaboración propia.

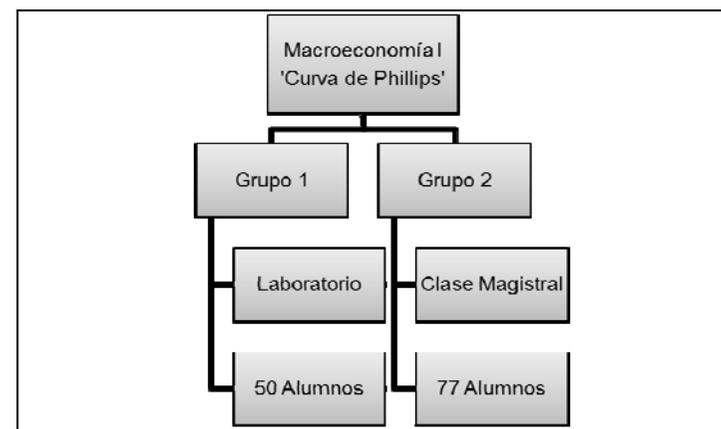
### **Experimento y rendimiento académico**

Como hemos visto anteriormente, el uso de experimentos como apoyo a la docencia en economía en la Universitat de València se ha convertido en uno de los grandes pilares de la innovación educativa en la Facultat d'Economia desde hace unos años. A continuación, destacamos la reciente experiencia de innovación educativa llevada a cabo durante el primer cuatrimestre del curso 2011/2012 en la asignatura de Macroeconomía I del Grado en Economía, efectuada por el docente Guillermo Mateu.

El objetivo de esta experiencia es analizar el impacto de los experimentos docentes sobre el rendimiento académico de los estudiantes. Para ello, seleccionamos dos grupos de alumnos divididos según matrícula (Grupo 1 y Grupo 2). Para comparar ambos grupos, se decidió que un grupo participara en un experimento docente (Grupo 1) y el otro no (Grupo 2). El proyecto de innovación educativa consistió en explicar el mismo concepto macroeconómico (La Curva de Phillips) de dos formas diferentes, a través de un experimento docente, o bien a través de una clase teórica tradicional (ver Figura 1).

Concretamente; el experimento consistió en la reproducción de la economía de un país para estudiar los efectos de la Curva de Phillips. La Curva de Phillips relaciona con pendiente negativa la inflación y el desempleo. En este sentido, la decisión de los sujetos consistió en elegir los niveles de inflación para una economía, tomando decisiones como gobernadores del Banco Central de su país. En el experimento, el bienestar de sus ciudadanos estaba

supeditado a los niveles de inflación (y por tanto desempleo) elegidos. Las ganancias de los estudiantes dependían del nivel de bienestar de sus ciudadanos.



**Figura 1.** Características y número de alumnos por grupo.

(Fuente: Elaboración propia)

Este tipo de experimento no posee ningún tipo de equilibrio asociado al juego, por tanto, la participación pretende exclusivamente que los estudiantes comprendan el mecanismo de La Curva de Phillips durante del desarrollo del juego. Analizando los datos extraídos de las preguntas del examen, los resultados apuntan a una mejora en el rendimiento académico por parte de los estudiantes, especialmente en aquellos que ya habían cursado la asignatura con anterioridad. No obstante, los resultados están pendientes de analizar a través de un futuro estudio en profundidad.

### **CONCLUSIONES**

La Economía Experimental como herramienta de innovación docente ofrece, tanto al estudiante como al profesor, una metodología novedosa que permite aproximar al alumno a problemas económicos reales en un entorno virtual controlado aumentando la motivación hacia la materia.

La experiencia acumulada a través de los años en LINEEX y la Universitat de València, y los numerosos estudios que avalan esta metodología, invitan a tenerla en consideración en la planificación de los planes docentes. La utilización de esta metodología dentro del aula supone

un aumento del rendimiento académico de los estudiantes, facilitando el aprendizaje y la comprensión de los aspectos teóricos.

Siguiendo los pasos de las más prestigiosas universidades y centros de investigación, es necesario por tanto, que se establezca una unión entre la metodología experimental y la docencia.

## BIBLIOGRAFÍA

- Bergstrom, T.C. y Miller, J.H. (2008). "Experimentos con los principios económicos", Antoni Bosch, Barcelona, 2a Ed.
- Bolton, G. y Ockenfels, A. (2000). "ERC - A Theory of Equity, Reciprocity, and Competition", *American Economic Review* 90, 166-193.
- Brandts, J. (2009). "La Economía Experimental y la Economía del Comportamiento", J. C. García-Bermejo (Ed.), *Sobre la Economía y sus Métodos* (pp. 125-142). Madrid: Trotta
- Chamberlin, E. (1948). "An experimental Imperfect Market", *Journal of Political Economy*, 56, 95-108.
- Comeig, I., Jaramillo-Gutiérrez, A. y Ramírez, F. (2011). "Experimentos Interactivos para la Enseñanza de Economía y Finanzas: Una aplicación a la Docencia de Estadística", *Experiencias de innovación docente en estadística*. Jose M. Pavía, Rosario Martínez, Francisco G. Morillas (Eds.), Valencia.
- Davis, D. y Holt, C. (1993). "Experimental Economics", Princeton University Press, Princeton.
- Dickie, M. (2006). "Do Classroom Experiments Increase Learning in Introductory Microeconomics?", *Journal of Economic Education*, 37(3), 267-288
- Durham, Y., McKinnon T. y Schulman, C. (2007). "Classroom Experiments: Not Just Fun and Games", *Economic Inquiry*, 45(1), 162-178
- Emerson, T.L.N. y Taylor, B.A. (2004). "Comparing Student Achievement across Experimental and Lecture-Oriented Sections of a Principles of Microeconomics Course", *Southern Economic Journal*, 70, 672-693
- Fatás, E. y Roig, J.M. (2004). "Una introducción a la metodología experimental en economía", *Cuadernos de Economía*, 27, 07-36
- Fehr, E. y Schmidt, K.M. (1999). "A Theory of Fairness, Competition, and Cooperation", *Quarterly Journal of Economics*, 114(3): 817-68.
- Fischbacher U., (2007): "Z-tree: Zurich toolbox for ready-made economic experiments", *Experimental Economics*, 10: 171-178.
- Frank, B. (1997). "The impact of classroom experiments on the learning of economics: An empirical investigation", *Economic Inquiry* 35, 763-769
- Holt, C.A. (1999). "Teaching Economics with Classroom Experiments: A Symposium", *Southern Economic Journal*, 65(3), 603-610
- Pascual, J.A., Galán, J.M., Izquierdo, L.R., Santos, J.I., Izquierdo, S. y González, J. (2009). "Una herramienta didáctica para la enseñanza de la teoría de juegos mediante internet", *EDUTECH, Revista Electrónica de Tecnología Educativa*, 29, Julio

## Una propuesta alternativa para el aprendizaje del cálculo de probabilidades en el Grado de Ingeniería Mecánica

Jesús Irlés <sup>(1)</sup>, María Luisa Martínez <sup>(2)</sup>, José Zacarés <sup>(3)</sup>, Rosario Ribelles <sup>(4)</sup>, José Manuel Pastor <sup>(5)</sup>

*Florida Universitaria*  
C/ Rei En Jaume I nº2. Catarroja (Valencia). 46470  
(1) jirlés@florida-uni.es  
(2) marisam@florida-uni.es  
(3) pzacares@florida-uni.es  
(4) sarimar18@gmail.com  
(5) jmpastor@florida-uni.es

## RESUMEN

Este trabajo introduce los conceptos de probabilidad condicionada y el teorema de la probabilidad total a partir de las ideas intuitivas del alumnado. La metodología utilizada es el Aprendizaje Basado en Problemas. El profesorado plantea al alumnado cuál es la opción más ventajosa en un concurso a partir de una escena cinematográfica. Ante esta situación se origina un debate. También se propone la búsqueda de fundamentos probabilísticos que permitan tomar una decisión. Cabe destacar la positiva valoración de esta experiencia por parte del alumnado. Los resultados de la encuesta a los alumnos confirman la validez del método en el aprendizaje y la adquisición de competencias transversales.

## INTRODUCCIÓN

Teniendo en cuenta qué competencias deberá conseguir el alumnado al finalizar sus estudios hemos considerado que en el Grado de Ingeniería Mecánica el aprendizaje basado en problemas puede ser una herramienta adecuada para desarrollar dicho aprendizaje. Para favorecer el desarrollo y crecimiento de los estudiantes de las competencias de la titulación de Grado de Ingeniería Mecánica deben tomarse las actuaciones profesionales como punto de partida. A priori resulta complicado ya que tradicionalmente a nivel universitario hemos trabajado las asignaturas con una estructura fragmentada en compartimentos estancos, lo cual dificulta un aprendizaje más acorde con el mundo real.

En este trabajo se presenta la experiencia de cómo se introducen los conceptos de probabilidad condicionada y el teorema de la probabilidad total, a partir de las ideas intuitivas del alumnado. El alumnado para el desarrollo del problema pondrá en juego lo aprendido en el ámbito de la estadística, esto le permitirá integrar lo aprendido y valorará en mejor medida su aprendizaje, puesto que comprobará su aplicación a situaciones reales.

Los objetivos que pretendemos alcanzar con esta experiencia serán, en primer lugar, obtener una visión global y conjunta de los contenidos de la asignatura, en segundo lugar que el estudiante aplique los conocimientos adquiridos para valorar, comparar y decidir cuál es la mejor solución que tienen que aportar para desarrollar el problema planteado, y finalmente que el alumnado demuestre la cualificación y preparación necesaria para la aplicación de conocimientos curriculares en el mundo real.

Previamente a la elección del problema sobre el cuál giraría todo el trabajo, hemos tenido en cuenta que el mismo, facilitara y estimulara la búsqueda de información, y que tuviera una aplicación del conocimiento que se encuentra en la asignatura de estadística. Además debería contribuir con actividades que conectasen con el mundo real fomentando la participación de los miembros de cada equipo con un aprendizaje colaborativo. Después de plantearles la situación dejamos que ellos valorasen qué temas podrían abordar, eligiendo cuál sería la probabilidad de conseguir el premio máximo en un concurso televisivo.

Problemas como el que presentamos nos demostrarán que es posible trabajar para conseguir diversas competencias. Como es fácil de adivinar, en este diseño experimental, pretendemos que el alumnado desarrolle, además de las competencias específicas de la asignatura, competencias como la autonomía e iniciativa personal y trabajo en equipo. Competencias que el mundo laboral y social son muy valoradas.

## **METODOLOGÍA**

### ***Planificación de la actividad***

La necesidad que se plantea inicialmente para el profesor es conocer el funcionamiento del Aprendizaje Basado en Problemas. Para ello se reúne un grupo de profesores que imparten docencia en ingeniería para recabar información, asistir a un seminario de formación y una vez finalizado el mismo se constituyen como equipo de trabajo para iniciar la planificación, desarrollo y evaluación de la actividad que se va a proponer al alumnado.

En el caso del alumnado también surgirá la necesidad de conocer cuál es el tipo de problemática que deberán investigar y que esta tenga aplicación con los conocimientos curriculares impartidos.

En primer lugar, previo al inicio del curso académico, el profesor determina o revisa los objetivos docentes de la asignatura, proponiendo cuál o cuáles serán desarrollados a través del problema planteado. Posteriormente, teniendo en cuenta el tipo de actividad propuesta, el equipo de profesores asesores junto con el profesor que imparte la asignatura, planifica el calendario de las diferentes subactividades, entre las que se encuentran las siguientes: presentación del problema, objetivos a conseguir, formación de equipos de trabajo, búsqueda de información, discusión del problema por cada equipo, consensuar el problema a investigar entre los diferentes grupos, tutorización y seguimiento por el profesor, presentación de los resultados obtenidos y evaluación del aprendizaje conseguido.

### ***Rol de los estudiantes y profesorado***

El profesor y los estudiantes que participan en la resolución del problema tienen unos papeles asignados dentro del proceso de trabajo, con sus funciones y responsabilidades [x]. Los roles asignados son: el alumnado, el jefe de equipo, el profesor de la asignatura y el equipo asesor.

El alumnado es el núcleo de la resolución del problema, configuran los equipos de trabajo. Se han agrupado de forma heterogénea. Son un grupo, generalmente, de cuatro a cinco personas que tienen un objetivo común, la resolución de un problema específico.

Los estudiantes como protagonistas del proceso de enseñanza-aprendizaje activo, deben responsabilizarse en la realización de las tareas encomendadas en el equipo de trabajo, con calidad e iniciativa y presentarlas en tiempo y forma.

Sus funciones abarcan distintos aspectos, no sólo referidos a los objetivos sino también a la elaboración de los entregables: propuestas de investigación, elaboración de informes, presentación de resultados, interactuar con el profesor, jefe de equipo y resto de compañeros, mostrando respeto y evitando los posibles conflictos.

Como valor añadido y para desarrollar su actitud crítica han de participar en la evaluación del proceso de trabajo, del funcionamiento del equipo.

El jefe de equipo es un estudiante elegido por el resto de los compañeros del grupo, que será el catalizador de la motivación, del reparto de responsabilidades, de la evolución del equipo y que a nivel individual tenga una cierta empatía en la resolución de conflictos.

Todo esto se traduce en que sus funciones van desde la supervisión de la planificación y del informe final hasta el seguimiento del trabajo, preparando y convocando reuniones, asegurándose de que cada integrante del grupo realiza la tarea asignada, revisando con el profesor la evolución del equipo y gestionando las posibles incidencias.

El profesor de la asignatura colabora en la definición de la temática del problema a investigar con el resto del equipo asesor, para revisar la planificación, seguimiento y evaluación, coordinándose con los diferentes grupos para equilibrar la carga de trabajo del alumnado. Determina los objetivos docentes de la asignatura que se trabajarán en el problema planteado, al tiempo que planifica las clases en el marco de la asignatura, su temporalización y recursos.

Al principio de la actividad destina una sesión de trabajo en el aula para garantizar que el alumnado comprende los objetivos que se quieren conseguir e identifica las tareas necesarias.

En el proceso tutoriza y asesora al alumnado para que alcance los objetivos del proyecto y comunicar al equipo asesor cualquier incidencia que pueda afectar al desarrollo del mismo.

El Equipo asesor es un grupo de profesores que imparten en el propio curso académico, lo que le permite conocer y establecer una relación cercana con los alumnos. Participa en seminarios con el profesor de la asignatura.

Asesora al profesor de la asignatura para equilibrar la carga de trabajo del alumnado, las actividades evaluativas y las competencias a desarrollar. Se encarga de consensuar con el profesor de la asignatura, al principio de curso, los objetivos en el marco del modelo educativo, incluyendo las actividades y fechas claves.

Por último, analiza y evalúa el funcionamiento y los resultados de la actividad, junto al profesor del curso, para identificar mejoras y comunicarlo a los diferentes grupos.

El aprendizaje basado en problemas nos va a permitir desarrollar en el alumnado toda una serie de competencias. Estas competencias las consideramos imprescindibles en cualquiera de nuestros alumnos para un adecuado desempeño de su vida social y profesional. A lo largo de este proceso enseñanza aprendizaje desarrollaremos las siguientes competencias:

- Potenciaremos la comunicación lingüística al leer y analizar el escenario del problema, y al presentar los resultados finales. Nuestros estudiantes han de utilizar el lenguaje de forma coherente con todos los conceptos específicos de la Probabilidad y han de ser capaces de comprender, autorregular sus ideas y expresar sus conocimientos específicos, de una forma clara y adecuada.
- La competencia matemática la trataremos cuando identifiquemos el problema, cuando hagamos una lista de todos aquellos procesos que conocemos y tenemos que aplicar para resolver el problema, seleccionando todo aquello que necesitamos conocer para solucionar el problema. Nuestros estudiantes ampliarán sus conocimientos de probabilidad para poder abordar problemas de la vida cotidiana o del mundo laboral.
- La competencia en el conocimiento y la interacción con el mundo físico la utilizaremos cuando nuestros estudiantes apliquen el conocimiento generado a situaciones de nuestro entorno social, y presenten los resultados finales. Los alumnos trabajarán para adquirir esta competencia, la comprensión de los sucesos, el debate en la exposición de ideas, la predicción de consecuencias y la aplicación de sus resultados en otras situaciones semejantes que puedan favorecer a la sociedad.
- La competencia digital y tratamiento de la información se practicará al utilizar para el trabajo en grupo el Excel, Word, Google docs, Google calendar, etc. Esta competencia les permitirá desarrollar habilidades que van desde el acceso a la información hasta su transmisión en distintos soportes así como los instrumentos para pasarse esa información, comunicarse, evaluarse y exponer sus resultados a los demás grupos.
- La competencia de aprender a aprender la van a ejercitar durante todo el proceso pero sobre todo al recordar, construir, concluir y presentar los conceptos de probabilidad para dar una solución al problema. Esta competencia les va a suponer aprender de forma eficaz, de conocer estrategias de uno mismo y en colaboración con los demás para abordar un problema y darle solución. Por otra parte el ser consciente de que se está aprendiendo por uno mismo y en colaboración con los demás, redundará en la motivación, en la confianza, y en el gusto por estudiar.
- Las competencias de autonomía, iniciativa personal, carácter emprendedor y trabajo en grupo las van a desarrollar cuando los pequeños grupos busquen información, planifiquen estrategias para abordar el problema, consensuen la distribución del trabajo dentro del grupo, y concluyan resultados o nuevos problemas. Aprender a ser emprendedores les va a permitir olvidarse del sistema error- acierto, ellos van a ser los protagonistas para plantear estrategias de cómo abordar los problemas, ejercer la autocrítica y valorar los resultados. Esto va a permitir, desarrollar en nuestros estudiantes, valores como la responsabilidad la perseverancia el control y la capacidad de asumir riesgos.

## ***Aprendizaje basado en problemas***

En el aprendizaje convencional, la resolución de problemas consiste en la exposición de la información y la búsqueda de aplicaciones para su resolución. Mientras que en el ABP [4] en primer lugar se presenta el problema, a continuación se identifican las necesidades de aprendizaje y el alumnado busca la información necesaria. Finalmente se regresa al problema donde el profesor es un facilitador del aprendizaje.

Una de las características del ABP es que el aprendizaje se centra en los alumnos y que los grupos de clase no deben ser numerosos porque perdería toda la efectividad de esta metodología.

Las etapas a seguir para la resolución de un problema por el procedimiento ABP son las siguientes:

- 1ª) Leer y analizar el escenario del problema.
- 2ª) Realizar una lluvia de ideas.
- 3ª) Hacer una lista de aquello que se conoce.
- 4ª) Hacer una lista de aquello que se desconoce.
- 5ª) Hacer una lista de aquello que necesita hacerse para resolver el problema.
- 6ª) Definir el problema.
- 7ª) Obtener la información.
- 8ª) Presentar resultados.

Lectura pormenorizada del problema. Al realizar este paso debe conseguirse una correcta comprensión del problema a resolver por el equipo. Es decir, cuáles son los datos e hipótesis iniciales y qué es lo que se debe resolver.

Lluvia de ideas. Los alumnos deben en este paso exponer sus diferentes ideas en relación con la forma de abordar y resolver el problema.

Listado de aquello que se sabe del problema. En este paso, los alumnos deben plasmar toda la información de que se dispone sobre el problema a resolver. La realización correcta de este paso es fundamental, ya que cuanto más información se consiga sintetizar, mejor base se tendrá para una exitosa resolución del problema.

Listado de lo que se desconoce. En este paso, el equipo debe enumerar todo aquello que el equipo debe conocer para resolver el problema, pero que no se sabe. Puede tratarse de conceptos o procedimientos que se deban estudiar.

Listado sobre lo que se necesita saber para resolver el problema. Con este paso, quedará definido el camino o la estrategia a seguir para conseguir resolver el problema planteado.

Definir el problema. Consiste en explicar de forma clara y resumida aquello que se pretende resolver.

Obtención de información. Ahora el equipo deberá obtener, organizar, analizar y dar lectura a toda la información que hasta ahora se tiene sobre el problema a resolver.

Presentación de resultados. En este último paso, el equipo debe elaborar un informe que contenga la solución del problema y las conclusiones a las que se haya llegado en relación con la resolución del mismo.

## **PROCEDIMIENTO**

Para conseguir una mayor motivación del alumnado en el proceso de aprendizaje elegimos visionar escenas de la película "21 Black Jack". Este "film" se eligió porque en él se planteaba un problema real de cálculo de probabilidades. En esta escena aparece un profesor en el aula con los alumnos y les plantea un problema. El problema se centra en la situación que tiene lugar en un conocido programa-concurso en U.S.A. La formulación es la siguiente: el presentador del programa muestra tres puertas al concursante. Detrás de una de las puertas hay un premio (concretamente un coche), y detrás de las otras dos puertas no hay premio (concretamente una cabra) y el presentador sí que sabe qué hay detrás de cada puerta.

Tras ofrecer el presentador al concursante que elija una puerta, éste elige una de ellas (digamos la puerta 1), pues no tiene ninguna información sobre cuál de ellas tiene más o menos probabilidad de esconder el premio. Pero una vez el concursante ha elegido la puerta 1, el presentador descubre una de las dos puertas que el concursante no ha elegido (digamos la puerta 3) y le muestra que no tiene premio. En ese momento el presentador propone al concursante si desea seguir manteniendo la puerta que inicialmente eligió (es decir, la puerta 1) o si, por el contrario, prefiere cambiar a la puerta que queda por descubrir (la puerta 2).

En lo que respecta al procedimiento por el cual el alumnado fue evaluado cabe decir que se realizó atendiendo a cómo se desarrollaron las etapas del Aprendizaje Basado en Problemas:

- 1ª) Visualizar y analizar el escenario del problema. En este caso, el alumnado visualizó la escena de la película "21 Black Yack" para comprender cuál era el problema planteado,

que en esencia era si una vez elegida una puerta y tras haberle abierto otra más el profesor al concursante le interesaba o no cambiar de puerta para ganar el premio.

2ª) Realizar una lluvia de ideas. El alumnado propuso entre otras, la idea de solucionar el problema en términos de probabilidades, pero sin saber aún los cálculos a realizar. Otra idea fue que se debía consultar un manual de probabilidades y adquirir base teórica de cálculo de probabilidades para la resolución.

3ª) Hacer una lista de lo que se conoce. Los equipos establecieron las probabilidades básicas o elementales relacionadas con el problema tales como la probabilidad de que el concursante elija o no inicialmente la puerta con premio (1/3 y 2/3 respectivamente).

4ª) Hacer una lista de aquello que se desconoce. Algunos grupos plantearon aquí las siguientes dos cuestiones:

¿Se altera la probabilidad de obtener premio si el alumno cambia su decisión inicial?

Si se altera la probabilidad de obtener premio si el alumno cambia su decisión inicial.

¿Cuánto valdrá?

5ª) Hacer una lista de lo que se necesita para resolver el problema. Sabiendo que el problema debía ser resuelto en términos de probabilidades, los equipos establecieron la casuística posible asociada al problema, llegando a los dos casos siguientes para obtener premio:

1º) El concursante no cambia de puerta: ante este caso puede que el concursante inicialmente haya seleccionado la puerta con premio o puede que no la haya seleccionado.

2º) El concursante sí cambia de puerta: ante este caso puede que el concursante inicialmente haya seleccionado la puerta con premio o puede que no la haya seleccionado.

Y para calcular las probabilidades asociadas a estos casos se utilizó el árbol de probabilidades, la fórmula del Teorema de la Probabilidad Total, y también hubo quien obtuvo estas probabilidades sin tener una base teórica de cálculo de probabilidades.

En cuanto a las etapas 6ª y 7ª, hemos de decir que los alumnos las incluyeron de forma implícita en las etapas anteriores.

8ª) Presentación de resultados. Una vez efectuados los cálculos oportunos en términos de probabilidades, el alumnado decidió que era mejor que el concursante cambiar de puerta elegida, pues así, la probabilidad de obtener premio (2/3) era mayor que si no cambiaba de puerta (1/3).

Al final de todo el proceso el alumnado presentó un informe el cual fue valorado por el profesor. Este informe, junto con la evaluación entre pares, conformó la nota que se añadió a la del examen y a la del Proyecto Integrado para obtener la evaluación global de la asignatura.

## RESULTADOS

Los alumnos formaron cuatro grupos de cuatro o cinco personas cada uno, y propusieron varias soluciones:

Solución 1. Basada en el Teorema de la Probabilidad Total. El equipo que planteó esta solución empleó los siguientes sucesos:

V = obtener premio; S= elegir puerta con premio; T=elegir puerta sin premio

Y mediante la aplicación de este Teorema, simularon las siguientes dos situaciones:

Situación 1. El concursante no cambia de puerta elegida. La formulación en este caso sería la siguiente:

$$P(V)=P(V\cap S)+P(V\cap T)=P(V/S)P(S)+P(V/T)P(T)=(1\cdot 1/3)+(0\cdot 2/3)=1/3$$

Situación 2. El concursante sí cambia de puerta elegida. La formulación en este caso sería la siguiente:

$$P_V=P_V\cap S+P_V\cap T=P_V\cap S+P_V\cap T=(0\cdot 1/3) + (1\cdot 2/3)=2/3$$

Por lo tanto, y a la vista de estos resultados, el equipo concluyó que era mejor cambiar de puerta, ya que en este caso la probabilidad de obtener premio era de 2/3 frente a la opción de no cambiar de puerta, en cuyo caso la probabilidad de obtener premio era de tan sólo 1/3.

Solución 2. Uso del razonamiento lógico (sin aplicar conocimientos de Estadística). El equipo que propuso esta solución consideró dos bloques de puertas: el bloque A, el cual tenía una sola puerta y por tanto la probabilidad de que al elegir este bloque se obtuviera premio era de 1/3, y el bloque B, que estaba formado por dos puertas y por tanto la probabilidad de que contuviera el premio era de 2/3. Si se elegía el bloque A y no se cambiaba de puerta, la probabilidad de premio era 1/3, mientras que si se elegía bloque A y sí se decidía cambiar de puerta (lo que supone implícitamente haber elegido el bloque B), la probabilidad de obtener premio era de 2/3 y por eso concluyeron que era mejor cambiar de puerta que no hacerlo.

Solución 3. Uso del árbol de probabilidades. El equipo que planteó esta solución estableció todos los casos posibles que podían darse en este problema y sus probabilidades respectivas. Los casos posibles y sus probabilidades eran:

$$\begin{array}{ll}
 1. P(C_1 \cap E_1 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} & 7. P(C_7 \cap E_2 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} \\
 2. P(C_2 \cap E_1 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} & 8. P(C_8 \cap E_2 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} \\
 3. P(C_3 \cap E_1 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} & 9. P(C_9 \cap E_1 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} \\
 4. P(C_4 \cap E_2 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} & 10. P(C_{10} \cap E_2 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} \\
 5. P(C_5 \cap E_1 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} & 11. P(C_{11} \cap E_2 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} \\
 6. P(C_6 \cap E_1 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8} & 12. P(C_{12} \cap E_2 \cap A_2) = \frac{111}{992} = \frac{1}{8}
 \end{array}$$

Donde C representa la puerta que oculta el premio, E representa la puerta elegida, y A representa la puerta que abre el presentador del programa.

Ante todas estas probabilidades el equipo sumó todos aquellos casos en los que el concursante no cambiaba de puerta para ver cuál era su probabilidad de obtener premio. Estas probabilidades eran las asociadas a los casos 1, 2, 6, 7, 11 y 12 y cuya suma vale 1/3. Por otra parte, para calcular la probabilidad de que cambiando de puerta consiga el premio sumaron los casos 3, 4, 5, 8, 9 y 10 y cuya suma valía 2/3. A la vista de estos cálculos, el equipo decidió que era mejor cambiar de puerta que no cambiar de puerta, pues la probabilidad de obtener premio pasaba de valer 1/3 a valer 2/3.

## CONCLUSIONES

Tras la realización y resolución del problema se entregó al alumnado una encuesta para que valorara este método alternativo de planteamiento y resolución de problemas. Las preguntas se puntuaban de 1 a 5, siendo 1 la mínima valoración y 5 la máxima valoración. El número total de alumnos que participó fue veinticuatro. Concretamente las preguntas fueron los que se muestran en la tabla.

Cabe decir que el alumnado valoró muy positivamente la realización de este tipo de actividades alternativas. Más concretamente, la pregunta que más puntuación obtuvo fue la 3 (4'60 puntos) donde se interpreta que este tipo de actividades deberían realizarse con más frecuencia, seguidas de las preguntas 2 (4'40 puntos) donde los alumnos reconocen haberse implicado

más con la asignatura, la 1 (4'27 puntos) y la 4 (3'93 puntos) de la que se deduce que este tipo de actividades no deben de ser algo anecdótico que se hagan de vez en cuando. También obtuvo una valoración muy positiva la pregunta 5 (1'33 puntos), lo que indica que pocos alumnos consideran, esta forma de trabajar en el aula, como una forma de perder el tiempo.

Tabla 1: Preguntas de la encuesta para la evaluación de la actividad.

Pregunta	Puntuación
1. Pienso que la discusión en clase del problema de "21 black yack" ha sido positiva para el aprendizaje de probabilidad.	4'27
2. La discusión suscitada sobre el problema planteado me ha implicado más a la hora de pensar en la asignatura.	4'40
3. Pienso que este tipo de actividades debería realizarse con más frecuencia.	4'60
4. Pienso que este tipo de actividades debería formar parte de la evaluación de la asignatura.	3'93
5. Creo que este tipo de actividades es una pérdida de tiempo para la asignatura.	1'33

Fuente: Elaboración propia.

## REFERENCIAS

- Batanero Bernabeu, C., Fernandez, J.C., Contreras García J.M., (2009) "Un análisis semiótico del problema de Monty Hall e implicaciones didácticas". Suma, 62. pp. 11-18.
- Canavos, G.C. (1988). Probabilidad y Estadística. Aplicaciones y Métodos. McGraw-Hill. México.
- Carrió, M.L. (2007) Ventajas del uso de la tecnología en el aprendizaje colaborativo. Revista Iberoamericana de Educación, nº 41/4.
- De Miguel, M., (Coord.) Alfaro, I. J., Apodaca, P., Arias, J.M., García, E., Lobato, C. y Pérez, A., (2006). Modalidades de enseñanza centradas en el desarrollo de competencias. Orientaciones para promover el cambio metodológico en el marco del EEES. Ediciones Universidad de Oviedo.
- Dirección de investigación y desarrollo educativo (2004). Vicerrectorado Académico, Instituto Tecnológico y Estudios Superiores de Monterrey. "El aprendizaje basado en problemas como técnica didáctica", <http://www.ub.edu/mercanti/abp.pdf> [Última fecha de consulta, 04.05.2012].
- Morales, P. y Landa, V. (2004). "Aprendizaje basado en problemas". Theoría, Vol. 13 , pp. 145-157, <http://redalyc.uaemex.mx/redalyc/pdf/299/29901314.pdf> [Última fecha de consulta, 04.05.2012].
- Vila, L. E. y Perez, P.J. (2009). "The contribution of higher education to the development of innovation-related competences: a graduates' view", *Proceeding of Transitions in Youth Workshop*. Dijon, France, 16-19, Septiembre.
- WAPOR (2008). "Guidelines for nonresponse in surveys", en FJ Ruiz y W Alvey (Eds.), *Prediction*. Hoboken, NJ: Wiley, pp. 215-219

# Mathematica 8 como recurso docente en Estadística Empresarial

**Eugenio M. Fedriani Martel <sup>(1)</sup>, Inmaculada Romano Paguillo <sup>(2)</sup>**

*(1) Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Hª. Económica  
Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla  
Ctra. Utrera km 1. Sevilla  
efedmar@upo.es*

*(2) Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Hª. Económica  
Universidad Pablo de Olavide, de Sevilla  
Ctra. Utrera km 1. Sevilla  
iromano@upo.es*

## RESUMEN

En los últimos años se están llevando a cabo numerosas modificaciones en los planes de estudio y, en particular, el Área de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa de la Universidad Pablo de Olavide ha apostado decididamente por la utilización de las TIC y programas informáticos específicos como aportación a la docencia. Esta iniciativa es desarrollada por todos los docentes con asignaturas en esta Área: todas las asignaturas establecieron en sus respectivos programas una parte significativa relativa al manejo de programas de cálculo, álgebra computacional y estadística, así como a su evaluación.

En este trabajo se pretende evaluar esta iniciativa, observando el esfuerzo que realizan los estudiantes a lo largo de sus estudios, atendiendo al número de programas informáticos que tienen que dominar en las distintas asignaturas. También se comprueba cómo se podría reducir dicho esfuerzo mediante la utilización de un único programa, como es Mathematica 8, en asignaturas de Estadística. En particular, se aportan las ventajas e inconvenientes más relevantes respecto a otros programas utilizados en clase de Estadística y se dan algunas ideas sobre las que conviene reflexionar al programar la docencia.

## INTRODUCCIÓN

En una sociedad tan cambiante como la actual, se considera crucial que la educación superior tenga en cuenta las necesidades de los estudiantes universitarios a la hora de su incorporación al mercado laboral (Fedriani y Melgar, 2011); por ello, en los últimos años se está promoviendo un cambio radical en el sistema docente, ejemplificado claramente en la implantación del

Espacio Europeo de Educación Superior, que supone un marco universitario común para todos los países del ámbito europeo (EEES). Esta remodelación conlleva, lógicamente, distintas adaptaciones en la estructura de los planes de estudios y en el desarrollo de su docencia en cada nación y sistema educativo (García, 2006). En España, las primeras manifestaciones obvias fueron la aparición de los llamados créditos ECTS, que representaban el número de horas de trabajo del estudiante y no el número de horas de clase presencial recibidas, cuestión que servía hasta entonces para cuantificar el valor de las asignaturas; en general, el crédito ECTS supone entre 25 y 30 horas de trabajo del estudiante y un grado está compuesto por unos 240 créditos ECTS (un doble grado, a su vez, por unos 390). En cuanto a la primera consecuencia de los cambios, esta iniciativa pretende incrementar el trabajo autónomo del estudiante con respecto al anterior sistema, ya en extinción.

Desde el curso 2009/2010, y tras varios años de experiencia piloto (Melgar *et al.*, 2009), en la Universidad Pablo de Olavide, se han ido implementando las nuevas titulaciones de grado. En este trabajo nos vamos a centrar específicamente en los estudiantes de cuatro titulaciones pertenecientes a la Facultad de Ciencias Empresariales: el Grado en Administración y Dirección de Empresas (GADE), el Grado en Finanzas y Contabilidad (GFC), el doble Grado en Derecho y Administración y Dirección de Empresas (GADE-GD) y el doble Grado en Derecho y Finanzas y Contabilidad (GFC-GD). Estos estudiantes cursan y reciben clases diversas por parte de los profesores del Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Hª Económica, entre varios otros. En particular, algunas de estas asignaturas son impartidas por el profesorado del Área de Métodos Cuantitativos y son a las que nos vamos a referir en adelante (véase la Tabla 1 para obtener un listado completo de las asignaturas que citamos).

**Tabla 1.** Titulaciones por asignatura, dentro del Área de Métodos Cuantitativos.

ASIGNATURA	TITULACIÓN
Matemática Empresarial I	GADE, GD-GADE, GFC, GD-GFC
Matemática Empresarial II	GADE, GD-GADE, GFC, GD-GFC
Estadística Empresarial I	GADE, GD-GADE
Estadística Empresarial II	GADE, GD-GADE
Matemática Financiera	GADE, GD-GADE, GFC, GD-GFC
Métodos Estadísticos y Económicos para la Empresa	GADE, GD-GADE
Estadística para Finanzas I	GFC, GD-GFC
Estadística para Finanzas II	GFC, GD-GFC
Métodos Estadísticos y Económicos para Finanzas	GFC, GD-GFC

Fuente: elaboración propia a partir de los planes de estudio de las titulaciones.

Todas las asignaturas impartidas por el Área tienen una estructura similar y los criterios de evaluación de las mismas son también análogos. Todas ellas son impartidas y desarrolladas siguiendo el tipo de modalidad C1, establecido por la Facultad de Ciencias Empresariales y que se caracteriza por evaluar el 50% de la asignatura en clases teórico-prácticas (llamadas sesiones de enseñanzas básicas) y el otro 50% en clases de problemas y prácticas (denominadas enseñanzas prácticas y de desarrollo). En todas ellas se les exige a los estudiantes que desarrollen sus habilidades con las nuevas tecnologías, utilizando distintos programas informáticos. Estas competencias informáticas suponen entre un 20% y un 30% de la asignatura y se engloban dentro de la evaluación de las enseñanzas prácticas y de desarrollo. Conviene destacar que, en todos los casos, los estudiantes deben aprobar la parte informática si quieren tener la posibilidad de aprobar la asignatura.

Observando la estructura de las distintas asignaturas que cursa un mismo estudiante de una titulación específica, se puede apreciar que, a pesar de la cierta uniformidad en las evaluaciones, los alumnos están sometidos a continuos cambios de metodología y que cada asignatura se desarrolla alrededor de un software específico, lo que obliga a la adaptación del estudiante a los diferentes programas (véase la Tabla 2).

**Tabla 2.** Programas informáticos empleados actualmente en cada asignatura.

ASIGNATURA	PROGRAMA INFORMÁTICO
Matemática Empresarial I	Mathematica
Matemática Empresarial II	Mathematica
Estadística Empresarial I	MS Excel – SPSS/PASW
Estadística Empresarial II	MS Excel – SPSS/PASW
Matemática Financiera	MS Excel
Métodos Estadísticos y Económicos para la Empresa	SPSS/PASW - EViews
Estadística para Finanzas I	MS Excel – SPSS/PASW
Estadística para Finanzas II	MS Excel – SPSS/PASW
Métodos Estadísticos y Económicos para Finanzas	SPSS/PASW - EViews

Fuente: elaboración propia a partir de las guías de las asignaturas (Carrasco y Ordaz, 2011a; Carrasco y Ordaz, 2011b).

Por todo lo anterior, se plantearon los siguientes objetivos para este trabajo: intentar reducir la diversidad de programas informáticos que utilizan los estudiantes durante su periodo de formación, a partir de la presentación de los nuevos usos de una herramienta que ellos conocen desde el primer curso de su carrera; y establecer algunas de las ventajas e inconvenientes que nos puede acarrear esta propuesta y sus circunstancias.

La estructura del resto de este trabajo es la siguiente. En primer lugar se realiza un somero repaso de la definición de los diferentes programas empleados en las múltiples asignaturas, para posteriormente centrarnos en el programa de computación simbólica Mathematica, para el que describiremos algunas de sus características más relevantes, así como explicaciones de algunos de los ejemplos que pueden aparecer más frecuentemente en la práctica docente estadística. En la siguiente sección se tratan las principales ventajas e inconvenientes de la utilización de estos programas. Finalmente, se incluye una breve sección de conclusiones.

## METODOLOGÍA

La Universidad Pablo de Olavide, como se comentó anteriormente, apostó desde un principio por aprovecharse del uso de las nuevas tecnologías en el aula; por ello, decidió adquirir licencias de campus de los programas que se utilizaban en las diferentes asignaturas. Aquí nos referimos exclusivamente a los distintos programas de carácter algebraico, simbólico, de cálculo, de programación y estadísticos empleados en las asignaturas cuantitativas anteriormente citadas.

### **Definición de los programas empleados**

Comenzaremos por **MS EXCEL**. Es un programa muy popular y conocido por los estudiantes, ya que su uso está muy extendido por todo el mundo, al ser una herramienta de Microsoft Office. MS EXCEL es un programa eficaz, que se utiliza principalmente para crear y manejar hojas de cálculo y analizar y compartir información para tomar decisiones más fundamentadas que las dictadas por la propia intuición. Este programa es utilizado normalmente en tareas financieras y contables y, como software auxiliar de otros programas, es frecuentemente utilizado como ayuda para introducir los datos. En la práctica docente que nos ocupa, es un programa muy utilizado en las asignaturas de Matemáticas Financieras. Uno de sus mayores inconvenientes es que no es un programa de libre acceso, aunque en nuestra universidad tengamos licencia de campus. Su mayor ventaja es que favorece una utilización muy intuitiva para los estudiantes, que suelen estar muy familiarizados con él y con otros programas del entorno MS Office.

El segundo de los programas utilizado es **SPSS/PASW**. Es un programa muy utilizado en la rama de Estadística; es particularmente frecuente en la rama de Ciencias Sociales y en el mundo empresarial, concretamente en investigación de mercado. Este programa también es muy popular, sobre todo por su capacidad de trabajar con bases de datos de gran tamaño y permitir la recodificación de las variables y registros según las necesidades del usuario. En SPSS es muy usual utilizar bases de datos creadas previamente en EXCEL, ya que a la hora

de introducir los datos resulta más cómodo, y menos complejo, utilizar EXCEL. Este programa es muy intuitivo de utilizar para un profesional, gracias a su completa interfaz; sin embargo, se hace algo más complicado para los estudiantes, porque no suelen estar familiarizados con él *a priori* y porque se utiliza puntualmente en partes específicas de las distintas asignaturas de Estadística, no de forma continuada. Además, otro de los inconvenientes que presenta es que los estudiantes no disponen de licencia de campus para poder trabajar en casa y poder desarrollar sus prácticas, siendo esta una de las cuestiones que más le suele preocupar a los estudiantes de Estadística.

A continuación nos referimos al programa **Eviews**. Es un paquete estadístico, usado principalmente para análisis econométricos. Se puede encontrar información al respecto en <http://www.eviews.com/EViews7/ev7overview.html>. Es ideal para trabajar con series de tiempo, cortes transversales, datos de panel, datos longitudinales y estimaciones y predicciones de modelos de series temporales. Este programa combina la tecnología de la hoja de cálculo con tareas tradicionalmente encontradas exclusivamente en el software estadístico, empleando una interfaz de usuario gráfica, donde en la última versión ha sido una gran innovación la producción de gráficos de alta calidad. Otra de las principales ventajas que presenta la última versión es la utilización de EXCEL como ayuda para introducir datos y variables. En general, puede decirse que se trata de un poderoso programa, posiblemente el más destacado a nivel mundial en estudios econométricos. Los resultados obtenidos de este programa cada vez son más flexibles; también ha mejorado la sencillez en el manejo de su interfaz. Este programa es muy utilizado en las asignaturas de Métodos Estadísticos y Econométricos para la Empresa y Métodos Estadísticos y Econométricos para Finanzas, pero presenta las mismas inconveniencias que los anteriores programas al respecto de la licencia de campus (que no se extiende a los ordenadores personales de los estudiantes, lo que dificulta el trabajo personal autónomo).

Finalmente, comentamos algunas características de **Mathematica**. Es un programa informático (en realidad, es un paquete de computación simbólica) capaz de realizar operaciones matemáticas de muy diferente naturaleza. También es un programa muy potente a la hora de hacer cálculos complejos y de una temática amplia. En sus primeras versiones, Mathematica era principalmente una herramienta de programación, pero se ha ido actualizando y creando una interfaz gráfica cada vez más intuitiva y útil para el usuario. Se puede decir que sigue siendo un programa muy versátil a la hora de programar, pero también cuando se trata de importar datos, exportar resultados a diferentes formatos, tratar objetos tanto matemáticos como no matemáticos (simultáneamente) y generar documentos de gran calidad, incluso interactivos. Estas últimas acciones son las que se han mejorado más en las últimas versiones

de Mathematica y las han convertido en una herramienta muy utilizada en investigación y difusión de resultados. En general, se observa que el programa Mathematica ha evolucionado con los tiempos; en particular, ha desarrollado nuevas y significativas capacidades en la rama de Estadística. Como decimos, si nos centramos en la parte de Estadística, Mathematica ha modificado mucho su estructura, pero todavía se echa en falta una paleta específica de funciones estadísticas, como existen ya para otros tipos de funciones y fórmulas matemáticas (aunque en la última versión, la 8, ya existen algunos comandos incluidos en las paletas genéricas de matemáticas). Este es uno de los inconvenientes que tiene Mathematica a la hora de utilizarlo en las clases de Estadística. En cambio, Mathematica es cada vez más fácil de utilizar por el estudiante, ya que las funciones utilizadas en Estadística son, en general, los propios conceptos estadísticos solo que en inglés (y es sencillo incorporar menús desarrollados en español, para que no haga falta ni siquiera conocer la terminología anglosajona). Ya no hace falta, como sí era necesario en versiones anteriores, cargar paquetes específicos de estadística, como era el caso del clásico *Statistics/DescriptiveStatistics*.

En el siguiente apartado veremos un resumen sobre cómo se puede utilizar el programa Mathematica en las clases de Estadística. No se trata una descripción de sus potencialidades, sino más bien una primera aproximación para facilitar la tarea del neófito.

### **Utilización de Mathematica en Estadística Empresarial I**

Unos de los temas fundamentales a considerar, tanto en Estadística Empresarial como en Estadística para Finanzas, es el de la Estadística Descriptiva. Mediante el uso del programa Mathematica 8, resulta especialmente intuitivo el uso de los conceptos estadísticos; si los estudiantes conocen los distintos conceptos en inglés, pueden manejarse prácticamente sin ayuda (si los conocen solo en español, pueden instalar paletas en nuestro idioma y proceder también de modo autodidacta). A continuación se presentan algunos ejemplos de los comandos más habituales.

En primer lugar, se propone crear una lista con los datos para poder aplicar las distintas funciones estadísticas. Por ejemplo, crearemos una lista de datos cuantitativos y otra lista de datos cualitativos:

```
In[1]:=datos={1,1,2,2,2,5,5,5,4,3,3,7,7,8,3,3,10}
Out[1]:= {1,1,2,2,2,5,5,5,4,3,3,7,7,8,3,3,10}
In[2]:=color={verde, rojo, blanco, verde, azul, azul, verde, amarillo, verde, azul}
Out[2]:= {verde, rojo, blanco, verde, azul, azul, verde, amarillo, verde, azul}
```

Veamos distintas funciones que se pueden aplicar a las dos listas anteriores. Por ejemplo, siempre es posible calcular la media (incluso cuando no tiene sentido estadístico):

```
In[3]:= Mean[datos]
Out[3]:= 71/17
In[4]:= Mean[color]
Out[4]:= 1/10 (amarillo + 3 azul + blanco + rojo + 4 verde)
```

La moda no presenta ningún problema:

```
In[5]:= Commonest[datos]
Out[5]:= {3}
In[6]:= Commonest[color]
Out[6]:= {verde}
```

Sin embargo, sí puede haber algunas pegadas con los cuantiles (Mathematica se encarga de advertirnos los inconvenientes que pueden presentar nuestras peticiones):

```
In[7]:= Quantile[datos, 0.2]
Out[7]:= 2
In[8]:= Quantile[color, 0.2]
Out[8]:= Error*
*Quantile::rectn:"
/"Rectangular array of real numbers is expected at posición I in Quantile [{verde, rojo, blanco, azul, azul, verde, amarillo, verde, azul}]
```

Algunos casos particulares de los cuantiles son:

Mediana (q=0.5):

```
In[9]:= Median[datos]
Out[9]= 3
```

Cuantiles (Q1=0,25; Q2=0,5; Q3=0,75):

```
In[10]:= Quartiles[datos]
Out[10]:= {2, 3, 11/2}
```

Por supuesto, se pueden calcular muchos otros estadísticos, de diferentes niveles de dificultad conceptual:

Momento respecto al origen de orden r:

```
In[11]:= Moment[datos,7]
Out[11]:= 14004131/17
In[12]:= Moment[color,2]
Out[12]:= 1/10(amarillo^7+3azul^7+blanco^7+rojo^7+4verde^7)
```

Momento central o momento respecto a la media aritmética de orden r:

```
In[13]:= CentralMoment[datos,7]
Out[13]:= 5665614679578/410338673
In[14]:= CentralMoment[color,2]
Out[14]:= 1/10(((amarillo+1/10(-amarillo-3azul-blanco-rojo-4verde))^2+3((azul +1/10(-
amarillo-3azul-blanco-rojo-4verde))^2+((blanco+1/10(-amarillo-3azul-blanco-rojo-
4verde))^2+((rojo+1/10(-amarillo-3azul-blanco-rojo-4verde))^2+4((1/10(-amarillo-3azul-
blanco-rojo-4verde)+verde))^2)
```

Intervalo intercuantílico:

```
In[15]:= InterquartileRange[datos]
Out[15]:= 7/2
```

Cuasi-varianza:

```
In[16]:= Variance[datos]
Out[16]:= 905/136
```

Cuasi-desviación estándar:

```
In[17]:= StandardDeviation[datos]
Out[17]:=  $\sqrt{905/34}/2$ 
```

Coefficiente de variación de Pearson:

```
In[18]:= CoefficientOfVariation[datos]
Out[18]:=  $\sqrt{15385/2}/142$ 
```

Coefficiente de asimetría de Fisher:

```
In[19]:= Skewness[datos]
Out[19]:= 28689/(905 $\sqrt{1810}$ )
```

Coefficiente de curtosis de Fisher:

```
In[20]:= Kurtosis[datos]
Out[20]:= 4350323/1638050
```

También resulta de interés el tratamiento de las variables aleatorias continuas. Por ejemplo, consideremos la distribución  $X^2$ -cuadrado:

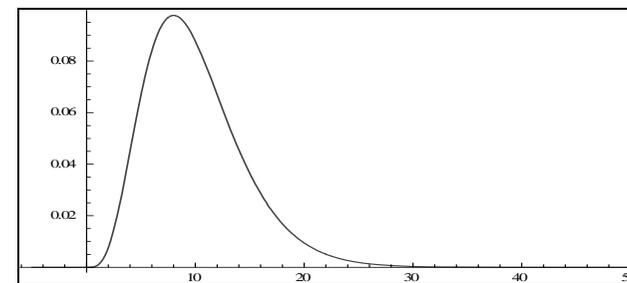
```
In[21]:= Dist=ChiSquareDistribution[10]
Out[21]:= ChiSquareDistribution[10]
```

Función de densidad:

```
In[22]:= PDF[ChiSquareDistribution[10],15]
Out[22]:= 16875/(256  $E^{(15/2)}$ )
```

Representación gráfica de la función de densidad:

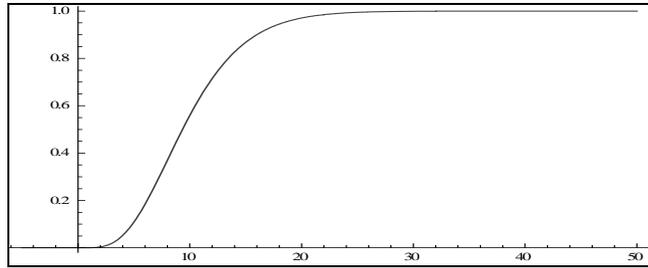
```
In[23]:= Plot[PDF[dist,k],{k,-5,50}]
Out[23]:= (ver la Figura 1)
```



**Figura 1.** Función de densidad de la distribución  $X^2$ -cuadrado (10).  
(Fuente: elaboración propia)

Representación de la función de probabilidad acumulada ascendente:

```
In[24]:= Plot[CDF[dist,k],{k,-5,50}]
Out[24]:= (ver la Figura 2)
```



**Figura 2.** Función de probabilidad acumulada ascendente de la distribución  $X^2$ cuadrado (10).  
(Fuente: Elaboración propia)

En cuanto a las variables aleatorias discretas, también incorpora en la distribución básica las más habituales. Por ejemplo, la distribución Binomial se produce mediante:

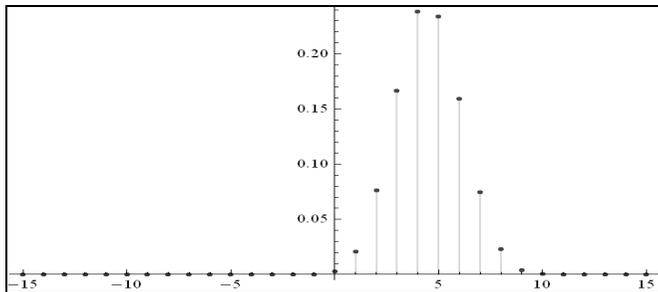
```
In[25]:=Dist=BinomialDistribution[10,0.45]
Out[25]:=BinomialDistribution[10,0.45]
```

Función de probabilidad:

```
In[26]:=PDF[BinomialDistribution[10,0.45],15]
Out[26]:=0
```

Representación de la función de probabilidad:

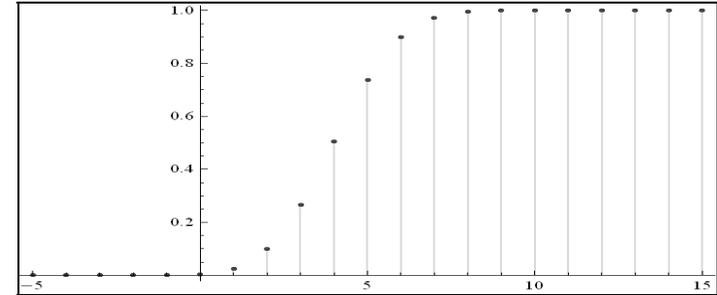
```
In[27]:=DiscretePlot[PDF[dist,k],{k,-5,15}]
Out[27]:= (ver la Figura 3)
```



**Figura 3.** Función de probabilidad de la distribución Binomial (10,0'45).  
(Fuente: Elaboración propia)

Representación de la función de probabilidad acumulada ascendente:

```
In[28]:=DiscretePlot[PDF[dist,k],{k,-5,15}]
Out[28]:= (ver la Figura 4)
```



**Figura 4.** Función de probabilidad de la distribución Binomial (10,0'45).  
(Fuente: Elaboración propia)

## RESULTADOS

Los resultados presentados en lo que sigue vienen determinados por las distintas ventajas y los principales inconvenientes deducidos durante la observación de la reacción de los estudiantes ante los distintos programas empleados en el aula.

### *Ventajas de la utilización de Mathematica en Estadística Empresarial*

Todas las asignaturas de Estadística se imparten con posterioridad a la primera de Matemática Empresarial, donde se les explica a los alumnos la utilización de Mathematica, en las clases de prácticas, así como diferentes manuales útiles, como por ejemplo Fedriani y García (2004). Así, una de las principales ventajas es que el estudiante, cuando llega a la asignatura de Estadística, ya conoce el programa Mathematica; algo que no ocurre con SPSS y EViews.

Otra ventaja clave, desde el punto de vista del alumno, a favor de la utilización de Mathematica en nuestra Universidad es que los estudiantes pueden tener libre acceso al programa informático, tanto en el campus como fuera de él, en sus propios ordenadores, gracias a la licencia de campus que adquirida por la universidad. Como ya se indicó, existe licencia de campus para los diferentes programas antes citados, pero los estudiantes deben trabajar con

ellos obligatoriamente en el campus y no fuera de él. Es cierto que existen otros programas estadísticos gratuitos, como es el caso de R, pero suelen ser generalistas y no muy intuitivos para el estudiante; en R, por ejemplo, deben ir cargando distintos paquetes estadísticos, lo que empeoró los resultados docentes y académicos cuando se probó este programa con un grupo de estudiantes de la Universidad.

Como también se ha comentado en el apartado anterior, Mathematica ha experimentado una importante mejora en las aplicaciones relacionadas con la rama de estadística, reduciendo claramente el coste de tiempo, al no tener que estar cargando distintos paquetes y al establecer una interfaz más fácil, lo que también reduce la dificultad en el aprendizaje primero del programa.

Otra de las ventajas que se observa con el programa Mathematica es la facilidad de utilizar los menús de ayuda: para cualquier aclaración o duda, en la peor de las situaciones, lo único que se necesita es conocer la terminología empleada en lengua inglesa, algo que (por cierto) también es bastante útil en el ámbito de la economía y la empresa, por lo que se puede considerar un valor añadido para la formación del estudiante.

Como última ventaja, se puede destacar que existen versiones gratuitas de programas que utilizan sintaxis similar a la de Mathematica. Nos referimos aquí a la herramienta online WolframAlpha y, por ejemplo, a las diferentes versiones de Maxima, que los estudiantes pueden obtener fácilmente y utilizarla con los conocimientos adquiridos para manejar Mathematica (Fedriani y Moyano, 2011).

### ***Inconvenientes de la utilización de Mathematica en Estadística Empresarial***

El principal inconveniente es que no se trata de un programa tan conocido (actualmente) para trabajar en la rama de estadística como lo son los programas SPSS o EViews, por ejemplo. En cambio, en la última actualización ha mejorado tanto que es probable que empiece utilizarse cada vez más en rama de estadística y en el mundo de la economía y la empresa.

Otro de los inconvenientes, ya comentado, es la no existencia de una paleta específica de estadística, lo que facilitaría el uso intuitivo por parte del estudiante. Sí aparecen algunos conceptos puntuales en las paletas genéricas, pero creemos que debería aparecer al menos una paleta más específica, como ocurre con los símbolos, fórmulas y funciones matemáticas.

Aunque nosotros no lo vemos como un inconveniente gracias a la licencia de campus con que contamos, una pega adicional puede ser el que se trata de un programa de pago (no al alcance de todos los bolsillos, por cierto) y es muy posible que algunas empresas no la tengan para nuestros graduados a la hora de trabajar en ellas, una vez que terminen sus estudios universitarios.

## **CONCLUSIONES**

En este trabajo se ha tratado de presentar una alternativa eficiente al uso actual de programas informáticos en la docencia de las asignaturas de métodos cuantitativos para la economía y la empresa. En concreto, se propone utilizar el programa Mathematica en lugar de recurrir a una multiplicidad de herramientas de diferentes características funcionales.

A fin de facilitar el uso de los docentes, se ha presentado un resumen de las herramientas más utilizadas en Estadística Descriptiva, lo que creemos puede favorecer la primera incursión en la sintaxis del programa y la posterior adaptación de las sesiones prácticas a Mathematica. También se han comentado las principales ventajas e inconvenientes de dicho programa, destacando la facilidad de uso y las posibilidades de importación y exportación tanto de datos como de resultados. Globalmente, podemos afirmar que la alternativa propuesta (uso de Mathematica en las clases de Estadística Empresarial) presenta más ventajas que inconvenientes, frente al empleo de otros programas específicos de estadística.

Para finalizar esta exposición, queremos hacer caer en la cuenta de que la utilización de diferentes y variados programas puede parecer una ventaja para la formación del estudiante, pero la realidad se empeña en demostrarnos (y cada vez a mayor ritmo) que la formación informática que reciben los estudiantes en el aula se queda prácticamente obsoleta antes de que se incorporen al mercado laboral, por lo que suele ser más rentable emplear tiempo formativo y esfuerzo docente en el conocimiento más profundo de los fundamentos básicos tanto de las asignaturas cuantitativas como de las características subyacentes en las herramientas informáticas.

## **AGRADECIMIENTOS**

Este trabajo ha sido parcialmente subvencionado por el proyecto 2012DEC002 de AACID.

## rkTeaching: un paquete de R para la enseñanza de Estadística

Alfredo Sánchez Alberca <sup>(1)</sup>

(1) Universidad San Pablo CEU  
asalber@ceu.es

### REFERENCIAS

- Carrasco, F. y Ordaz, J.A. (2011a). *Guías Docentes del Grado en Administración y Dirección de Empresas*. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
- Carrasco, F. y Ordaz, J.A. (2011b). *Guías Docentes del Grado en Finanzas y Contabilidad*. Sevilla: Universidad Pablo de Olavide.
- Fedriani, E.M. y García, A. (2004). *Guía rápida para el nuevo usuario de Mathematica 5.0*. Málaga: EUMED-NET.
- Fedriani, E.M. y Melgar, M.C. (2011). "Algunas reflexiones docentes desde el prisma empresarial: el caso de las matemáticas", Libro de Actas y Resúmenes de las XIX Jornadas de ASEPUMA. Valencia, España, 21-22 de julio.
- Fedriani, E.M. y Moyano, R. (2011). "Using MAXIMA in the Mathematics Classroom", *International Journal for Technology in Mathematics Education (IJTME)*, 18(4), 171–176.
- García, J.A. (2006). "¿Qué es el Espacio Europeo de Educación Superior?". Barcelona: Universitat de Barcelona.
- Melgar, M.C., Fedriani, E.M., Martín, A.M. y Romero, E. (2009). "Aplicación de innovaciones docentes en la enseñanza de Matemáticas de LADE en la Universidad Pablo de Olavide", Actas de las I Jornadas Andaluzas de Innovación Docente. Córdoba, España, 9-10 de noviembre.

### RESUMEN

En la Universidad San Pablo CEU se ha venido utilizando programas como Excel, Statgraphics o SPSS para la enseñanza de Estadística en el ámbito de las Ciencias de la Salud. Sin embargo, en los últimos años, se ha hecho una apuesta firme por el software libre en las aulas, introduciendo el uso de R para la enseñanza de Estadística. Conscientes de que el principal punto débil de R es la falta de una interfaz gráfica de usuario amigable, se ha desarrollado el paquete rkTeaching, basado en la interfaz gráfica rkWard. La valoración por parte de los alumnos refleja claramente su mayor facilidad de uso y aprendizaje frente a SPSS.

### INTRODUCCIÓN

El uso de programas informáticos para el tratamiento y análisis de datos se ha convertido en una herramienta imprescindible para la docencia de la Estadística. En la última década, en la Universidad San Pablo CEU se han utilizado programas como Excel<sup>23</sup>, Statgraphics<sup>24</sup> o SPSS<sup>25</sup> para la docencia de la Estadística en titulaciones de Ciencias de la Salud como Medicina, Farmacia, Psicología, Fisioterapia, Enfermería, Óptica y Nutrición. Estos programas tienen distintas ventajas e inconvenientes:

- Excel: Es posiblemente el programa más conocido y extendido por ir integrado en el paquete Office de Microsoft. Resulta bastante fácil de manejar para análisis de datos sencillos, pero no incorpora procedimientos para análisis más complejos.
- Statgraphics: Es un programa bastante pedagógico relativamente fácil de aprender a usar, por lo que está muy extendido en el ámbito universitario, pero muy poco en el ámbito hospitalario.
- SPSS: Es el programa más extendido en el ámbito hospitalario por su potencia para realizar casi cualquier tipo de análisis, ya que incorporar su propio lenguaje de programación. Su

---

<sup>23</sup><http://office.microsoft.com/es-es/excel/>

<sup>24</sup><http://www.statgraphics.net/>

contrapartida es que tiene una dificultad de aprendizaje bastante alta.

- Sin embargo, todos estos programas tienen el serio inconveniente de que no son software libre, lo que supone, en primer lugar, que hay que pagar por su uso, y algunas son bastante caras como SPSS, lo que es un serio inconveniente para que los alumnos puedan acceder a ellas para uso doméstico. Y en segundo lugar, no permiten acceder al código fuente, por lo que no son fácilmente adaptables a las necesidades docentes.

Por tal motivo, en el 2008 el departamento de Matemáticas de la Universidad San Pablo CEU se planteó la introducción del software libre en la enseñanza de la Estadística y se optó por el uso de R<sup>26</sup> (R Development Core Team 2001). R es una implementación de código abierto del lenguaje de análisis de datos S. Es, por tanto, software libre que además es multiplataforma (existen versiones para Unix/Linux, Windows y Mac) y está desarrollado y mantenido por una enorme comunidad de programadores en todo el mundo. Al ser, en el fondo, un lenguaje de programación especialmente pensado para el tratamiento y análisis de datos, es fácilmente ampliable mediante nuevas funciones y procedimientos que suelen distribuirse en forma de paquetes también de código abierto. A finales de julio de 2012 el repositorio “Comprehensive R Archive Network” (CRAN) disponía de casi 4000 paquetes<sup>27</sup> que implementan los procedimientos más habituales para el análisis estadístico pero también los más avanzados, llegando a superar incluso a SPSS. Esto ha hecho de R el software libre de análisis de datos más extendido entre la comunidad científica.

Sin embargo, R presenta aún serios inconvenientes ya que, al ser un lenguaje de comandos, su dificultad de aprendizaje es bastante alta y tampoco dispone de una interfaz gráfica de usuario (GUI) lo suficientemente sencilla y madura para facilitar su uso a los usuarios noveles. Así pues, conscientes de que este era el principal punto débil de R para su uso en el ámbito de la enseñanza, nos marcamos como objetivo desarrollar una interfaz gráfica de usuario sencilla para facilitar la enseñanza de la estadística y reducir así la curva de aprendizaje de R.

## LA INTERFAZ GRÁFICA DE USUARIO Rkward

Actualmente existen varias interfaces gráficas de usuario para R<sup>28</sup> pero la mayoría están pensadas para usuarios avanzados o programadores de R.

<sup>25</sup><http://www-01.ibm.com/software/es/analytics/spss/>

<sup>26</sup><http://www.r-project.org/>

<sup>27</sup><http://cran.r-project.org/web/packages/>

<sup>28</sup>[http://www.sciviews.org/\\_rgui/](http://www.sciviews.org/_rgui/)

En un primer momento se optó por R Commander (Fox, J. 2005), que fue la primera GUI orientada a usuarios no expertos, multiplataforma y ampliable mediante un sistema de plugins, lo que permitió crear el plugin RcmdrPluginTeachingExtras que se utilizó durante dos años para impartir las prácticas de Estadística en las titulaciones de Medicina, Farmacia y Psicología. Aunque la experiencia fue buena, R Commander presentaba todavía algunos inconvenientes, como que al estar basada en librerías gráficas Tcl/Tk bastante anticuadas, su aspecto visual era distinto en las diferentes plataformas, que la salida era bastante pobre en texto plano, o que los cuadros de diálogo no recordaban las opciones marcadas en análisis previos.

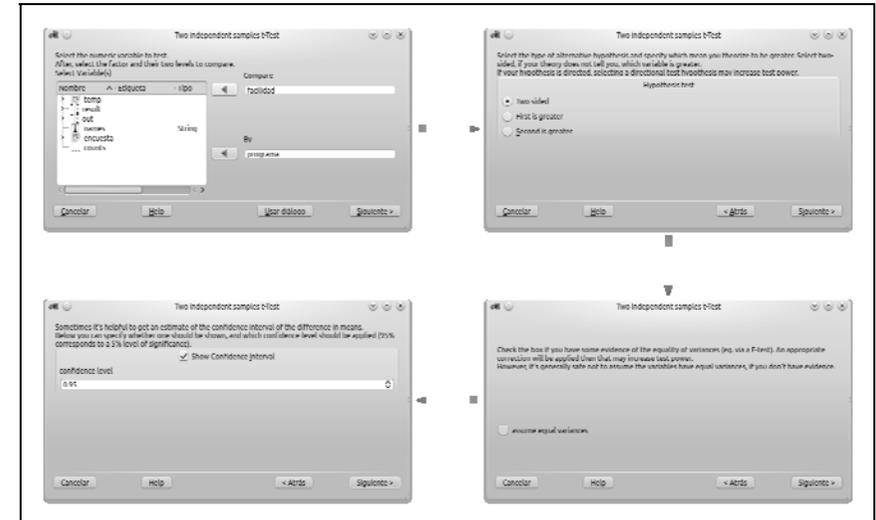


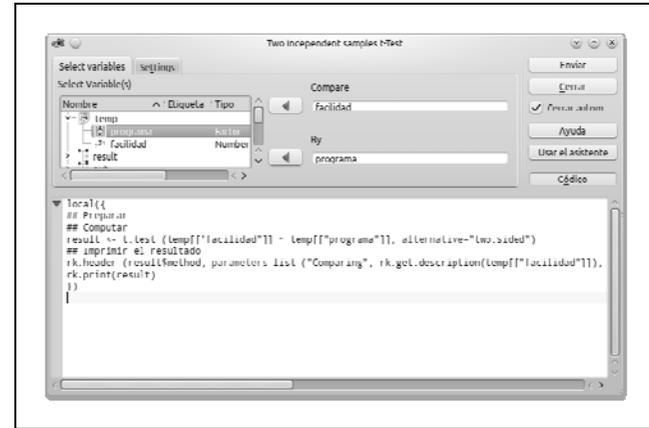
Figura 1. Cuadros de diálogo del asistente para realizar un contraste de hipótesis de comparación de medias.

(Fuente: Elaboración propia)

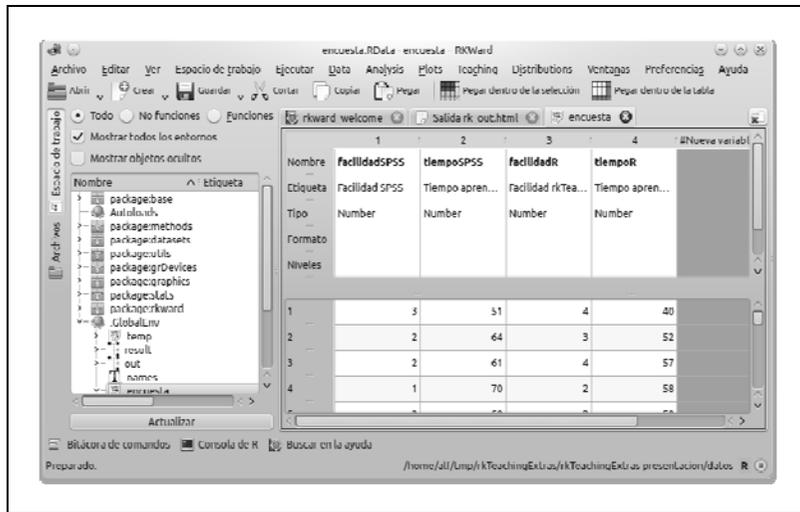
Mientras tanto, en 2002 Thomas Friedrichsmeier había desarrollado Rkward<sup>29</sup> (Rödiger, S. et al. 2012), otra GUI de código abierto<sup>30</sup> basado en las librerías KDE y Qt, mucho más modernas y con un aspecto visual más homogéneo. Desde el principio, Rkward fue desarrollado pensando tanto en usuarios noveles como en usuarios experimentados. Para los usuarios noveles proporciona una serie de menús y cuadros de diálogos que permiten que cualquier persona con conocimientos de

<sup>29</sup><http://rkward.sourceforge.net/>

estadística pudiera realizar fácilmente los análisis de datos más comunes con Rkward sin necesidad de aprender los comandos de R. Los cuadros de diálogo van acompañados generalmente de un asistente que ayuda al usuario a ir seleccionando las distintas opciones de cada análisis (figura 1). También proporciona un método de entrada y manipulación de datos en forma de hoja de cálculo muy cómoda e intuitiva (figura 2). Para los usuarios que quieren aprender el lenguaje R para explotar todo su potencial y automatizar análisis, Rkward permite generar el código R asociado a los menús y las opciones de los cuadros de diálogos seleccionados, facilitando la comprensión del código generado (figura 3). Finalmente, para los usuarios experimentados, Rkward proporciona también un entorno de desarrollo integrado para programar en R con su propia consola de ejecución y depuración (figura 4). Por otro lado, la salida de Rkward es html, lo cual permite aplicar un formato mucho más rico a los resultados de los análisis, así como insertar gráficos fácilmente (figura 5). Además, al final de cada salida aparece un enlace que permite invocar de nuevo el cuadro de diálogo con los parámetros que originaron dicha salida, lo cual facilita la reproducción de los análisis.

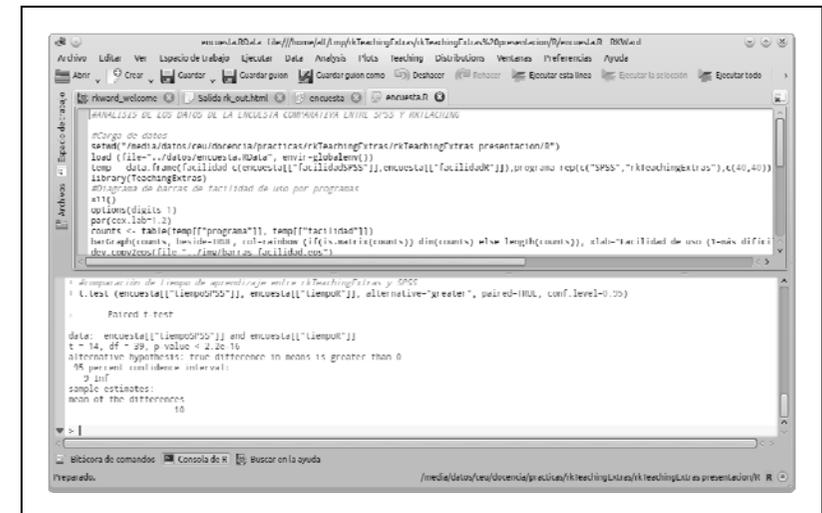


**Figura 3.** Código generado por el cuadro de diálogo para realizar un contraste de hipótesis de comparación de medias.  
(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 2.** Tabla de entrada de datos.  
(Fuente: Elaboración propia)

Nota: Cada columna representa una variable y cada fila un individuo. Cada variable debe tener un nombre y un tipo, y adicionalmente puede tener una etiqueta que aparecerá en la salida de los análisis, el formato (número de decimales, alineación, etc.) y los niveles que tiene en caso de ser un factor.



**Figura 4.** Entorno de desarrollo en R integrado en rkward.  
(Fuente: Elaboración propia)

<sup>30</sup>Rkward es distribuido bajo licencia GNU GPL versión 2 o superior.

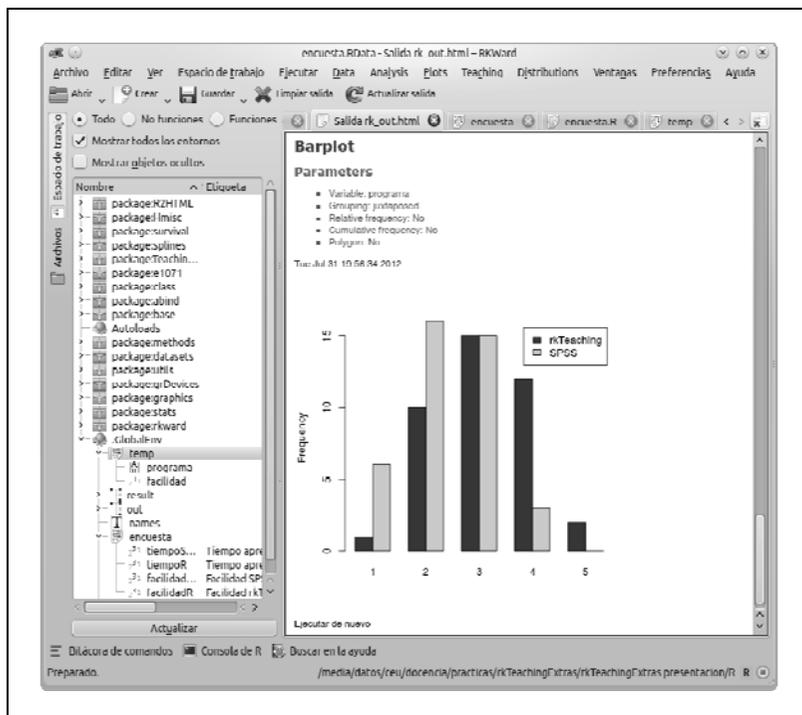


Figura 5. Salida de rkWard en html.  
(Fuente: Elaboración propia)

El principal inconveniente de RKward era que sólo estaba disponible para plataformas Linux, lo cual limitaba enormemente su aplicación a la docencia. Pero en 2010 se lanza la versión 0.5.5 RKward que ya es multiplataforma y además incorpora la posibilidad de ampliar la GUI mediante plugins, por lo que rápidamente se decide migrar el plugin desarrollado para R Commander a RKward.

El sistema de plugins que se incorpora a partir de esta versión permite crear nuevos menús y cuadros de diálogo de manera bastante sencilla, sin necesidad de tener grandes conocimientos de programación. En esencia, un plugin de RKward se compone de tres ficheros: un fichero XML que describe los componentes que configuran el cuadro de diálogo (botones, cuadros de selección, cuadros de entrada de texto, etc), un fichero con código javascript que se encarga de generar el código de R correspondiente a las opciones seleccionadas en el cuadro de diálogo, y un fichero de ayuda opcional en formato html (Friedrichsmeier, T. y Michalke, M. 2011).

## EL PAQUETE rkTeaching

Sobre la base de RKward se ha desarrollado el paquete rkTeaching como un plugin para esta GUI. Puesto que el objetivo perseguido era disponer de una GUI amigable para que los alumnos aprendieran a utilizar R para realizar análisis estadísticos, los principios que han guiado el diseño de este plugin han sido:

- Simplicidad: Esto ha supuesto eliminar de los cuadros de diálogo las opciones más complejas que se han considerado prescindibles en los procedimientos estadísticos habituales, y organizar el resto por bloques lógicos. Por ejemplo, en los procedimientos gráficos, las opciones comunes a los gráficos siempre aparecen en una pestaña separada.
- Asistencia al usuario. Todos los cuadros de diálogo incorporan un asistente de ayuda al usuario que le dirige paso a paso a través de las distintas opciones que debe seleccionar para realizar cada análisis.
- Adaptado a la programación de la enseñanza de la Estadística en la USP CEU. El plugin contiene cuadros de diálogo para los procedimientos habituales en un primer curso de estadística aplicada a las Ciencias de la Salud. Así, por ejemplo, se incorpora un menú específico para sacar tablas de frecuencias, tal y como se explican en las clases de teoría.
- Salidas orientadas a facilitar la comprensión del alumno. Las salidas de los distintos procedimientos están formateadas para facilitar la comprensión del alumno. Algunas de ellas incluso se han adaptado al formato presentado en las clases de teoría para que les resulte más familiar. Por otro lado, se ha incorporado la librería de javascript MathJax<sup>31</sup> para facilitar la visualización de fórmulas matemáticas en la salida html.

El paquete rkTeaching añade un nuevo menú a los de RKward con la etiqueta Teaching. Bajo este menú se despliegan los siguientes submenús:

- Frequency Tabulation. Este menú contiene los procedimientos para la construcción de tablas de frecuencias con frecuencias absolutas, frecuencias relativas, frecuencias absolutas acumuladas y frecuencias relativas acumuladas. Contiene los siguientes submenús:
  - Frequency Tabulation, para construir tablas con datos no agrupados.
  - Frequency Tabulation (Grouped Data), para tablas con datos agrupados en intervalos. Permite la construcción de los intervalos de acuerdo a diferentes criterios.
- Plots. Este menú contiene los procedimientos gráficos más habituales para la descripción de una variable y para la descripción de relaciones entre variables. Contiene los siguientes submenús:

<sup>31</sup><http://www.mathjax.org/>

- Bars, para dibujar diagramas de barras. Las barras pueden representar frecuencias absolutas y acumuladas y es posible dibujar el polígono de frecuencias sobre las barras. Además, las barras pueden agruparse de acuerdo a algún factor.
- Histogram, para dibujar histogramas. Las barras pueden representar frecuencias absolutas y acumuladas, así como densidades, y también es posible dibujar el polígono de frecuencias sobre las barras. Al igual que para las tablas de frecuencias, los intervalos de las clases pueden construirse de acuerdo a diferentes criterios.
- Scatterplot, para dibujar diagramas de dispersión. Se pueden clasificar los puntos de acuerdo a algún factor para representar diferentes nubes de puntos. También permite dibujar una recta de ajuste de regresión por mínimos cuadrados.

No se han incorporado otros procedimientos gráficos habituales como el diagrama de cajas por estar ya incorporados en los menús de RKWard con la simplicidad requerida.

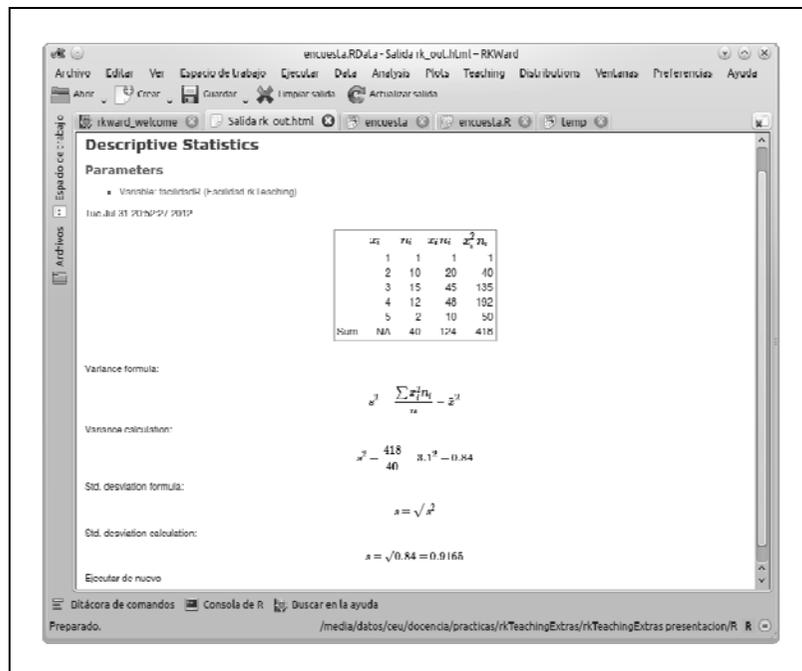


Figura 6. Cálculo detallado de estadísticos muestrales.  
(Fuente: Elaboración propia)

estadísticos muestrales. Contiene los submenús:

- Statistics, para el cálculo de los estadísticos más comunes: Tendencia central (media, mediana y moda), dispersión (varianza, cuasivarianza, desviación típica, cuasidesviación típica, coeficiente de variación, rango y recorrido), forma (coeficiente de asimetría y coeficiente de apuntamiento) y cuantiles.
- Detailed calculation, para el cálculo detallado de los estadísticos. Este menú es especialmente útil para que los alumnos comprendan el procedimiento que se sigue para calcular cada estadístico. También permite a los alumnos contrastar sus cálculos manuales (figura 6).
- Regression. Este menú contiene los procedimientos para el cálculo de modelos de regresión simple. Contiene los submenús:
  - Linear Regression, para el ajuste de modelos lineales. Permite guardar el modelo como un objeto de R que puede utilizarse después para hacer comparativas o predicciones.
  - Non Linear Regression, para el ajuste de modelos no lineales. Incorpora los modelos cuadrático, cúbico, potencial, exponencial, logarítmico, inverso y sigmoideal. También permite guardar los modelos.
  - Model Comparison, para hacer una comparativa de modelos de regresión. Los modelos aparecen ordenados de mayor a menor coeficiente de determinación.
  - Predictions, para hacer predicciones con un modelo de regresión. Incorpora además la opción para obtener los intervalos de confianza para las predicciones.
- Parametric Test. Este menú contiene los procedimientos para realizar los contrastes de hipótesis paramétricos más comunes. Contiene los submenús:
  - Mean comparison. Contiene los procedimientos para los contrastes relacionados con las medias. A su vez contiene los submenús:
    - One Sample T Test, para el contraste de hipótesis de la media de una población.
    - Two Independent Samples T Test, para el contraste de comparación de medias de dos poblaciones independientes.
    - Two Paired Samples T Test, para el contraste de comparación de medias de dos poblaciones pareadas.
    - ANOVA. Para realizar contrastes de análisis de la varianza para uno o varios factores.
    - Mean Sample Size, para el cálculo de tamaños muestrales para contrastes de medias.
  - Variances Comparison: Contiene los procedimientos para los contrastes de comparación de varianzas. A su vez, contiene los submenús:
    - F Test, para la comparación de las varianzas de dos poblaciones.

- Descriptive Statistics. Este menú contiene los procedimientos para el cálculo de los

- Levene's test para la comparación de la variabilidad de dos o más poblaciones.
- Proportions Comparison: Contiene los procedimientos para los contrastes de proporciones. A su vez, contiene los submenús:
  - One Proportion Test, para el contraste de hipótesis de la proporción de una población.
  - Two Proportion Test, para el contraste de hipótesis de las proporciones de dos poblaciones independientes.
  - Proportion Sample Size, para el cálculo de tamaños muestrales para los contrastes de proporciones.
- Non Parametric Tests. Este menú contiene los procedimientos para realizar los contrastes de hipótesis no paramétricos más habituales. Contiene los submenús:
  - Normality Test, para el contraste de normalidad de la muestra. Incorpora el contraste de Shapiro-Wilk y el de Kolmogorov.
  - U Mann-Whitney Test, para el contraste de la U de Mann-Whitney.
  - Wilcoxon Test, para el contraste de Wilcoxon.
  - Kruskal-Wallis, para el contraste de Kruskal-Wallis. Incorpora la comparación por pares.
  - Friedman Test, para el contraste de Friedman.
  - Chi-square Test, para los contrastes de independencia basados en la distribución Chi-cuadrado.
- Concordance. Este menú contiene los procedimientos para el análisis de concordancia. Contiene los submenús:
  - Intraclass Correlation Coefficient, para el cálculo de coeficiente de correlación intraclase.
  - Cohen's Kappa, para el cálculo del coeficiente kappa de Cohen.
- Simulations. Este menú contiene varios procedimientos para realizar la simulación de experimentos aleatorios. Estos experimentos son muy útiles para que los alumnos comprendan algunos de los conceptos probabilísticos más abstractos. Contiene los submenús:
  - Coins Tosses, para simular el lanzamiento de monedas.
  - Dice Roll, para simular el lanzamiento de dados.
  - Sample Generation, para generar muestras aleatorias de cualquier tamaño a partir de una distribución conocida.
  - Small Numbers Law, para mostrar visualmente cómo la distribución binomial se aproxima a la distribución de Poisson a medida que aumenta el número de repeticiones  $n$  y disminuye la probabilidad de éxito  $p$ .
  - Central Limit Theorem, para ver cómo la suma de variables independientes converge a

una distribución normal.

Otros procedimientos habituales en un primer curso de estadística, como el cálculo de probabilidades de distintas distribuciones no se han incorporado por estarlo ya en RKward con la sencillez requerida.

## COMPARATIVA DOCENTE DE rkTeaching CON SPSS

Para valorar la sencillez de manejo de rkTeaching, se realizó un estudio comparativo de la facilidad de uso y el tiempo de aprendizaje entre rkTeaching y SPSS. Para ello se tomó una muestra de 40 alumnos de medicina que habían aprobado el curso básico de estadística pero nunca habían manejado rkTeaching ni SPSS. Los alumnos recibieron una pequeña clase introductoria sobre la introducción de datos con cada uno de los programas y a continuación se les pidió que realizaran una serie de ejercicios con ambos programas. Los ejercicios consistieron en introducir los datos de una muestra, dibujar un histograma, calcular varios estadísticos descriptivos, calcular un modelo de regresión lineal y dibujarlo, calcular una probabilidad de una variable normal y hacer un contraste de hipótesis de comparación de medias. Para que le orden de los programas no influyese, los alumnos se dividieron aleatoriamente en dos grupos de 20 alumnos, de manera que los primeros empezaron con rkTeaching y luego con SPSS y los segundos al revés. Al final se les pasó una encuesta sobre la facilidad de uso y también se midió el tiempo que tardaron en hacer la tarea con cada programa. Las variables medidas fueron: Tiempo de realización de la tarea con rkTeaching (en min), tiempo de realización de la tarea con SPSS (en min), facilidad de uso de rkTeaching (escala discreta de 1=más difícil a 5=más fácil) y facilidad de uso de SPSS (escala discreta de 1=más difícil a 5=más fácil).

La comparativa de los tiempos de aprendizaje mostró que el tiempo de aprendizaje de SPSS fue significativamente mayor que el tiempo de aprendizaje con rkTeaching (figura 7) con un  $p$ -valor  $4,8e-17$  y un intervalo de confianza del 95% para diferencia de medias  $(9,06, \infty)$ , lo que indica que el tiempo medio para realizar las tareas con SPSS fue al menos 9 minutos mayor que el de rkTeaching, lo que supone una reducción del tiempo de al menos un 17%.

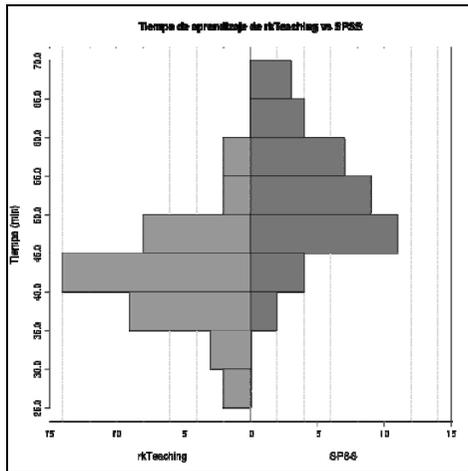
De igual modo, la comparativa de la facilidad de uso reveló que la facilidad de uso de rkTeaching fue significativamente mayor que la de SPSS (figura 8) con un  $p$ -valor  $1,7e-06$  y un intervalo de confianza del 95 % para diferencia de medias  $(0,4993, \infty)$ , lo que indica que la facilidad de manejo de rkTeaching es de al menos medio punto más que con SPSS, lo que supone un aumento de la facilidad de al menos un 10%.

## CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

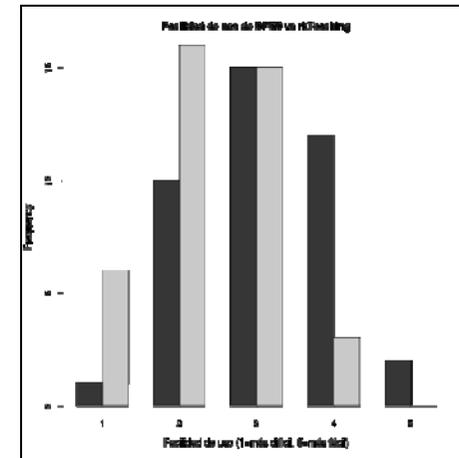
Con el objetivo de introducir el uso del software libre en la enseñanza de la estadística en la Universidad San Pablo CEU se ha desarrollado el paquete rkTeaching sobre la base de la GUI

RKward. El paquete rkTeaching se ha utilizado para impartir las prácticas de Estadística en las titulaciones de Medicina, Farmacia y Psicología con éxito. Para valorar la facilidad de uso de rkTeaching frente al SPSS, que era el software utilizado hasta el momento, se realizó un experimento que reveló que el aprendizaje con rkTeaching por parte de los alumnos es más rápido e intuitivo que con SPSS.

Como trabajo futuro se plantea la traducción de rkTeaching al castellano, mejorar aún más la salida para incluir interpretaciones de los resultados e incorporar cuadros de diálogos para análisis más complejos como el análisis multivariante.



**Figura 7.** Distribución de frecuencias del tiempo de aprendizaje de rkTeaching con respecto a SPSS.  
(Fuente: Elaboración propia)



**Figura 8.** Distribución de frecuencias de la facilidad de uso (de 1=más difícil a 5=más fácil) de rkTeaching con respecto a SPSS.  
(Fuente: Elaboración propia)

## BIBLIOGRAFÍA

- Fox, J. (2005). The R Commander: A Basic-Statistics Graphical User Interface to R. *Journal of Statistical Software*, 14(9), 1-42. URL: <http://www.jstatsoft.org/v14/i09/>.
- Friedrichsmeier, T. y Michalke, M. (2011). Introduction to Writing Plugins for RKward. Recuperado el 15 de julio de 2012, de <http://rkward.sourceforge.net/documents/develop-plugins/index.html>.
- R Development Core Team (2001). *R: A Language and Environment for Statistical Computing*. Viena: R Foundation for Statistical Computing.
- Rödiger, S.; Friedrichsmeier, T.; Kapat, P. y Michalke, M. (2012). RKward: A Comprehensive Graphical User Interface and Integrated Development Environment for Statistical Analysis with R. *Journal of Statistical Software*, 49(9), 1-34. URL: <http://www.jstatsoft.org/v49/i09>.

# La teoría de juegos como herramienta para obtener datos empíricos sobre el comportamiento de los agentes económicos: una aplicación para la enseñanza en Estadística.

Verónica García Pelló <sup>(1)</sup>, Belén García Cárcelos <sup>(2)</sup>, Jose M. Pavía <sup>(3)</sup>

*Departamento de Análisis Económico  
Universitat de València*

*Avda. Los naranjos s/n, 46022 Valencia*

*(1) veronica.garcia-pello@uv.es*

*(2) belen.garcia-carceles@uv.es*

*(3) Departamento de Economía Aplicada  
Universitat de València  
Jose.M.Pavia@uv.es*

## RESUMEN

En este documento proponemos emplear la teoría de juegos como apoyo teórico a la hora de impartir la docencia en Estadística en los Grados de Economía y Administración y Dirección de Empresas. Los alumnos resolverán un juego económico del cual se obtendrá la base de datos sobre la que se trabajarán los conceptos estadísticos. Involucrar a los alumnos tanto en la creación, como en la recogida y análisis de los datos permite un aprendizaje más profundo de los conceptos. A su vez, el diseño del juego económico vincula el tratamiento estadístico de los datos con la teoría económica que se imparte en otras asignaturas, reforzando así, un aprendizaje interdisciplinar.

## INTRODUCCIÓN

La adaptación de los contenidos curriculares de las asignaturas de Estadística en el proceso de implementación del Plan de Boloña, en el marco del Espacio Europeo de Educación Superior, ha supuesto un cambio de enfoque de la enseñanza hacia un aprendizaje a lo largo de toda la vida (*life-long-learning*), en el que los alumnos aprenden a tomar el protagonismo en el proceso de aprendizaje a través de la adquisición de competencias. La actividad descrita se diseña con la finalidad de motivar a los alumnos para que se involucren activamente en su proceso de aprendizaje utilizando unas metodologías participativas y colaborativa (Jiménez, 2011).

Una de las dificultades a la que se enfrenta un docente a la hora de impartir las lecciones en Estadística en el ámbito de la economía consiste en explicar el vínculo entre los resultados estadísticos obtenidos y su interpretación, sustentándose en los conceptos de la teoría económica. A menudo, se emplean bases de datos publicadas por organismos oficiales como el INE, EUROSTAT, OCDE o el Ministerio de Economía, entre otras muchas. En este caso, el análisis estadístico se centra sobre una o varias variables relevantes de la realidad económica que los alumnos se limitan a analizar, aplicando los conocimientos estadísticos impartidos en las sesiones e interpretando los resultados, centrándose en el buen uso de la metodología aplicada y sus limitaciones. A menudo, sin embargo, este enfoque provoca que el alumno pierda de vista el vínculo con la teoría económica que dio origen al ejercicio.

Por tanto, es importante recordar que los resultados económicos que podemos observar y tratar mediante técnicas estadísticas vienen determinados por el resultado agregado de multitud de decisiones individuales que toman los agentes económicos bajo un marco legal, institucional y económico particular de cada economía.

Nuestra propuesta trata de integrar a los alumnos en el proceso de creación de una base de datos. En este aspecto, la teoría de juegos permite esquematizar, de una forma sencilla, gran variedad de relaciones económicas que pueden moldearse según el área de interés didáctico. Haremos uso de los servicios que el Laboratorio de Investigación de Economía Experimental (LINEEX) dependiente del Estructura de investigación interdisciplinar del comportamiento económico y social (ERI-CES) de la Universitat de València. Mediante el asesoramiento del laboratorio y sus recursos técnicos, podremos diseñar de forma rápida y sencilla una gran variedad de cuestionarios y, a su vez, recoger la información de los mismos. La naturaleza de los datos obtenidos nos permitirá generar bases de datos apropiadas para la práctica de las destrezas que los alumnos de estadística deben dominar.

Las lecciones de microeconomía, macroeconomía o economía industrial, entre otras áreas, se imparten bajo los supuestos de la teoría clásica, supuestos muy restrictivos tales como competencia perfecta, información perfecta, preferencias fijas y exógenas, etc. Tradicionalmente, bajo este enfoque, las preferencias de los individuos se toman como dadas (Stigler y Becker, 1977). No obstante, numerosos estudios en economía experimental (Ledyard, 1995; Eckel y Grossman, 1996; Henrich et al., 2001) y estudios de campo (Gneezy y Rustichini, 2000; Falk, 2004; Meier, 2005) resaltan que, en realidad, los individuos no se comportan siempre maximizando su bienestar individual, sino que existe algún tipo de preferencias pro-sociales que motivan a los agentes económicos a comportarse de manera cooperativa. Incluso de forma más frecuente de lo que la teoría convencional predice

(Camerer, 2003). Así, nuestro objetivo será contrastar si los individuos tienen en cuenta únicamente sus beneficios individuales a la hora de tomar decisiones económicas, o bien, si existen otro tipo de comportamientos que debemos tener en cuenta a la hora de interpretar los resultados.

En nuestro caso, planteamos un juego muy sencillo que los alumnos resolverán a lo largo de diferentes rondas generando así una base de datos de panel donde se podrán seguir las decisiones individuales y los resultados económicos de las mismas. Estudiaremos la aplicación de los contrastes de medias con el fin de analizar si existen distintos tipos de comportamiento a la hora de resolver el juego económico planteado.

En este marco, los alumnos aprenderán a comportarse como agentes económicos resolviendo el cuestionario planteado y, posteriormente, analizarán los resultados mediante las herramientas estadísticas proporcionadas. Por último, realizaremos un análisis crítico de los resultados dotando a la explicación de los fundamentos microeconómicos necesarios. Además, se realizará un pequeño debate que incentive la participación activa de los alumnos en este tipo de discusiones (véase Algan et al., 2011).

## METODOLOGÍA

El experimento que presentamos está diseñado para que los alumnos comprendan que los resultados económicos dependen de la interacción de las decisiones individuales. En concreto, nos centraremos en la explicación de los dilemas sociales. En este entorno de decisión entran en conflicto los beneficios privados y el bienestar social. Dicha estructura de decisión se puede resumir sencillamente bajo un esquema de "*Dilema del Prisionero*". Una gran variedad de relaciones económicas y sociales siguen esta estructura de decisión, como por ejemplo: la provisión de bienes públicos, las donaciones de sangre, la participación en elecciones o las guerras publicitarias entre empresas, entre otras.

### *El juego económico*

Se convocará a los alumnos a una sesión experimental en el laboratorio del LINEEX, situado en las cercanías de los aularios donde habitualmente realizan las clases. Como la sesión tiene una duración prevista de 45 minutos, es factible utilizar una clase práctica de la asignatura, que habitualmente tiene al menos esa duración, para la realización del experimento.

Al inicio de la sesión experimental, los alumnos leerán las instrucciones del juego. Seguidamente, los alumnos resolverán un cuestionario para asegurarse de que todos los

participantes han entendido el mecanismo de elección. Una vez todos y cada uno de los presentes han contestado correctamente dicho cuestionario, se comienza con las rondas del juego. Estas rondas se sucederán secuencialmente y al final de cada una se presentarán los resultados de su elección.

Las instrucciones del juego son las siguientes:

*“Imagina que eres el dueño de una empresa que decide realizar, junto con otra empresa, un proyecto de innovación. Ambas empresas se reparten el mercado equitativamente obteniendo cada una unos beneficios de 2 millones de euros. La innovación incrementa los beneficios globales de la industria en cinco millones y tiene un coste de 2 millones de euros. Si se lleva a cabo el contrato, cada empresa deberá contribuir invirtiendo en innovación por valor de 1 millón de euros y los beneficios se repartirán equitativamente entre las empresas (en términos netos recibirán 3.5 millones de beneficio, respectivamente). No hay modo de saber si las empresas han realizado el esfuerzo en innovación o no, sólo se observan los beneficios de mercado que se reparten equitativamente. Si sólo una de las empresas cumple el contrato los beneficios que se generan en la industria serán de 4 millones de euros, que se repartirán equitativamente entre las empresas, de modo que la que no haya invertido en innovación no soporta el gasto en la inversión (por tanto, las empresas reciben: 3 millones, aquella que innova, y 4 millones, la que no innova, aprovechando de los beneficios generados por su rival).*

La siguiente tabla muestra los beneficios netos que se obtendrían en cada caso.

**Tabla 1.** Esquema de pagos en millones de €

		Empresa 2	
		No Innova	Innova
Empresa 1	No Innova	(2,2)	(4,3)
	Innova	(3,4)	(3.5,3.5)

Fuente: Elaboración propia.

*Debes decidir, como gestor de la empresa 1, si realizar la inversión en innovación o no. Ten en cuenta que los beneficios que obtengas dependerán de la decisión que adopte el compañero que esté resolviendo el juego como gestor de la empresa 2. Tomaréis la decisión de modo simultáneo. Al final de cada ronda se presentará una tabla de resultados con los beneficios que*

*has obtenido. Se repetirá el mismo juego durante 20 rondas y en cada una de ellas se te emparejará con un compañero distinto manteniendo la estructura del juego.”*

En cada pantalla del juego se les presentará la información sobre la matriz y se les recordará que el gestor de la empresa 2 ha cambiado.

Finalmente se recogerán todas las respuestas generando una base de datos de panel donde podemos observar las respuestas de cada individuo, las respuestas de su rival y los pagos obtenidos a lo largo de las 20 rondas de decisión.

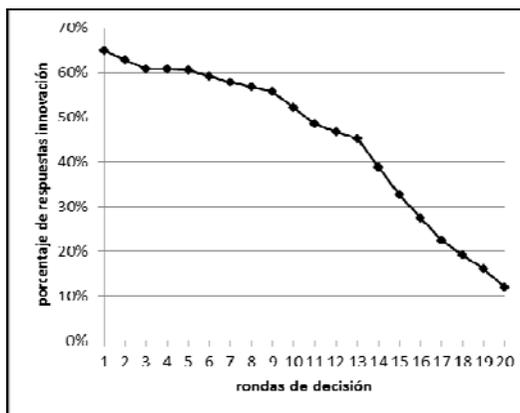
Los alumnos resolverán el juego sin ninguna explicación previa. Una vez recogidos los datos se les explicará la teoría económica subyacente. En nuestro caso, explicaremos el concepto de equilibrio de Nash cuando los agentes económicos únicamente tienen en cuenta sus beneficios individuales a la hora de tomar decisiones. En este punto se pondrá énfasis en la estructura del juego y se podrán ejemplos de dilemas sociales tales como participar en elecciones, donaciones de sangre, protección medioambiental, etc. En nuestro caso, El equilibrio de Nash en el juego presentado es:

EN= (No innovar, No innovar)

Bajo las condiciones presentadas, la teoría económica clásica predice que ninguna de las empresas está interesada en cumplir con el contrato y, por tanto, la innovación no se realizará, consecuentemente, las empresas obtendrán unos beneficios de dos millones de euros en todos los periodos. Ahora bien, ¿concuerta está conclusión basada en la teoría clásica con los datos recogidos en nuestro experimento? Para comprobarlo emplearemos distintas herramientas estadística y trataremos de detectar si existen comportamientos que se alejen de la predicción del modelo económico.

En una primera etapa de análisis es conveniente obtener estadísticos descriptivos introduciendo a los alumnos en el manejo de datos de panel. En esta primera fase del estudio es conveniente poner atención en: las respuestas medias en cada ronda tanto propias como del rival y los pagos obtenidos en cada ronda por los jugadores. Esto permite a los alumnos aproximarse al conocimiento de los comportamientos que se han dado en el experimento y valorarlos bajo su propia experiencia ya que ellos mismos participaron en la elaboración de la base de datos que manejan.

¿Es suficiente un análisis gráfico para evaluar la consistencia de los modelos teóricos? Evidentemente no. Es necesario conocer si las discrepancias entre la teoría económica y la evidencia empírica son estadísticamente significativas o no. Con este objetivo, la segunda parte de nuestro trabajo se centrará en contrastar dicha discrepancia. Por último, y para tener una visión más completa de los comportamientos observados, también analizaremos si tiene alguna relevancia la acumulación de experiencia a lo largo de las rondas fijándonos tanto en las decisiones propias de cada individuo (experiencia propia), como en las decisiones tomadas por sus rivales en rondas pasadas (experiencia grupal).



**Figura 1:** Ejemplo de estadísticos descriptivos. Porcentaje de respuestas positivas a cumplir el contrato de innovación por ronda.  
(Fuente: elaboración propia)

Primeramente estudiaremos si el modelo teórico se ve reflejado en los datos observados o no. Para ello contrastaremos si  $H_0$ : media=No innovación, y alternativamente,  $H_a$ : distinta a no innovación. (Considerando No innovación como 0 e innovación como 1, esperamos que la respuesta sea siempre 0, luego testaremos si la proporción de unos en la muestra es estadísticamente significativamente menor que  $\epsilon$ , con  $\epsilon$  un número positivo arbitrariamente pequeño)<sup>32</sup>. En caso de rechazar la hipótesis nula, indicaría que el modelo teórico clásico no

<sup>32</sup> La resolución de este contraste, además, permite realizar una digresión sobre la dificultad de utilizar la aproximación de la Binomial a la Normal cuando p tiende a cero o a uno, de la construcción de intervalos de confianza y de contraste y, además, hará posible mostrar estadísticos que se utilizan para estimar la presencia de sucesos raros en la población.

se ajusta a los datos recogidos en las sesiones de laboratorio. ¿A qué puede ser debido?, esta y otras preguntas las debatiremos más profundamente en la discusión al final de la práctica.

En un estudio más profundo de los datos recogidos, es importante conocer también si decisiones en la ronda t están influenciadas por las decisiones tomadas en la ronda t-1 (del propio individuo) o bien de las experiencias pasadas con los contrincantes a la hora de resolver el juego económico (experiencia grupal). Para comprobar si estas decisiones tienen una relevancia estadística a la hora de explicar los comportamientos de los agentes económicos, contrastaremos la significatividad del siguiente modelo estadístico (1):

$$D_{i,t} = \beta_0 + \beta_1 D_{i,t-1} + \beta_2 D_{j,t-1} + \alpha_i + \epsilon_{i,t} \quad (1)$$

Donde  $D_{i,t}$  es una variable dicotómica que recoge las respuestas del individuo i en el momento t (1 participa de la innovación, 0 no participa en la innovación),  $D_{i,t-1}$ , representa la misma variable que anteriormente retardada un periodo para el individuo i,  $D_{j,t-1}$ , recoge las decisiones del individuo j (que corresponde con el rival del individuo i en el juego económico en ronda pasada), y, por último,  $\alpha_i$  recoge las variables ficticias (*dummies*) que modelizan el “efecto individuo”. En este análisis, podemos obtener información sobre la significatividad global del modelo (a través del estudio de la F de Snedecor) y de los regresores (mediante el análisis de significatividad de los coeficientes de regresión, fijándonos en estadístico t).

Finalmente y con los resultados estadísticos recogidos tanto del análisis de los estadísticos descriptivos como de los contrastes de hipótesis realizados se realizará un debate de los resultados obtenidos.

A qué pueden deberse las diferencias, si existen, con la predicción económica:

1. Confianza en que la empresa 2 va a cumplir con el contrato. Pueden existir entre los agentes económicos unas creencias sobre lo que va a elegir su rival, sean fundamentas o basadas meramente en la confianza entre los individuos.
2. Agentes económicos amantes del riesgo. Las decisiones de los agentes económicos puede que estén sujetas a particularidades propias de los individuos por asumir o no el riesgo de la inversión sin conocer a la perfección la decisión de su rival. Por tanto, la mayor o menor aversión al riesgos por parte de los agentes económicos puede ser un factor importante a la hora de tomar decisiones en el entorno estratégico planteado.
3. Aprendizaje de rondas pasadas. Puede que la experiencia acumulada a la hora de resolver el juego económico dote a los agentes de un aprendizaje acerca de la composición de preferencias del grupo de individuos con los que está relacionado en el

entorno económico. De este modo, a través de la experiencia propia y la interacción con varios agentes distintos a lo largo de las rondas, se aprende cual es el comportamiento general y los agentes modifiquen sus decisiones adaptándose a las decisiones de sus rivales que son más probables.

4. Otras posibles explicaciones. Lo interesante del debate con los alumnos es el intercambio y discusión acerca de las limitaciones tanto del modelo teórico como del instrumento estadístico. Pueden surgir en la clase otras posibles explicaciones no contempladas en esta lista y que sean de interés tanto para el alumno, como para el docente, abriendo el análisis a distintos puntos de vista siempre que las puntualizaciones sean fundamentadas y realistas.

Una vez analizadas las distintas posibilidades plantearemos qué modificaciones de la estructura del juego podrían realizarse para obtener un mayor nivel de cooperación.

1. Órgano supervisor. Es posible que la introducción de un órgano supervisor, como puede ser tener en cuenta sanciones legales ante el incumplimiento de contratos, o bien, un consultor externo, que supervise la correcta implementación de la innovación por parte de las dos empresas y verifique el cumplimiento de los compromisos adquiridos, favorezca la innovación.
2. Toma de decisiones en secuencia. Es posible que comprometerse realizando el contrato y dando la posibilidad a la otra empresa de sumarse a la misma en el siguiente periodo incentive la cooperación.
3. Posibilidad de represalias. Puede que la amenaza de no volver a cooperar nunca más a lo largo de las rondas de decisión o bien, invertir en sanciones administrativas a la empresa que incumpla el contrato incentive la cooperación entre las empresas. Cabe remarcar que esta posibilidad es sobretodo efectiva cuando el rival es el mismo a lo largo de las distintas rondas.
4. Creación de una empresa externa con financiación compartida que realice la innovación. La creación de una joint-venture, con financiación compartida sea más eficiente a la hora de llevar a cabo la innovación.
5. Otras posibilidades. Como anteriormente se señaló, el debate con los alumnos abre un área de comunicación importante, y se recojan nuevas ideas que no están en la lista de posibilidades presentada.

Con el juego planteado los estudiantes aprenden que los resultados económicos son fruto de las relaciones de interdependencia que se producen entre los agentes económicos, además, deben ser capaces de analizar críticamente los resultados estadísticos y conocer las limitaciones tanto del instrumento estadístico empleado, como de la teoría económica que sustenta la explicación del hecho analizado.

Por tanto, esta experiencia de aprendizaje activo, permite a los estudiantes fijar conceptos básicos (tanto de técnicas estadísticas como de conceptos económicos) y, a su vez, desarrollar su capacidad de razonamiento crítico y de análisis con el fin de interpretar lo más correctamente posible los resultados de los estudios realizados.

### ***Claves de la experiencia educativa.***

- Antes de realizar el experimento es importante asegurarse de que los alumnos comprendan perfectamente el funcionamiento del mismo, por ello se realiza el cuestionario preparatorio antes de la obtención de datos.
- Se puede pedir una pequeña práctica con los resultados estadísticos y su interpretación antes de dar la explicación y realizar el debate en clase, pudiendo incentivarse con nota (Holt, 1999).
- En el marco de las metodologías docentes colaborativas, se resalta la importancia de la realización de un debate en clase que incentive la participación de los alumnos y la discusión tanto entre los alumnos, como entre alumnos y profesor.

## **CONCLUSIONES**

La reciente expansión de la Economía Experimental ha provocado un aumento reseñable en la aplicación de la teoría de juegos a la hora de obtener datos empíricos sobre el comportamiento de los agentes económicos bajo unas condiciones controladas por el experimentador. Esta técnica ha permitido avanzar en la comprensión y análisis de los comportamientos de los agentes y la interpretación de los resultados económicos.

Aplicar la técnica experimental permite al docente una gran flexibilidad tanto en el diseño como en la recogida de datos, pudiendo adaptar tanto el juego como el tipo de cuestionario a las guías docentes.

Además, el empleo de las Nuevas tecnologías de información TICs (z tree utilizado por el LINEEX) facilita el diseño de los cuestionarios y la recogida de las respuestas de un gran número de alumnos de forma rápida y compacta.

En el trabajo que presentamos, los alumnos se implican desde el primer momento, actuando como agentes económicos y movidos por sus propias creencias a la hora de decidir en el entorno económico que se les presenta. Posteriormente, se les proporciona las distintas técnicas estadísticas para que sean capaces de analizar los datos obtenidos. Y, finalmente, se realiza un debate crítico tanto de la técnica estadística empleada como de los fundamentos económicos que aportan consistencia teórica a la interpretación de los resultados.

## RECURSOS PARA LA INNOVACIÓN DOCENTE: NUEVAS TECNOLOGÍAS PARA LA DOCENCIA EN ESTADÍSTICA

Tan importante o más es el conocimiento de la técnica estadística como su interpretación económica y sus limitaciones. Abordar el estudio de la Estadística desde estas tres dimensiones permitirá que los alumnos adquieran las destrezas necesarias para realizar un análisis crítico de los datos que se les presentan y no sólo obtener resultados, sino interpretarlos y ser capaces de dar soluciones plausibles a los problemas que se les presentan.

La realización de un debate al finalizar la clase, es clave, puesto que permitirá a los alumnos entender que los modelos de teoría económica son simplificaciones de una amplia y compleja realidad económica que no siempre cumple los supuestos del modelo sobre el que se sustenta.

### REFERENCIAS

- Algan, Y., Cahuc, P., Shleifer, A. (2011). "Teaching Practices and Social Capital", *NBER Working Paper* No. 17527.
- Camerer, C. F. (2003). *Behavioral Game Theory: Experiments in Strategic Interaction*. New York: Russell Sage Foundation & Princeton, NJ: Princeton University Press.
- Eckel, C. C. y Grossman, P.J.(1996). "Altruism in Anonymous Dictator Games", *Games and Economic Behavior*, Vol. 16, p. 181, 1996. Available at SSRN: <http://ssrn.com/abstract=1883604>.
- Falk, A. (2004). *Charitable Giving as a Gift Exchange: Evidence from a Field Experiment*, Mimeo, Institute for Empirical Research in Economics, University of Zurich.
- Gneezy, U., y Rustichini, A. (2000). "Pay Enough or Don't Pay at All", *Quarterly Journal of Economics*, 115(3): 791–810.
- Holt, C.A. (1999). "Teaching Economics with Classroom Experiments: A Symposium", *Southern Economic Journal*, 65 (3), 603-610.
- Jiménez, M. (2011): "Aprendizaje cooperativo", *Educainnova Magazine*, núm. 12, 48-53.
- Ledyard, J. O.(1994). "Public Goods: A Survey of Experimental Research," *Public Economics* 9405003, EconWPA, revised 22 May 1994.
- Meier, S. (2005). *Do Subsidies Increase Charitable Giving in the Long Run? Matching Donations in a Field Experiment*, Mimeo. Institute for Empirical Research in Economics, University of Zurich.
- Stigler, G. y Becker, G. (1977). "De gustibus non est disputandum", *American Economic Review*, 67, 76–90.

## Blog de Estadística por y para los alumnos

**Amor Pérez <sup>(1)</sup>, Estela Pardos <sup>(1)</sup>, Elisabet Álvarez <sup>(1)</sup>, Verónica Gómez <sup>(1)</sup>, Ana Rodríguez <sup>(1)</sup>, Elena Moreno <sup>(1)</sup>, Pablo Calatayud <sup>(1)</sup>, Laura García <sup>(1)</sup>, M<sup>a</sup> Dolores Sancerni <sup>(1)</sup>, Amparo Oliver <sup>(1)</sup> y Pedro Hontangas <sup>(1)</sup>.**

*(1) Metodología de las CC del Comportamiento  
Universitat de València  
Av. Blasco Ibáñez, 21, 46010, Valencia  
e-mail: estadisticaparalela@gmail.com*

### RESUMEN

Dada la dificultad de Estadística de 1º de Psicología, alumnos de 2º y 3º planteamos, en colaboración con un grupo de profesores en un proyecto ESTIC, la creación del blog *Estadística Paralela*, para facilitar de manera interactiva y amena la comprensión de la materia. Nuestro objetivo es desarrollar y facilitar el acceso a materiales útiles para la adquisición de las competencias en estadística, fomentando también las competencias transversales en Psicología.

Se ha introducido el temario de Estadística que presenta más dificultad, resumido y explicado, centrándonos en su aplicabilidad, con applets que lo facilitan. También ejercicios a resolver, a mano y con SPSS, con explicaciones grabadas y editadas mediante Blackboard Collaborate. Aunque se han logrado avances, se pretende continuar hasta cubrir el temario y evaluar su utilidad en próximas ediciones. La coordinación, intercambio de archivos y celebración de sesiones se ha realizado con la plataforma Blackboard Collaborate, utilizando además Dropbox para compartir archivos de trabajo. La mayoría de "alumnos tutores" desempeñan un trabajo remunerado, estudian una doble titulación o con más créditos de lo usual (la media de edad es de 25 años) y la coordinación de tareas requiere de las TICs.

### INTRODUCCIÓN

La asignatura de Estadística se percibe como una materia complicada para la mayoría de los alumnos: el 22% no se presenta y de los restantes, el 34% suspende en la 1ª convocatoria<sup>33</sup>,

---

<sup>33</sup> Datos obtenidos de las convocatorias del año 2011 de la Facultad de Psicología de la UV

lo cuál suma más de la mitad de los matriculados. En la 2ª convocatoria directamente el 64% no se presentan. Con estos datos se puede observar la relevancia del problema y la necesidad real de los estudiantes de Psicología.

El proyecto se concibe complementariamente a una iniciativa anterior propuesta desde el departamento de Metodología, que consistió en la cooperación entre alumnos mediante tutorías entre iguales.

Durante el siguiente curso, la profesora Mª Dolores Sancerni propuso la participación en el proyecto ESTIC, y de aquí surgió Estadística Paralela. El objetivo principal del blog fue crear un soporte en la red para que aquellos alumnos de primero de grado que tuvieran dificultades en Estadística pudieran entrar para resolver sus dudas.

Los componentes del blog son estudiantes de segundo y tercer curso del grado de Psicología que, contando con alta motivación en la materia, tienen la esperanza de hacer más fácil su comprensión a los alumnos de primer curso.

El objetivo de este proyecto es desarrollar materiales útiles, para facilitar la adquisición de las competencias incluidas en la asignatura de Estadística. Con esta finalidad, se hace uso de un lenguaje más cercano y familiar para los alumnos, así como una serie de estrategias de comprensión que a los componente del proyecto les sirvieron hace poco más de un curso para entender la asignatura.

## PROCEDIMIENTO

Para comenzar a explicar como surgió la idea de formar el blog de “Estadística Paralela”, es necesario remontarse al curso pasado. Algunos profesores de estadística propusieron en sus clases la idea de formar unas “tutorías entre iguales”. Estas tutorías consistían en reuniones que los alumnos realizaban una vez por semana en un aula libre o en el departamento de metodología, según disponibilidad. Durante estas reuniones aquellos alumnos que encontraban más dificultades en la materia de Estadística, podían preguntarles sus dudas a otros alumnos que iban más avanzados en la comprensión de los conceptos principales y que se prestaban para esta tarea. Algunos de los componentes del proyecto de Estadística Paralela, formaron parte de las tutorías entre iguales, y fue a raíz de éstas cuando descubrieron su interés por ayudar a sus compañeros en la comprensión de la asignatura. Ver cómo la motivación de sus compañeros se veía incrementada tras cada sesión, resultaba una experiencia muy gratificante.

En este contexto la sugerencia de la profesora Mª Dolores Sancerni de participar en el proyecto ESTIC resultó muy atractiva.

La idea principal, fue la creación de una página web donde se encontrarían explicados los contenidos de la asignatura de Estadística, haciendo uso de la experiencia y habilidades desarrolladas en las tutorías entre iguales. La Universidad de Valencia ofreció el soporte informático, sin embargo no era demasiado interactivo y ofrecía más posibilidades la idea de un blog.

El blog se denominó Estadística Paralela. Funciona a través de un índice principal, en el que se encuentra todo el material trabajado, dividido en unidades, igual que la propia asignatura. Este material está hipervinculado a archivos en pdf con los temas explicados de manera sencilla y resumida. También hay ejercicios de varios libros que son explicados en voz y por escrito paso a paso, a través de powerpoints grabados con el programa Smartnotebook y posteriormente subidos a Youtube. Por último, se incluyeron actividades en SPSS, para enseñar el funcionamiento del programa más utilizado en la práctica de ejercicios estadísticos por ordenador. Éstos fueron grabados gracias al programa Blackboard Collaborate.

Todo este trabajo se dividió en diferentes módulos y fue repartido entre los componentes del grupo. La división atendió a las diferentes competencias que es necesario completar en cada unidad temática, siendo éstas: explicación teórica del temario de estadística por escrito, ejercicios prácticos paso a paso, realización y explicación de actividades realizadas con SPSS y gestión de recursos informáticos del blog.

La mayoría de las sesiones, debido a la dificultad de establecer una cita para reunir a todos los miembros del grupo, se han realizado con el programa Blackboard, lo cual ha dado más flexibilidad. La posibilidad de grabar las sesiones, permite que miembros que no han podido asistir a la reunión, puedan recuperar toda la información compartida en la sesión como si estuvieran presentes en la misma. Con este sistema se evitan los errores procedentes del boca a boca, siendo el sistema más fiable para una organización eficaz.

Por otra parte, mensualmente se realizaban reuniones presenciales con los tutores del proyecto: Mª Dolores Sancerni, Amparo Oliver y Pedro M. Hontangas. En estas reuniones, no sólo se mostraba el trabajo realizado, sino se orientaba para realizar mejoras en el mismo. Progresivamente los tutores complementaban los materiales de la asignatura.

Poco a poco, con esta dinámica, se fue formando el actual blog Estadística Paralela.

## FUNCIONAMIENTO DE LA WEB

Como se ha explicado, el índice sirve como guía para facilitar al usuario la utilización del material. El índice sigue la organización de la asignatura.



Figura 1. Índice del blog Estadística Paralela.

(Fuente: elaboración propia)

El blog también cuenta con una explicación escrita que se puede visionar directamente, y si se clikea encima del hipervínculo azul, se puede acceder a la página Scribd y descargar, para su utilización incluso cuando el alumno se encuentre sin internet.

Los ejercicios resueltos paso a paso se encuentran en Youtube, en el canal de "estadisticaparela". Todos ellos son explicados a través de powerpoints, indicando los puntos esenciales para su resolución, y trucos para su comprensión, los cuales sirvieron a los componentes del equipo para su estudio.

El programa estadístico más utilizado en la facultad de Psicología es el SPSS, el cuál presenta, muchas veces, gran dificultad para los alumnos. Por ello se expone a través del programa Blackboard Collaborate. Este programa no sólo facilita la grabación de sesiones explicativas, sino también ha sido una herramienta para la coordinación del equipo, al facilitar la interacción en tiempo real.

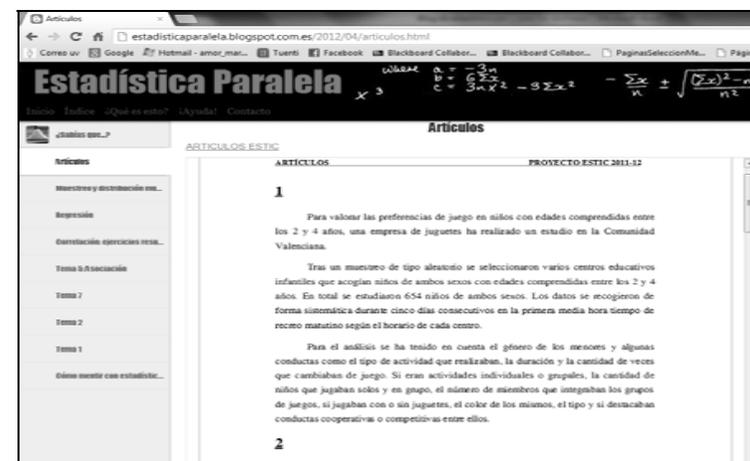


Figura 2. Texto explicativo del blog Estadística Paralela.

(Elaboración propia)

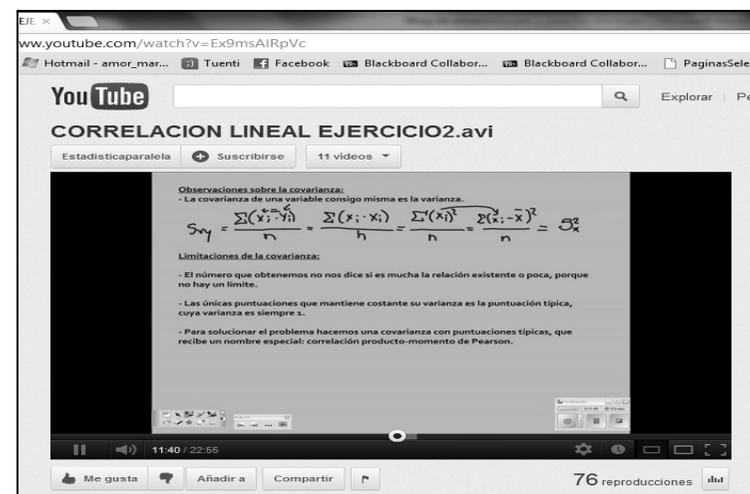
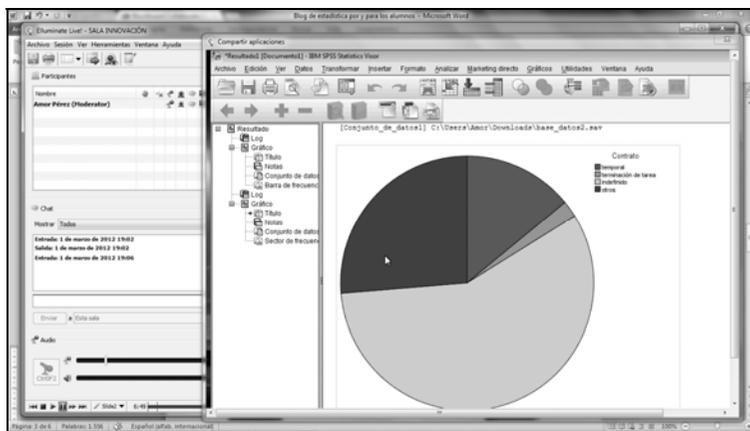


Figura 3. Video explicativo del blog Estadística Paralela

(Elaboración propia)



**Figura 4.** Presentación SPSS en Blackboard Collaborate para el blog Estadística Paralela.  
(Elaboración propia)

## CONSIDERACIONES FINALES

El proyecto ESTIC fue muy ambicioso desde el principio, no sólo por la complejidad de la materia, sino por la cantidad de información y ejercicios que pretendía abarcar. Por ello, es necesario prolongarlo en el tiempo para culminarlo con éxito. Todavía no se han adaptado todos los temas impartidos en la asignatura, y con ellos, ejercicios y actividades de SPSS. La síntesis de todo este material y su esquematización es indispensable para que el alumno entienda la asignatura, y se puede llegar a convertir en un trabajo minucioso y lleno de matices. Discriminar entre lo importante y lo interesante es una cuestión presente entre los componentes del grupo, cuya motivación por la estadística, superan los criterios mínimos para aprobar la asignatura. La discrepancia entre el nivel de motivación de los miembros del grupo frente a la población de estudiantes de la asignatura, podría desembocar en un blog muy interesante, pero, como otros tantos, imposible de descifrar y despreciado por el estudiante medio. Nuestro objetivo es que sea útil para un amplio grupo de estudiantes y la adaptación de los contenidos a este extenso colectivo es una tarea compleja.

Por otra parte, para cumplir con el objetivo del proyecto, es necesario que, no sólo sus contenidos sean atractivos, sino que el estudiante sepa que existen y dónde puede encontrarlos. Con la finalidad de difundir el blog, se prevé una charla explicativa al iniciar el

curso académico 2012-2013 durante la presentación de la asignatura de Estadística en la Facultad de Psicología (Universitat de València). Se ha elegido este momento por la alta receptividad de los nuevos estudiantes y por la utilidad del blog para fijar conceptos básicos sobre los que asentar la asignatura a lo largo del curso. También se pretende que el blog se llegue a difundir año tras año y que sea utilizado por alumnos de otras facultades de España. El soporte digital resulta de gran ayuda para su expansión.

Con perspectivas a largo plazo, se considera necesario medir la utilidad de esta herramienta. Se está valorando la posibilidad de utilizar cuestionarios a final de curso para recoger la opinión de los estudiantes. Así mismo, el blog posee un buzón de sugerencias donde los alumnos pueden indicar aquellos temas que les interesaría ampliar o cuyo material en la red ha resultado insuficiente para llegar a comprenderlo.

## REFERENCIAS

- Estadística para todos* [n.d] Recuperado el 5 de Diciembre de 2011 de: <http://www.estadisticaparatodos.es/>
- Martínez R. *Estadística aplicada a las ciencias sociales II*. [n.d] Recuperado el 19 de Abril de 2012 de: <http://www.uv.es/~rmartine/estad2sociologia.htm>
- Matemática Interactiva* [n.d] Recuperado el 9 de Marzo de 2012 de: <http://www.eduteka.org/MI/master/interactivate/>
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte del Gobierno de España. *Descartes. Matemáticas Interactivas* [n.d]. Recuperado el 9 de Marzo de 2012 de: <http://recursostic.educacion.es/descartes/web/>
- Pérez A., Hontangas P. M y Oliver A (2011). *Un Plan de Tutorías entre Iguales en Estadística: Resultados preliminares en Psicología*. Experiencias de Innovación Docente en Estadística. Valencia. Julio.
- Recursos educativos para profesores*. [n.d] Recuperado el 5 de Diciembre de 2011 de: <http://www.ucv.cl/web/estadistica/>

# Aplicaciones web en docencia Estadística y análisis de datos genómicos

Francisco García-García <sup>(1)</sup>, David Montaner González <sup>(2)</sup>

*(1) Instituto de Genómica Computacional.  
Centro de Investigación Príncipe Felipe.  
C/ Eduardo Primo Yúfera, 3  
46012 Valencia, Spain  
e-mail: fgarcia@cipf.es*

*(2) Instituto de Genómica Computacional.  
Centro de Investigación Príncipe Felipe.  
C/ Eduardo Primo Yúfera, 3  
46012 Valencia, Spain  
e-mail: dmontaner@cipf.es*

## RESUMEN

Los últimos cambios tecnológicos han incidido en la mayoría de las áreas del conocimiento produciendo una demanda de nuevas herramientas de aprendizaje activo. En este trabajo presentamos Babelomics, una herramienta web para el análisis estadístico de datos genómicos. Esta herramienta estadística proporciona la solución de problemas biológicos reales a la vez que facilita la comprensión de los métodos estadísticos empleados. Babelomics incorpora un tutorial detallado y un módulo de ayuda. Además se proporciona asistencia online a todos los usuarios. La difusión de la herramienta se realizó mediante workshops. Los resultados fueron positivos, obteniendo altos indicadores de uso: número de usuarios y referencias en publicaciones científicas. Esta herramienta de uso libre se emplea en la docencia universitaria de Estadística de grados y másters de diferentes Universidades, mejorando la relación de los alumnos con recursos de análisis estadístico en entornos profesionales y fomentando el acceso al mercado laboral. Babelomics puede encontrarse en [www.babelomics.org](http://www.babelomics.org).

## INTRODUCCIÓN

En los últimos 10 años se ha producido una creciente demanda de nuevas herramientas bioinformáticas y estadísticas como consecuencia de los avances de la tecnología.

En Genómica estos cambios han estado motivados fundamentalmente por la aparición de un nuevo paradigma; en éste, se ha dejado de estudiar de forma individualizada cada gen para abordar conjuntamente las relaciones entre todos los genes de un organismo, es decir, su

genoma. Este nuevo escenario ha generado la aparición de un gran volumen de datos con formatos diferentes, acompañado de la necesidad de nuevos métodos de análisis y una formación estadística específica para diversos colectivos.

En nuestro Instituto de Genómica Computacional, nos planteamos como objetivo facilitar el uso de herramientas estadísticas y al mismo tiempo mejorar la formación estadística de sus usuarios. Para ello desarrollamos la aplicación web Babelomics (Medina et al., 2010) que permitiera dar respuesta a estas necesidades, incorporando recursos que faciliten el acceso y comprensión de la Estadística y también desarrollando herramientas de análisis estadístico para datos genómicos.

## METODOLOGÍA

### Diseño e implementación

El diseño, implementación y funcionamiento de Babelomics incluyó cinco elementos:

- Un *equipo multidisciplinar* formado por personas con tres perfiles complementarios: biólogos, matemáticos-estadísticos e informáticos. El consenso entre el grupo permitió decidir que recursos se incluirían en la herramienta y cómo se presentarían al usuario para responder a los objetivos descritos.
- *Planificación de la infraestructura computacional*. Se definieron los requerimientos computacionales necesarios para almacenar y analizar los datos enviados por los usuarios.
- *Elaboración de tutoriales* detallados que incluyeran ejemplos resueltos donde fueran fácilmente identificable la estrategia de análisis correspondiente a cada experimento.
- *Diseño de un servicio de asistencia online* para resolver las dudas de uso de la aplicación y además permitiera recoger el feed-back de los usuarios para mejorar y ajustar la herramienta a sus necesidades.
- *Difusión y promoción de Babelomics*. Una herramienta web es utilizada no sólo por ser una buena aplicación; además es fundamental que se conozca en los foros donde puede ser útil. Por ello se planificó una serie de workshops en institutos y universidades nacionales e internacionales con interés en el análisis de datos genómicos.

### ¿Cómo funciona Babelomics?

Babelomics es una aplicación web de uso libre. Para su utilización sólo se requiere conexión a internet y un navegador. Incluye el uso de web services y tecnología Web 2.0, siendo

compatible con diferentes sistemas operativos. Actualmente dispone de un clúster con 10 servidores sobre los que se distribuyen y ejecutan los trabajos de análisis que los usuarios dirigen a la herramienta.

La aplicación web permite el análisis de datos genómicos, transcriptómicos y proteómicos. Este tipo de datos se caracterizan por su gran volumen y elevado número de variables (genes, transcritos o proteínas).

Babelomics proporciona un interfaz fácil de utilizar a través de diversos menús (Figura 1). Hemos preferido que el usuario se centre fundamentalmente en la resolución de su problema biológico a través del correspondiente análisis estadístico. No queremos desviar su atención con requerimientos de programación. Por ello, tras ese interfaz se han utilizado lenguajes de programación como java, Perl o R.



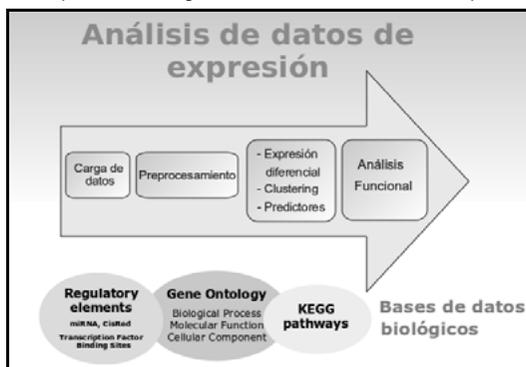
Figura 1. Interfaz de la herramienta web Babelomics. (Fuente: elaboración propia)

La dinámica de trabajo en Babelomics está orientada para que el usuario realice sus propios análisis de datos. El workflow está formado por cuatro pasos (figura 2):

- *Carga de datos*. En este primer caso se suben los datos a la herramienta web. Los usuarios están obligados a conocer el tipo de variables que disponen porque será necesario la asignación de una etiqueta identificativa del tipo de datos que permitirá a Babelomics orientar al usuario sobre las posibles estrategias de análisis.
- *Preprocesamiento*. Este módulo incorpora diferentes procedimientos para la

preparación de datos antes de su análisis. Las técnicas de medida utilizadas generan ruido que puede ser tratado con métodos de normalización. A continuación es posible tratar los valores perdidos con técnicas de filtrado o imputación. Mediante clustering y análisis de componentes principales, se obtienen representaciones gráficas que posibilitan el análisis exploratorio de los datos.

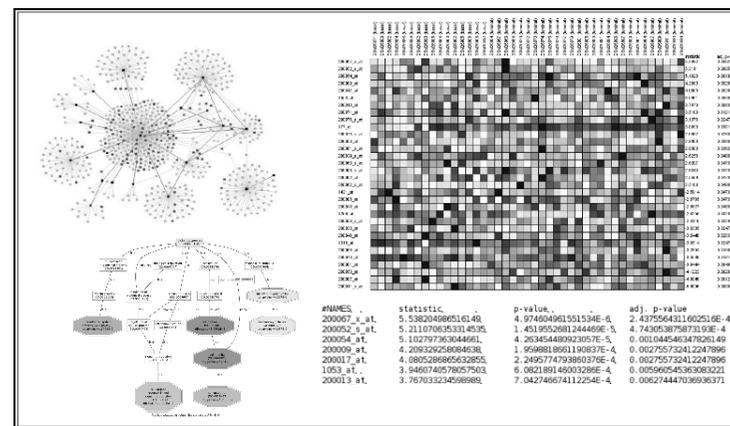
- **Estrategias de análisis.** El investigador tiene definidas diversas preguntas que están vinculadas a los objetivos de su estudio y el diseño del experimento planteado. Para dar respuestas proponemos diversas estrategias de análisis:
  - **Análisis de la expresión diferencial.** Detecta el grupo de genes que muestran un nivel de expresión diferenciado (activación/represión) entre las condiciones experimentales del estudio. El diseño experimental determinará los métodos estadísticos utilizados: comparación de dos clases, más de dos grupos, series temporales, correlación, supervivencia,...
  - **Predicción de clases.** Proporciona un clasificador supervisado de clases a partir del entrenamiento de las muestras iniciales.
  - **Clustering.** Agrupa las muestras o genes que presentan un patrón de expresión común.
- **Análisis funcional.** Las estrategias anteriores se centran en el gen como unidad de análisis, sin embargo, los investigadores están muy interesados en conocer las funciones que hay detrás de esa selección de genes de interés. Babelomics incluye varias herramientas que interrogan de modo automatizado diversas bases de datos biológicas y sobre ellos se aplican procedimientos estadísticos que permiten caracterizar funcionalmente un grupo de genes. La información funcional de los genes permite la interpretación biológica de los resultados del análisis para cada experimento.



**Figura 2.** Workflow del análisis estadístico de datos en Babelomics. (Fuente: elaboración propia)

### Resultados del análisis estadístico en Babelomics

Independientemente de la elección de la estrategia de análisis de los datos, la aplicación web presenta los resultados estadísticos en formato numérico y gráfico. La visualización de los resultados es fundamental en Babelomics. El usuario necesita interpretar los resultados de su análisis estadístico para dar respuesta a los objetivos planteados en su estudio. Además la inclusión de gráficos favorece la comprensión de los procedimientos estadísticos utilizados. Así por ejemplo, en los análisis de expresión diferencial se incorporan heatmaps que visualizan los niveles de expresión en el grupo de genes diferencialmente expresados mostrando patrones comunes de expresión. En este tipo de gráficos se incorpora el valor del estadístico del contraste realizado para cada gen y también se incluye el p-valor ajustado, recordando al usuario el escenario de comparaciones múltiples en el que estamos trabajando y la necesidad de corrección del p-valor (figura 3).



**Figura 3.** Resultados del análisis estadístico en Babelomics. (Fuente: elaboración propia)

Babelomics es un aplicación web flexible en su estructura, ajustándose rápidamente a la nueva demanda de herramientas de análisis. Los cambios tecnológicos producidos en este área son constantes y la inclusión de nuevos procedimientos solventan los problemas de análisis que surgen con la aparición de nuevos tipos de datos y además favorecen la continua formación de los usuarios.

## RESULTADOS

### Indicadores de uso

En la fase de diseño de la herramienta se incluyó un módulo de monitorización de uso de la aplicación web que permitiera la evaluación de su funcionamiento (figura 4). La descripción de indicadores de uso está disponible en el link:

<http://bioinfo.cipf.es/webstats/babelomics/awstats.babelomics.bioinfo.cipf.es.html>

Durante el año 2012 el promedio de visitantes mensuales fue 1800, analizándose 200 experimentos por día. Hay 5000 usuarios registrados y 70000 usuarios anónimos.

También nos interesaba la distribución geográfica de los países de los usuarios, siendo Estados Unidos, Europa y China las áreas con mayor número de conexiones. Esta información es útil porque confirma si la estrategia de promoción y difusión de la aplicación ha sido efectiva o si por el contrario todavía hay algunas regiones donde sería interesante potenciar el uso de la herramienta. En la figura 4 se muestra la distribución geográfica del número de conexiones por países.

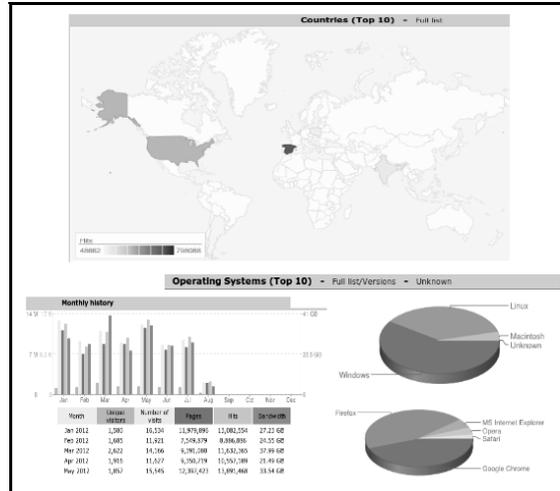


Figura 4. Indicadores de uso de Babelomics.  
(Fuente: elaboración propia)

### Producción científica

La aplicación es una suite que integra diferentes herramientas de análisis. La mayoría de ellas se han desarrollado en nuestro Instituto, habiendo generado 25 publicaciones en revistas científicas donde se describe su funcionamiento (Al-Shahrouh et al., 2008; Medina et al., 2007; Minguez et al., 2009; Montaner et al., 2006; Nueda et al., 2009; Tarraga et al., 2008).

Desde enero de 2004 hasta junio de 2012 se ha citado a Babelomics en 2300 artículos donde se han empleado sus herramientas o evaluado su funcionamiento mediante comparativas con otros recursos de análisis (<http://scholar.google.es> GEPAS, Babelomics).

### Docencia universitaria

Inicialmente se dirigió el uso de la aplicación a un colectivo específico de profesionales en biomedicina y biología que demandaban formación estadística especializada y herramientas de análisis estadístico de datos genómicos. Muchos de estas personas forman parte del equipo investigador de las universidades españolas y se establecieron colaboraciones para incluir el uso de Babelomics en diferentes titulaciones universitarias.

Actualmente Babelomics es utilizada por los alumnos de la asignatura de Genómica Funcional en el grado de Biotecnología de la Universidad Politécnica de Valencia. También se integró en el máster de Medicina Translacional de la Universitat de Barcelona y en los cursos de doctorado de Bioinformática de la Universidad Autónoma de Madrid.

Las prácticas con Babelomics favorecen el desarrollo de una competencia importante en los estudiantes de este área, que consiste en el abordaje de una herramienta web para tratar un determinado problema, aproximándose al modo de funcionamiento y comprensión de los métodos estadísticos empleados en sus diferentes módulos de análisis.

Durante el periodo de tiempo que estuvimos trabajando como docentes en el departamento de Estadística e Investigación Operativa de la Universidad de Valencia, empleamos la herramienta en las prácticas de asignaturas estadísticas en las licenciaturas de Biología, Matemáticas y el grado de Biotecnología. El objetivo consistía en presentar una herramienta web que mostraba la aplicación de los procedimientos estadísticos trabajados en clase. De este modo se establecía una conexión directa entre los contenidos desarrollados en la asignatura y su utilización en un campo profesional determinado.

Esta visión práctica facilita la comprensión del método estadístico en sus diferentes fases: el análisis descriptivo inicial, la exploración de los datos, el análisis inferencial y la interpretación de resultados.

## CONCLUSIONES

El uso de herramientas web constituye un recurso eficiente en docencia en Estadística.

Babelomics es un ejemplo de aplicación web que ha potenciado la formación estadística en profesionales del área de la Genómica proporcionándoles una herramienta de análisis de datos que posibilita el abordaje de los problemas estadísticos planteados en sus estudios.

Además Babelomics ha aproximado las tareas del mundo profesional al mundo académico, permitiendo el desarrollo de competencias específicas en el uso de aplicaciones web de análisis estadístico que mejoran el acceso al mercado laboral de los estudiantes universitarios.

## AGRADECIMIENTOS

Los autores desean agradecer la dedicación y el esfuerzo realizado por todas las personas que integran el Instituto de Genómica Computacional del Centro Investigación Príncipe Felipe que han posibilitado el diseño, desarrollo y mantenimiento de Babelomics. También agradecemos la financiación del Instituto Nacional de Bioinformática.

## REFERENCIAS

- Al-Shahrour, F., Carbonell, J., Minguez, P. et al. (2008). "Babelomics: advanced functional profiling of transcriptomics, proteomics and genomics experiments". *Nucleic Acids Research*.36 (suppl 2): W341-W346.
- Medina, I., Carbonell, J., Pulido, L. et al. (2010). "Babelomics: an integrative platform for the analysis of transcriptomics, proteomics and genomics data with advanced functional profiling". *Nucleic Acids Research*. 38:W210-W213.
- Medina, I., Montaner, D., Tarraga, J., Dopazo, J. (2007). "Prophet, a web-based tool for class prediction using microarray data". *Bioinformatics*, vol. 23, issue 3, pp: 390-391.
- Minguez, P., Götz, Stefan., Montaner, D., Al-Shahrour, F. and Dopazo, J. (2009). "SNOW, a web-based tool for the statistical analysis of protein-protein interaction networks". *Nucleic Acids Research*. 37 (suppl 2): W109-W114.

Montaner, D., Tarraga, J., Huerta-Cepas, J., et al. (2006). "Next station in microarray Data analysis: GEPAS". *Nucleic Acids Res.*34:W486-91.

Nueda, M.J., Sebastián, P., Tarazona, S., et al. (2009). "Functional assessment of time course microarray data". *BMC Bioinformatics*. 10 Suppl 6:S9.

Tarraga, J., Medina, I., Carbonell, J. et al. (2008). "GEPAS, a web-based tool for microarray data analysis and interpretation". *Nucleic Acids Res.* 36:W308-14.



# Tutorials dinàmics per a la docència en assignatures d'estadística: l'aprofitament de les TIC davant de la transformació del paradigma docent en el context de l'EEES

Belén García-Cárceles <sup>(1)</sup>, María Victoria Román Lara <sup>(2)</sup>

*(1) Departament d'Anàlisi Econòmica  
Universitat de València  
Av. dels tarongers s/n, 46022 València  
belen.garcia-carceles@uv.es*

*(2) Basque Centre for Climate Change  
mavi.roman@bc3research.org*

## RESUM

En el context de l'EEES, el procés de l'ensenyament passa d'un model clàssic de transmissió de coneixements i un concepte de formació per a tota la vida a un nou paradigma en el qual el/la docent mostra continguts educatius (coneixements –competències de saber–, habilitats –competències de fer i hàbits– competències de ser/estar) i, a més a més, es promou el concepte d'aprenentatge al llarg de la vida (*life-long learning*), pel qual l'alumne aplica els seus hàbits i competències al llarg de la carrera professional. A més, aquest concepte es perfila com a necessari davant les preferències dels alumnes mateix, com a protagonistes de la seua formació, així com per a la tendència observada en els mercats de treball, segons la qual s'està imposant la flexibilització dels perfils professionals, motiu pel qual es valorant cada vegada més la interdisciplinarietat.

En aquest context, les tecnologies de la informació i la comunicació (TIC) es perfilen com les eines bàsiques per al procés d'aprenentatge continu, amb la qual cosa, el repte del/la docent rau en l'adaptació dels continguts i formats de manera que puguin ser difosos de manera àgil per aquests canals d'informació. Amb independència de l'aplicació estadística utilitzada, el/la docent d'aquest tipus d'assignatures i amb independència, també, del tema tractat, es proposa un exemple d'ús per a la creació de tutorials dinàmics (en concret, amb Camtasia Studio®). El resultat és un vídeo interactiu que pot ser difós utilitzant les plataformes 2.0 de les universitats i els centres docents, així com a través d'unes altres plataformes d'ús obert (Youtube®, Facebook®, etc.).

## INTRODUCCIÓ

La implantació del Pla de Bolonya<sup>34</sup> el curs 2010-2011 en el marc de l'Espai Europeu d'Educació Superior (EEES) ha portat canvis rellevants per a l'ensenyament universitari. Per la seua altra banda, el canvi (tecnològic, social i econòmic) de l'entorn laboral en els últims anys requereix una sèrie de competències professionals que han passat de ser una opció a un requisit per als alumnes (Dochev i altres, 2002). A més a més, s'observa que les empreses i organitzacions a les quals els alumnes accedeixen després de la formació ja actuen en aquest sentit, segons constaten informes recents del Joint Research Centre (l'institut per al desenvolupament d'estudis prospectius de la tecnologia de la Comissió Europea) els llocs de treball en el futur pròxim estaran basats en els principis de l'aprenentatge al llarg de tota la vida (*life-long learning*); s'espera que el ciutadà del futur canvie diverses vegades d'ocupació i que s'haja d'adaptar i adquirir coneixements nous al llarg de la carrera i vida laboral, que serà més longeva. Els ciutadans (estudiants) es veuran abocats a utilitzar les noves formes d'aprenentatge més flexibles i concretes per al desenvolupament de competències noves (Kampylis i altres, 2011), fet que donarà pas a un canvi de paradigma que evoluciona de manera patent i es reflecteix en les actuacions que la Universitat va començar a introduir amb l'adaptació del Pla de Bolonya i que els/les docents han anat integrant en els dissenys dels continguts i les metodologies. En la Taula 1, es recull l'evolució de l'enfocament en les distintes dimensions de la docència en l'ensenyament superior.

**Taula 1:** Canvi de paradigma de la Universitat

<b>Dimensió</b>	<b>Abans</b>	<b>Ara</b>	<b>Demà?</b>
Docència	"M'ensenyen"	"Jo aprenc"	Coaprenentatge: "ens ajudem a aprendre".
Materials	Treball individual Manual, pissarra, transparències	Treball en grup Casos, supòsits, problemes relacionats	Resolució de casos nous en situacions interdisciplinàries
Avaluació	Avaluació final (examen)	Avaluació continuada	Autoavaluació i coavaluació. Avaluació 360º
Motivació	Aprovar	Aprendre	Adquirir autonomia per a l'aprenentatge i confiança en la resolució de problemes futurs no experimentats amb anterioritat
Professor	Mestre magistral	Guia en l'aprenentatge	"Preparador personal"

Font: Benito i Cruz (2011).

Per a determinar si la formació rebuda pot preparar els alumnes de manera adequada per tal d'afrontar la vida en la societat del futur, Redecker i altres (2011) identifiquen les competències que seran rellevants en els propers anys i, en el seu treball, postulen que per a donar resposta a les noves necessitats, en el centre de la formació del futur hi haurà la personalització de la formació, les metodologies col·laboratives i l'aprenentatge a través de canals informals. En aquest context, es pot veure com la tendència observada entre els/les docents ha estat posar en relleu les metodologies per a l'aprenentatge actiu i col·laboratiu (Benito i Cruz, 2011; Zaňart 2002 o Putna 1997), i desenvolupar tot un seguit d'exemples i propostes per a la seua aplicació entre les quals podem citar les que recullen Morillas i Martínez (2011) o Comeig i altres (2011).

Per una altra banda, es parla de la incorporació de les noves TIC com l'adveniment d'una nova era a la qual es denomina "societat de la informació". La importància del coneixement, la naturalesa global de la societat, l'intercanvi ràpid d'informació i el grau de col·laboració informal són algunes de les característiques que s'associen amb aquesta idea de societat (Duderstand, 1997). Aquestes característiques, a més a més, tenen un efecte directe sobre el paper de la Universitat en la societat, en general, i sobre la metodologia docent, en particular. Això és així perquè els continguts per a les TIC incorporen un gran potencial didàctic, donada la navegabilitat i viabilitat d'aquests en entorns audiovisuals i interactius, entre unes altres característiques.

Tot i el gran potencial de les TIC en la formació, l'adopció d'aquestes en les aules i les metodologies docents no és de poca importància. Es pot donar la situació que es pretenga incorporar les TIC sense tenir massa clara la finalitat per a la qual s'estan introduint. Partint de la base que les TIC no són una solució als problemes de disseny curricular, sinó que, precisament, per ser útils han d'estar sostingudes per un bon disseny de les matèries, aquestes no són ni més ni menys que una eina que es pot (i s'ha de) tenir en compte per a dissenyar el procés formatiu. Així, el procés d'ensenyar-aprendre es pot enriquir i passar a ser un procés "d'ensenyar a aprendre" amb les TIC i "aprendre a aprendre" amb les TIC (Benito i Cruz, 2011).

El disseny dels continguts per a les TIC, per tant, ha de considerar les particularitats de l'aprenentatge a través d'Internet, les característiques dels recursos metodològics que hi ha disponibles en aquest entorn, així com les necessitats que el docent mateix detecte que poden ser cobertes amb la utilització d'aquestes eines. En aquest sentit, a continuació s'explica una metodologia per a la introducció de recursos tecnològics en les metodologies actives. Seguidament, se n'aporta un exemple concret per a la docència en estadística tenint-ne en

<sup>34</sup> El Procés de Bolonya: <<http://www.educacion.gob.es/boloniaeees/que.html>>.

compte les peculiaritats. I es finalitza amb una discussió sobre la problemàtica que afronta el/la docent a l'hora de dissenyar i implementar aquest tipus d'eines de docència.

## METODOLOGIES ACTIVES I DE COL-LABORACIÓ

### *La introducció de recursos tecnològics en les metodologies actives*

Davant del repte de motivar els alumnes perquè prenguen el protagonisme en el seu procés formatiu, la utilització de metodologies actives i, en concret, les de col·laboració, ha estat en el centre de la transformació dels continguts curriculars. El que es persegueix amb aquest tipus d'activitats és estimular una educació activa i pràctica (F. Michavila i F. Esteve, 2011) que done un paper important a l'alumne, qui construeix el coneixement a partir d'unes pautes, activitats o escenaris dissenyats pel/per la docent. Per tal d'aconseguir una dinàmica de col·laboració en les activitats grupals, cal aconseguir que hi haja un objectiu comú, una relació d'igualtat entre els membres de l'equip, una relació d'interdependència positiva, de cooperació, ajuda i exigència mútua i un vincle afectiu que ho cohesione (M. Jiménez, 2011).

En el disseny d'aquest tipus de metodologies és, potser, on les TIC poden aportar un valor afegit considerable. Beneficis importants com l'accessibilitat, la ubiqüitat, el dinamisme, la interactivitat, la convergència de dispositius, la computació fent servir "el núvol", les interfícies d'accés a la informació segons el context (el perfil de l'usuari i la geolocalització) i el canvi de paradigma de la propietat intel·lectual, estan revolucionant el concepte d'aula del model d'ensenyament clàssic, com recull F. Llorens (2012). Segons aquest autor, l'objectiu seria un "aprenentatge millorat amb tecnologia", en el qual el focus es posa en l'aprenentatge i la tecnologia hi és un valor afegit de millora. Per tant, s'ha d'aconseguir utilitzar la diversitat d'eines disponibles i seleccionar aquelles amb les quals el/la docent puga esplaïar-se, adquirint-ne la formació adequada i rebent el suport necessari per a la implantació d'aquestes.

La problemàtica en el pas de decidir quin nivell d'integració tecnològica en la docència depèn de molts factors. Entre ells:

- Cal tenir en compte el tipus de formació: presencial, semipresencial o virtual.
- També s'ha de considerar per a què es vol fer servir la tecnologia:
  - Oferir documentació, informació i recursos didàctics seleccionats pel/per la docent en la pàgina web (o bloc) de l'assignatura.
  - Recursos per a l'avaluació com els qüestionaris d'autoavaluació.
  - Recursos per a la comunicació i la interacció: debats, aplicacions, tutorials, etc.

- El material previ disponible pel/per la docent a l'hora de preparar l'assignatura.
- El catàleg de serveis formatius i tècnics dels quals disposa el/la docent.
- No cal descuidar també els incentius per a la innovació docent.

### *Les metodologies actives en la docència en estadística*

En el cas de la docència en estadística, aquesta no s'entén sense el o els paquets estadístics amb els quals s'obtenen els resultats. De manera que, en la seua forma presencial i clàssica, la docència acostuma a dividir-se en sessions teòriques i pràctiques. En les primeres, els suports més habituals són les diapositives i l'explicació del/la docent. En el segon cas, s'acostuma a comptar amb aules informatitzades i els alumnes "segueixen" des de les seues pantalles els passos del/la docent a través de l'aplicació estadística.

A l'hora adaptar els continguts per tal d'aprofitar els recursos tecnològics disponibles, s'han de tenir en compte tres consideracions bàsiques:

- **Què es vol fer:**
  - Adaptar continguts per a la difusió d'aquests a través de la xarxa.
  - Dissenyar una eina com a suport per a una activitat: qüestionari d'autoavaluació, jocs col·laboratius, entorn d'interacció tipus fòrum de debat, etc.
  - Crear continguts nous per a la difusió d'aquests a través de la xarxa.
- **De quines eines es disposa:** en aquest sentit, es recomanable revisar els serveis que les universitats tenen disponibles per als/les docents i que, moltes vegades, resten poc publicitats i desconeguts. Des que s'inicià el procés de la implantació del Pla de Bolonya, moltes universitats han anat dissenyant i oferint serveis tècnics per a la integració de les TIC en la docència, així com la formació específica i a la carta perquè els/les docents puguin adaptar els materials ja existents als nous suports telemàtics.
- **Característiques de la matèria estadística:**
  - Multiplicitat de formats que dificulten la unificació en un únic arxiu.
    - Allò que el/la docent prepara per a la classe és un conjunt de materials en diferents arxius i formats.
    - Per obrir certs materials, cal disposar del programa estadístic específic, en la versió específica i amb els complements necessaris instal·lats, de manera que, en canviar d'ordinador, es pot perdre informació i/o temps, fet que afecta la qualitat de la docència per motius "tècnics".
    - Alguns materials són més fàcils de "digitalitzar" i difondre, com les diapositives i

els documents, mentre que uns altres són més complicats: explicacions, procediments de càlcul utilitzant aplicacions, etc.

- En les sessions pràctiques.
  - Hi ha un alt risc de perdre la visió d'allò que s'està fent (concepte i objectiu de l'exercici) en haver de centrar l'atenció (encara que siga momentàniament) en l'aplicació estadística. Per exemple, l'alumne sap on trobar en el menú del programa l'opció per fer un contrast d'hipòtesis, però no sap què és el que està contrastant i, de vegades, perd de vista la finalitat del contrast.
  - El ritme de les sessions pot ser feixuc, donat que els diferents temps amb els quals els alumnes poden seguir les explicacions (pel seu nivell de base, capacitats, estat d'ànim, etc.). Això fa que alguns alumnes resten ociosos mentre que uns altres se senten aclaparats.
  - Els alumnes poden tenir barreres per accedir als ordinadors amb els programes adequats per practicar amb les aplicacions.
- Incorporació de les innovacions docents: l'estadística, com altres matèries tècniques, obliga a incorporar innovacions tant de continguts com de coneixements amb una certa freqüència, sobretot en cursos avançats i/o aplicats. El ritme d'aparició d'aquests avenços respecte de la seua incorporació a la docència pot ser menys que proporcional.

Recapitulant, les TIC incrementen les possibilitats de la consecució dels objectius que persegueixen les metodologies actives donat que l'alumne es converteix en el responsable del propi aprenentatge, es compromet en el procés de reflexió, participa en activitats que li permeten l'intercanvi d'experiències i opinions, i desenvolupa competències amb autonomia i pensament crític, però com incorporar aquests avantatges en la docència en estadística?

### ***Exemple d'aplicació en docència estadística***

A continuació es descriu l'experiència de reflexió, selecció i implementació d'una eina tecnològica en docència estadística.

Per a l'exemple següent s'ha tingut en compte que es parteix de la base que:

- Tots els alumnes han de tenir les mateixes opcions per tenir accés a Internet i a un

equip informàtic per a ús personal.<sup>35</sup>

- Tenim el material docent en format digital, ja siguen diapositives, documents de text, fulls de càlcul, arxius de dades, etc.
- Utilitzem diverses aplicacions per als càlculs: en concret hem escollit dos programes de llicència oberta<sup>36</sup> de manera que els alumnes no tinguen limitacions a l'hora de descarregar-lo de la pàgina web del programador i utilitzar-lo en els seus ordinadors personals. En concret, utilitzem:
  - La calculadora estadística CaEst 1.5: <<http://www.uv.es/lejarza/caes/index.htm>>.
  - El programa R: <<http://cran.r-project.org/>>.
- Tenim consciència de la diversitat de plataformes en què es pot difondre el contingut docent (MAC, PC, Smartphones, etc.).

Els objectius que ens hem plantejat:

- Relació adequada entre temps/resultat: volem integrar la tecnologia de manera que no haguem de dedicar un temps excessiu respecte dels resultats que esperem obtenir.
- Aprofitar el material previ.
- Facilitat de difusió: quant a la grandària de l'arxiu resultant i el format d'aquest. Volem obtenir un material en un format estàndard i comprimit.
- Flexible: que siga fàcil incorporar canvis i actualitzar-lo.
- Que no depenga de l'equip informàtic.
- Que permeta personalitzar el contingut segons el ritme de cada alumne i les seues necessitats de reforç.
- Aprofitar els avantatges d'ubiquïtat, interactivitat i facilitat d'ús de les noves tecnologies.
- Donar suport a un enfocament cap a les activitats actives i de col·laboració.

Amb aquests requisits es va decidir buscar una eina que permetera crear videotutorials interactius, de manera que serviren de contingut per al disseny d'activitats grupals de col·laboració.

---

<sup>35</sup> En el cas de la Universitat de València, hi ha un servei de préstec d'ordinadors portàtils: <<http://biblioteca.uv.es/valenciano/servicios/portatils/porta.php>>.

<sup>36</sup> R i altres aplicacions estan disponibles com a "Free Software" (programari lliure) sota els termes de la Free Software Foundation's GNU General Public License en forma de codi font: <<http://www.r-project.org/Licenses/>>.

Per a seleccionar l'eina, es va consultar el catàleg de programes<sup>37</sup> disponibles a la Universitat de València, assessorats pel Servei d'Informàtica, per un costat i pel Servei de Formació Permanent i Innovació Educativa, per un altre, tots dos de la Universitat de València.

Es va escollir l'eina Camtasia Studio®.<sup>38</sup> És una aplicació que funciona sota llicència i permet crear vídeos en format estàndard, utilitzant materials existents de diferents formats, afegint locucions i qüestionaris, dels quals es pot extraure el resultat (després d'haver sigut contestat pels alumnes) per a tenir un seguiment i una avaluació utilitzant Moodle<sup>39</sup> o Aula Virtual.<sup>40</sup> Allò especialment important per a la docència en estadística és que permet gravar el que es veu en la pantalla de l'ordinador i l'explicació en forma de locució, característica idònia per a capturar seqüències d'instruccions per a manejar les aplicacions, cosa que permet l'alumne parar la reproducció, tornar arrere, etc. Així, es va escollir una aplicació que permetera integrar els continguts de les sessions teoricopràctiques de la docència en un vídeo que permet interacció (contestar qüestionaris, accionar botons, etc.), que es pot difondre de manera senzilla amb independència de la plataforma i que es pot adaptar al ritme d'aprenentatge de cada alumne.

A través del grup d'innovació docent Microinnova<sup>41</sup> del Departament d'Anàlisi Econòmica de la Universitat de València, es va sol·licitar un curs de formació a la carta al Servei de Formació Permanent per aprendre a utilitzar el Camtasia Studio®. El servei va oferir un curs de vuit hores de durada al qual van assistir docents de diverses facultats i departaments de la Universitat de València. Aquestes vuit hores van ser suficients per poder crear un videotutorial ajustat a les pretensions que s'han descrit. El vídeo resultant es pot consultar en el servidor multimèdia de la Universitat de València: <<http://mmedia.uv.es/catalog>>.

<sup>37</sup> Catàleg de programes: <<http://www.uv.es/siuv/cas/zsoftware/zscatalogsoft.html>>.

<sup>38</sup> Web del fabricant de Camtasia Studio®: <<http://www.techsmith.com/camtasia.html>>.

<sup>39</sup> Moodle és un Sistema de Gestió de Cursos de Codi Obert (Open Source Course Management System, CMS), conegut també com Sistema de Gestió de l'Aprenentatge (Learning Management System, LMS) o com Entorn d'Aprenentatge Virtual (Virtual Learning Environment, VLE). És una aplicació web gratuïta que els educadors poden utilitzar per crear llocs d'aprenentatge efectius en línia. Alguns exemples són els creats per la Universitat de Saragossa, la Universitat Politècnica de València, etc. <<https://moodle.org/?lang=es>>.

<sup>40</sup> Aula Virtual és la implantació que ha fet el Servei d'Informàtica de la plataforma de codi obert .LRN en la Universitat de València, que ofereix espais de grup virtuals a professors i alumnes com a suport als grups de docència presencial. Aula Virtual també ofereix als professors d'aquesta universitat la possibilitat de sol·licitar la creació de comunitats d'investigació virtuals associades a projectes d'investigació formats per personal d'aquesta i d'unes altres universitats: <<http://www.uv.es/siuv/cat/serv/aulavirtual/aulavirtual.htm>>.

<sup>41</sup> Microinnova és un grup d'innovació educativa que compta amb el suport institucional i el finançament del Vicerectorat de Cultura, Igualtat i Planificació de la Universitat de València: <<http://microinnova.blogspot.com/es/>>.

Tot i que no és l'objectiu d'aquest article fer una descripció detallada del funcionament del Camtasia Studio®, s'hi ofereix un recull de les consideracions pràctiques que, a nivell general, s'han de tenir en compte en la preparació d'un videotutorial interactiu.

Abans de fer servir Camtasia Studio® o qualsevol aplicació similar:

- Cal fer un petit esquema de les parts que tindrà el nostre tutorial. Es recomana fer el que anomenem una "escaleta":<sup>42</sup> un esquema de la successió de continguts del vídeo que permet ordenar-ne els materials (el que es veu i el que s'escolta). En ella es poden recollir els moments en què hi haurà interacció, ordenar els continguts, etc.

**Taula 2.** Exemple d'*escaleta* per a l'elaboració del videotutorial.

Seqüència	Imatge	So	Material	Drets d'ús
1	Títol	Explicació del contingut del videotutorial.	El faré amb Camtasia (FC)	Propi
2	Vídeo motivació	El so del vídeo	El vídeo del MIT de 2011	Revisar llicència
3	Dispositiva 1: introducció	Explicació	PDF Diapos. classe (DC)	Propi
4	Diapositiva 2: motivació	Explicació	DC	Propi
5	Títol	Introduïm l'exemple que anem a veure utilitzant l'aplicació R	FC	Propi
6	Pantalla: exemple Prof. Cayuela	Comentar el que es va fent	DataSet Script Doc Formulació	Creative Commons
...	...	...		
23	Qüestionari	Explicuem com contestar el qüestionari	Doc. del qüestionari	Propi

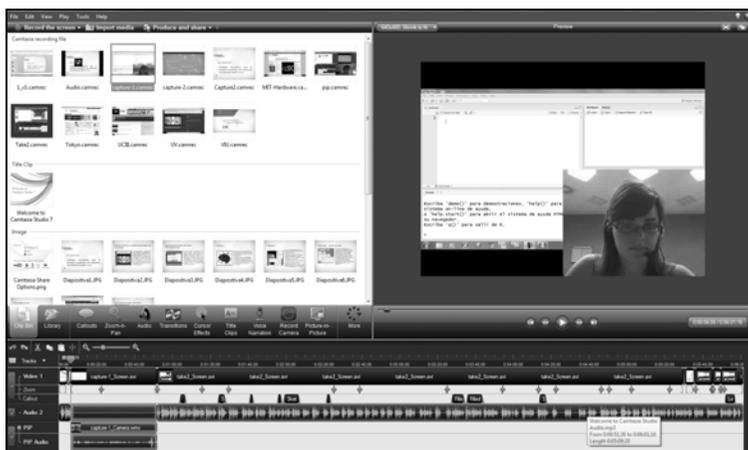
Font: elaboració pròpia.

<sup>42</sup> En les produccions audiovisuals, aquelles que no tenen un guió estricte i tancat (informatius, magazins, etc.), utilitzen el que s'anomena *escaleta*, que és un desenvolupament esquemàtic de guió numerat per seqüències i descrit amb la temporalitat que haja de tenir la imatge.

- Cal recopilar els materials que hi inclourem: diapositives, vídeos, imatges, etc. En una ubicació concreta (recomanable crear una única carpeta). I cal assegurar-se que tenim els drets per a utilitzar tot aquest material.<sup>43</sup>
- Quant al maquinari, cal tenir en compte els requeriments que recomane el programa que s'utilitze, a més de micròfon i auriculars. També és recomanable disposar de càmera web, donat que l'aplicació ens permetrà incorporar la nostra pròpia imatge fent les explicacions, el que confereix una sensació de proximitat a l'alumne. També ens permet gravar-nos fent una explicació en una pissarra o full de paper, el que pot donar-nos flexibilitat i agilitat en l'elaboració del vídeo i crea un efecte tutoria.

Una ullada ràpida a la pantalla del Camtasia Studio® ens permet tenir una idea de la facilitat d'ús que ofereixen aquestes aplicacions. Està distribuïda de la manera següent:

- Tenim els materials disponibles en la pantalla de l'esquerra (Clip Bin).
- Tenim la previsualització del vídeo a la part de la dreta (Preview).
- Tenim la línia de temps (Timeline) a la part inferior, on podem situar de manera ordenada diversos elements de vídeo i d'àudio. Els elements que estiguen en la mateixa vertical en la línia de temps es reproduiran a la vegada.



**Figura 1:** Captura de la pantalla d'edició de CamtasiaStudio®.  
(Font: elaboració pròpia)

En la pantalla de l'esquerra, si cliquem sobre "*import media*", podem seleccionar la nostra carpeta de materials. El Camtasia Studio® ordena els arxius segons el tipus: vídeo, imatge, àudio, de manera que es tenen a disposició per anar-los col·locant en la línia de temps i confeccionar el videotutorial. Per a l'elaboració del vídeo d'exemple, disponible al servidor multimèdia, es van haver d'invertir unes deu hores entre preparació i elaboració. S'ha de tenir en compte que era la primera experiència en preparar aquest tipus de material.

Pel que fa a la utilització del videotutorial una vegada elaborat:

- La difusió:
  - En tenir-lo en el servidor multimèdia de la Universitat de València, tenim un adreça a Internet fixa i perdurable que ens permetrà fer-hi referències des d'altres llocs a Internet, incloent-hi: blocs, pàgines personals, Facebook®, Twitter®, etc.
  - A més, com que Camtasia Studio® genera un vídeo en format estàndard, tenim un arxiu de vídeo que podem penjar a Youtube®, enviar-lo per correu electrònic, gravar-lo en DVD i reproduir-lo en un aparell DVD.
  - La integració de Camtasia Studio® amb Moodle i Aula Virtual, ens permet generar fàcilment els arxius per fer accessible el vídeo allà on els alumnes acostumen a trobar les activitats de les assignatures.

Per últim, cal recordar que un dels objectius principals de l'elaboració del tutorial era servir de contingut per a activitats de col·laboració. El que es proposa és aprofitar l'opció de Camtasia Studio® per crear un menú o índex del contingut del vídeo que apareix en el marge esquerre en reproduir-lo. Repartim els apartats entre els membres de l'equip i es fa càrrec del qüestionari de l'apartat. Cadascú envia les seues pròpies respostes, mentre que hi ha un qüestionari conjunt que envien tots i que obliga que revisen tot el tutorial. En l'avaluació de cada alumne es tenen en compte tant els qüestionaris individuals com el global del grup.

<sup>43</sup> Des de fa un temps, s'estan produint canvis importants pel que fa a drets d'autor. Cada vegada és més habitual l'ús de llicències obertes o semiobertes que permeten utilitzar una gran quantitat de contingut i recursos útils per a la docència de l'estadística.

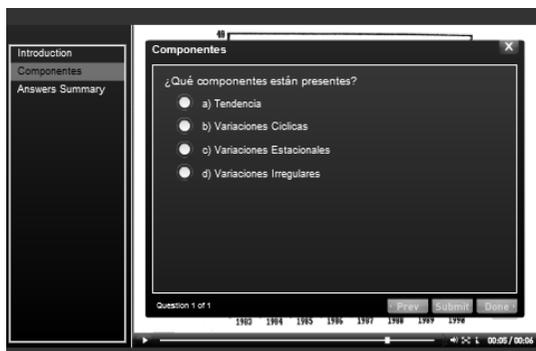


Figura 2: Captura de pantalla d'un vídeo amb menú i qüestionari.  
(Font: R. Martínez, Servidor multimèdia Universitat de València)

## DISCUSSIÓ: EL PAPER DE LES TIC EN LES METODOLOGIES ACTIVES, EL REpte DELS/DE LES DOCENTS

En primer lloc, s'ha de fer constar que aquesta experiència docent és una proposta que no ha estat avaluada quant a l'efectivitat i la valoració que té per part dels alumnes. Caldrà esperar a recollir-ne els resultats per a extraure'n conclusions en aquest sentit. En qualsevol cas, tant com es pot comprovar en el plantejament del projecte com en el procés d'elaboració, s'ha procurat aportar una alternativa integradora d'innovació docent que, és d'esperar, contribuïska positivament en el procés d'aprenentatge.

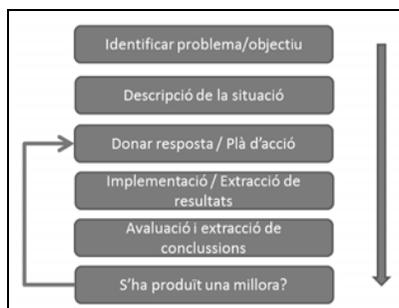


Figura 3: Procés d'investigació sobre la pròpia docència.  
(Font: adaptació d'A. Benito i A. Cruz, 2011)

Es vol fer constar, també, que gran part de l'èxit en el disseny i l'obtenció d'aquest tipus de materials és causat per la quantitat i qualitat de suport que el/la docent rep de la pròpia Universitat a través dels serveis i mitjans tècnics i de formació. En aquest sentit, la seua publicitat, la qualitat de la oferta i l'accessibilitat (horària, opcions de formació en línia i a la carta, etc.) s'han mostrat com a factors rellevants durant l'experiència descrita.

Taula 3: Implantació d'iniciatives de docència virtual (implantades o en desenvolupament): evolució.

	2006	2007	2008	2009	2010
Hi ha una unitat o similar responsable específicament de la docència virtual.	76%	82%	79%	89%	98%
Aquesta unitat està dotada de recursos humans i tècnics específics per a la docència virtual.	72%	82%	77%	87%	91%
Es faciliten tecnologies educatives pròpies de la docència virtual (fòrums, xats, calendaris, etc.) per a donar suport a la docència presencial.	86%	100%	96%	98%	98%
Hi han iniciatives per a visualitzar (total o parcialment) assignatures reglades.	82%	100%	96%	98%	98%
Hi ha iniciatives per a visualitzar (total o parcialment) experts, màsters, etc.	78%	91%	83%	91%	98%
Es disposa d'un pla específic de formació del PDI en tecnologia i metodologies educatives pròpies de la docència virtual.	76%	95%	90%	91%	96%
Es disposa d'un pla específic de formació per als estudiants en tecnologies i metodologies educatives pròpies de la docència virtual.	44%	52%	52%	57%	64%
Es disposa d'un pla de formació específic per al personal de la unitat de tecnologia i metodologies educatives pròpies de la docència virtual.	58%	70%	65%	72%	72%
S'ofereix formació basada en docència virtual a unes altres entitats i empreses.	40%	48%	52%	59%	60%
S'han establert criteris de qualitat per als continguts que s'ofereixen de manera virtual.	42%	61%	63%	65%	66%
Es disposa de capacitat per a produir continguts multimèdia (vídeo, so, etc.).	74%	95%	90%	93%	91%
Es participa en iniciatives per cursos o assignatures en suport virtual amb unes altres universitats	64%	82%	79%	80%	85%
S'ofereixen incentius (econòmics o no) a professors pioners en docència virtual.	50%	57%	58%	70%	68%
Es promou la creació de xarxes de professors per a la creació de continguts virtuals propis en àrees específiques.	42%	55%	56%	63%	62%
Es promou i/o participa en congressos específics de tecnologia i metodologies educatives pròpies de la docència virtual.	64%	80%	81%	87%	83%

Font: UNIVERSITIC 2010: EVOLUCIÓN DE LAS TIC EN EL SISTEMA UNIVERSITARIO ESPAÑOL 2006-2010. CRUE.

Per una altra banda, tant l'elaboració del videotutorial, com la participació en les III Jornades d'Innovació Educativa en Estadística (Universitat de València, juliol de 2012),<sup>44</sup> han posat en relleu la importància del disseny dels incentius a la docència, tant per part de la Universitat com

<sup>44</sup> Web de les III Jornades d'innovació educativa en estadística: <<http://www.uv.es/jidere/>>.

de l'ANECA i l'efecte que té la massificació dels estudiants als grups (presencials, semipresencials i en línia) sobre la capacitat dels/de les docents per integrar innovacions docents, fet que ressalta la relació inversa entre ambdós factors.

En aquest sentit, en el cas de les Universitats Espanyoles, segons l'informe UNIVERSITIC 2010 (CRUE), l'evolució dels serveis, la formació i els incentius a la innovació docent ha sigut positiva. Si observem algun dels indicadors recollits en el seu últim informe en què se n'analitza l'evolució en el període 2006-2010, s'observa que hi ha hagut un augment en els indicadors que avaluen la implantació d'iniciatives de docència virtual (implantades o en desenvolupament). En concret, segons es pot veure en la taula 3, la disponibilitat d'un pla específic de formació pel personal docent i investigador (PDI) ha passat del 76% el 2006 a un 96% l'any 2010, xifres que suposen un augment destacable de 20 punts percentuals. Quant als incentius, en canvi, l'existència de plans per a professors pioners en docència virtual passa del 50% al 68%, un increment bastant més moderat de 12 punts percentuals. Aquestes xifres subratllen la consciència, per part de les universitats espanyoles de la conscienciació de l'existència d'un canvi de paradigma i l'esforç per a adaptar-ne els continguts i els recursos.

Per últim, es voldria insistir en el valor que les noves tecnologies poden afegir a la docència. Ja s'ha comentat el potencial de continguts multimèdia en les metodologies actives, però també es vol cridar l'atenció en el gran potencial que tenen aquests continguts per a adaptar-se a les necessitats específiques d'estudiants amb discapacitat. En aquest sentit, la Unitat d'Integració de les persones amb discapacitat de la Universitat de València publica una guia amb recomanacions que cal tenir en compte a l'hora d'elaborar continguts docents audiovisuals, amb detalls pràctics com afegir subtítols o aplicacions per avaluar l'accessibilitat dels continguts virtuals, que poden ser d'interès per a l'innovador docent.

## AGRAÏMENTS

Volem donar les gràcies al grup d'innovació docent Microinnova del Departament d'Economia Aplicada de la Universitat de València per la seua tasca d'incentivar la innovació docent i obrir-la a tots els membres de la comunitat universitària. També al Servei de Formació Permanent i Innovació Docent i al Servei d'Informàtica de la Universitat de València pels consells i l'ajuda tècnica. A més, cal que agraïm l'ajuda del Servei de Política Lingüística per la seua tasca de revisió i el suport del comitè organitzador de les III Jornades d'Innovació Educativa en Estadística per admetre a publicació aquesta comunicació.

## BIBLIOGRAFIA

- Benito, A. i Cruz, A. (2011): *Nuevas claves para la Docencia Universitaria*. NARCEA, S.A. de Ediciones: Madrid.
- Comeig, I.; Jamarillo-Gutiérrez, A. i Ramírez, F.: "Experimentos interactivos para la Enseñanza de Economía y Finanzas: Una aplicación a la Docencia Estadística", *Experiencias de Innovación Docente en Estadística*, València. Pàgs. 191-199.
- Dochy, F.; Segreers, M. i Dierick, S. (2002); "Nuevas vías de aprendizaje y enseñanza y sus consecuencias: una nueva era de la evaluación", *Boletín de la Red Estatal de Docencia Universitaria*, vol 2, núm. 2.
- Dunderstand, J. (1997): "The future of the university in an age of knowledge", *Journal of Asynchronous Learning Networks*, vol. 1, núm. 2. Sloan Consortium.
- Hall, E. (1974): "The Concerns-Based Adoption Model: A Developmental Conceptualization of the Adoption Process Within Educational Institutions", *Communication Services Division, Research and Development Center for Teacher Education*, Education Annex 3.205. University of Texas: Austin.
- Jiménez, M. (2011): "Aprendizaje cooperativo", *Educainnova Magazine*, núm. 12, pàgs. 48-53.
- Kampylis, P. G.; Bocconi, S. i Punie, Y. (2012): "Towards a Mapping Framework of ICT-enabled Innovation for Learning", *JRC Scientific and policy reports*. Oficina de publicacions de la Unió Europea: Luxemburg.
- Llorens, F. (2012): *Tendencias TIC para el apoyo a la Docencia Universitaria. Cómo afrontar los cambios y la colaboración intercampus*. CRUE TIC, pàg. 8.
- Michavila, F. i Esteve, F. (2011): "La llegada a la universidad: ¿Oportunidad o amenaza?", *CEE Participación Educativa*, núm. 17.
- Ministros europeos (1999). *Declaración de bolonia. Declaración conjunta de los ministros europeos de educación*. Bolonia.
- Morillas, F. G. i Martínez R. (2011): "Trabajos por Proyectos y Estadística", *Experiencias de Innovación Docente en Estadística*, València, pàgs. 93-106.
- Putnam, J. (1997): *Cooperative learning in diverse classrooms*. Upper Saddle River, N. J.: Merrill.
- Redecker, C.; Leis, M.; Leendertse, M.; Punie, Y.; Gijssbers, G.; Kirschner, P.; Stoyanov, S. i Hoogveld, B. (2011): "The Future of Learning: Preparing for Change", *JRC Scientific and policy reports*. Oficina de publicacions de la Unió Europea: Luxemburg.
- Salinas, J. (2004): "Innovación docente y uso de las TIC en la enseñanza universitaria", *Revista de Universidad y Sociedad del Conocimiento*, RUSC, ISSN-e 1698-580X, vol. 1, núm. 1.
- Llorens, F. i Franco, J. (coord.) (2010): "UNIVERSITIC 2010: Evolución de las TIC en el Sistema Universitario Español 2006-2010", CRUE.

UPD (Unitat per a la integració de Persones amb Discapacitat) (2012). *Consells pràctics per a la docència: atenció a les persones amb discapacitat*. La Fundació de la Universitat de València: València.

Zañartu, L. (2002): "Aprendizaje colaborativo: Una nueva formación de dialogo interpersonal y en red", *El Príncipe*. <<http://www.elprincipe.com/academia/telef/notas/index56.shtml>>, consultada el 17 d'octubre de 2004.

## LISTADO DE AUTORES/AS

(Por orden alfabético según apellido. Los datos aparecen tal como los autores los han hecho constar en sus respectivos artículos)

Álvarez	Elisabeth	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Aquino Llinares	Nieves	Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica.	Universidad Pablo de Olavide
Benítez Márquez	María Dolores	Dpto. de Estadística y Econometría	Universidad de Málaga
Cabrer	Bernardí	Dpto. Economía Aplicada	Universitat de València
Calatayud	Pablo	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Escrivà	María	LINEEX-ERICES	Universitat de València
Fedriani Martel	Eugenio M.	Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Hª. Económica	Universidad Pablo de Olavide
Galiana	Laura	Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento	Universitat de València
García	Laura	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
García-Cárceles	Belén	Dpto. De Análisis económico	Universitat de València
García García	Francisco	Instituto de Genómica Computacional	Centro de Investigación Príncipe Felipe
García Pelló	Verónica	Dpto. De Análisis económico	Universitat de València
Gómez	Verónica	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Hontangas	Pedro	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Iries	Jesús		Florida Universitaria
López Tamayo	Jordi	Departamento de Econometría, Estadística y Economía Española	Universidad de Barcelona
Martínez	María Luisa		Florida Universitaria
Martínez Verdú	Rosario	Dpto. de Economía Aplicada	Universitat de València
Mateu	Guillermo		LESSAC - Burgundy School of Business / Universitat de València
Montaner	David	Departamento de Bioinformática / Departamento de Estadística e Investigación Operativa	Centro de Investigación Príncipe Felipe / Universitat de València
Moreno	Elena	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Oliver	Amparo	Departamento de Metodología de las	Universitat de València

		Ciencias del Comportamiento	
Pardos	Estela	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Pastor	José Manuel		Florida Universitaria
Pavía Miralles	José Manuel	Dpto. De Economía Aplicada	Universitat de València
Pérez	Amor	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Porras Sanchez	Manuel Jesús	Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica.	Universidad Pablo de Olavide
Ribelles	Rosario		Florida Universitaria
Rico	Paz	Dpto. Economía Aplicada	Universitat de València
Rodríguez	Ana	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Rodríguez Griñolo	Rosario	Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Historia Económica.	Universidad Pablo de Olavide
Román Lara	María Victoria		Basque Centre for Climate Change
Romano Paguillo	Inmaculada	Departamento de Economía, Métodos Cuantitativos e Hª. Económica	Universidad Pablo de Olavide
Sancerni	María Dolores	Metodología de las CC del Comportamiento	Universitat de València
Sánchez Alberca	Alfredo		Universidad San Pablo CEU
Sancho	Patricia	Departamento de Metodología de las Ciencias del Comportamiento	Universitat de València
Sanmartín Fita	Pilar	Dpto. de Matemática Aplicada y Estadística	Universidad Politécnica de Cartagena
Sarrión Gavilán	María Dolores	Dpto. de Estadística y Econometría	Universidad de Málaga
Serrano	Guadalupe	Dpto. Economía Aplicada	Universitat de València
Veres Ferrer	Ernesto Jesús	Dpto. de Economía Aplicada	Universitat de València
Vivó	Juan María	Departamento de Métodos Cuantitativos para la Economía y la Empresa	Universidad de Murcia
Zacarés	José		Florida Universitaria