

XI JORNADAS DE REDES DE INVESTIGACIÓN EN DOCENCIA UNIVERSITARIA

Retos de futuro en la enseñanza superior:
Docencia e investigación para alcanzar la excelencia académica



ISBN: 978-84-695-8104-9

XI JORNADES DE XARXES D'INVESTIGACIÓ EN DOCÈNCIA UNIVERSITÀRIA

Reptes de futur en l'ensenyament superior:
Docència i investigació per a aconseguir l'excel·lència acadèmica

Coordinadores

María Teresa Tortosa Ybáñez

José Daniel Álvarez Teruel

Neus Pellín Buades

© **Del texto: los autores**

© **De esta edición:**

Universidad de Alicante

Vicerrectorado de Estudios, Formación y Calidad

Instituto de Ciencias de la Educación (ICE)

ISBN: 978-84-695-8104-9

Revisión y maquetación: Neus Pellín Buades

Uso de Sweave para crear exámenes aleatorios

D.S. Gómez, J. Mulero, M.J. Nueda, M.D. Molina, A. Pascual

Departamento de Estadística e Investigación Operativa

Universidad de Alicante

RESUMEN

La adaptación del sistema universitario español al Espacio Europeo de Educación Superior exige la inclusión de nuevos métodos de evaluación continua.

Tradicionalmente, la evaluación continua ha sido asociada con el trabajo diario del estudiante y una recopilación de notas parciales que a día de hoy resulta complicada debido al gran tamaño de los grupos en los que se organizan las clases.

Tras estos primeros años, creemos que la evaluación mediante controles periódicos es la mejor manera de valorar los resultados del proceso de aprendizaje diario. Sin embargo, la realización adecuada exige el diseño de diferentes modelos de examen.

En este trabajo, proponemos un sistema eficiente para confeccionar controles “aleatorios” a través de Sweave, un paquete asociado al software libre R que proporciona datos, gráficos y cálculos estadísticos y muestra los resultados en documentos PDF compilados en Latex. De esta forma, podremos generar tantos controles con diferentes datos como queramos siguiendo una estructura común, así como las correspondientes soluciones para poder corregirlos con facilidad.

Palabras clave: Evaluación continua, controles aleatorios, R, Latex.

1. INTRODUCCIÓN

1.1 Problema/cuestión.

En España, el plan de Bolonia ha implicado un profundo cambio en el sistema universitario. Durante los años posteriores a la firma de la declaración de Bolonia se ha llevado a cabo un profundo debate acerca de las medidas a tomar para desarrollar una adecuada adaptación como se afirma en [7]:

"En la década que culmina en 2020, la educación superior europea contribuirá de manera fundamental a la realización de una Europa del conocimiento que sea altamente creativa e innovadora. Ante el reto de una población que envejece, Europa sólo podrá triunfar en este empeño si aprovecha al máximo el talento y la capacidad de todos sus ciudadanos y se implica plenamente en el aprendizaje a lo largo de la vida además de ampliar la participación en la educación superior."

Este proceso de convergencia del ámbito universitario español al Espacio de Educación Europea Superior (EEES) requiere la integración de nuevas herramientas y estrategias que faciliten el proceso de enseñanza-aprendizaje, así como cambios estructurales, programáticos y procedimentales que garanticen beneficios reales a los estudiantes, al personal, a la economía y a la sociedad más amplia.

Uno de los aspectos principales que se ven afectados de manera importante por este cambio de perspectiva son los métodos de evaluación. Mientras que hasta la entrada en vigor de este proceso, la evaluación del alumno se llevaba a cabo a través de un único examen final que representaba la totalidad de la nota final en la asignatura, bajo este nuevo sistema se incluye una evaluación continua en la que el examen final puede representar como máximo el 50% en la gran mayoría de las universidades.

1.2 Revisión de la literatura.

La asignatura de Estadística en Ciencias Sociales comenzó a impartirse en el curso 2010-2011 en la Universidad de Alicante. El número de alumnos en estos grupos es de alrededor de 90. La

Tabla 1 resume los métodos de evaluación que hemos considerado desde el primer curso impartido. Para más información, ver [8].

El primer año la evaluación continua fue dividida en tres partes: exámenes parciales (30%), participación (10%) y un trabajo en grupo (10%). Después de esta experiencia,

advertimos que el trabajo en grupo no daba los resultados esperados debido a diferentes razones. En primer lugar, no todos los alumnos se implicaban de la misma manera, sin embargo sus notas se veían condicionadas por la nota del trabajo de manera poco representativa. En segundo lugar, los profesores encargados invertían mucho tiempo en orientar, corregir y evaluar dichos trabajos sin conseguirse los resultados esperados por parte de los alumnos. Por estos motivos, a partir del segundo año decidimos eliminar este trabajo y focalizar esfuerzos en la evaluación de la participación otorgando a este apartado el 20% de la nota final. Más aún, realizamos el esfuerzo de incentivar la participación como se describe en [2] y [3]. En particular, preparamos noticias y artículos para leer y comentar, debates, ejercicios, vídeos, etc. Analizando los resultados, se pudo concluir que los alumnos que más y mejor participaban obtenían también las mejores notas en los exámenes parciales y el examen final. Sin embargo, evaluar la participación resultaba una tarea complicada y en ocasiones podía no resultar demasiado justa. Además, preparar y valorar este tipo de actitudes y aptitudes conlleva una carga de trabajo que seguía sin obtener los resultados esperados. Asimismo, los alumnos no terminaban de esforzarse de la misma manera que frente a un examen final al cual dedicaban más esfuerzos y había una mayor tasa de asistencia, mientras que sólo unos pocos participaban de manera regular en estas tareas participativas. Finalmente, el tercer año de la evaluación continua decidimos concentrar los esfuerzos en los exámenes parciales (50%) y un examen final (50%) de manera que nuestra evaluación fuese lo más justa y clara posible, así como no resultase un hándicap para los alumnos que por una razón u otra, falta de tiempo por ejemplo, no pueden aprovechar otro tipo de métodos de evaluación.

TIPO	DESCRIPCIÓN	2010-11	2011-12	2012-13
EVALUACIÓN CONTINUA	Dos exámenes parciales	30%	30%	50%
	Participación: <ul style="list-style-type: none"> - Ejercicios individuales - Participación virtual - Participación presencial 	10%	20%	-
	Trabajo en grupo	10%	-	-
EXAMEN FINAL	Examen final de todo el curso	50%	50%	50%

Tabla 1: Métodos de evaluación.

En cuanto al uso de R y LaTeX, para más información ver [6].

1.3 Propósito.

Como hemos mencionado anteriormente, consideramos que los exámenes parciales constituyen la mejor manera para evaluar la evaluación continua. Estos exámenes deben realizarse en los horarios y aulas de las clases ordinarias y han de ser controlados por un único profesor. Sin embargo, las aulas no tienen la capacidad suficiente para establecer una separación entre los alumnos que garantice mínimamente que no pueden copiarse entre ellos. Así pues, necesitamos un sistema eficiente para diseñar varios modelos de exámenes (exámenes aleatorios).

Diseñar estos exámenes puede realizarse de diferentes maneras. Debido a las características de una asignatura como Estadística que está enfocada en el cálculo de diferentes coeficientes y medidas, proponemos cambiar los datos de cada ejercicio de manera que tanto las cantidades como las interpretaciones varíen de un modelo a otro. Esta opción resulta apropiada puesto que de esta forma centramos la atención en evaluar en todos los mismos conocimientos, los procedimientos y las interpretaciones y además es una manera justa para los estudiantes porque el grado de dificultad es el mismo en todos los casos.

2. DESARROLLO DE LA CUESTIÓN PLANTEADA

Después de tres años de experiencia en el desarrollo de la evaluación continua en las asignaturas de Estadística en Ciencias Sociales, creemos que los controles o exámenes periódicos e individuales son la mejor manera de evaluar los resultados del proceso de aprendizaje.

Las limitaciones en cuanto a espacio y a personal hacen, sin embargo, que la realización de estos ejercicios prácticos planteen una serie de obstáculos que sólo pueden ser salvados mediante la realización de varios modelos de controles a repartir entre los alumnos con el objetivo de evitar que se copien entre ellos.

En Estadística, escribir diferentes modelos de exámenes que se ajusten a los contenidos necesita bastante tiempo ya que cada uno de ellos requiere una gran cantidad de cálculos. El procedimiento que proponemos para elaborar estos modelos está basado en dos

programas de libre distribución, R y LaTeX, a los que los profesores e investigadores de matemáticas estamos habituados.

Las herramientas son las siguientes:



- **LaTeX:** Como podemos leer en la web oficial de este software (ver [9]), “TeX y los programas asociados como LaTeX es un sistema para el procesamiento de textos científicos en documentos. Son bien conocidas sus capacidades para con textos matemáticos y científicos y otro tipo de textos: largos o complicados

documentos, y trabajos en diferentes idiomas.” Este software es totalmente libre y está disponible para muchos de los sistemas operativos. Asimismo, necesitamos un software para leer archivos pdf (por ejemplo, Adobe Acrobat Reader) y un editor de LaTeX,. Hay multiples editores de LaTeX, pero en nuestro caso trabajamos con Winedt.

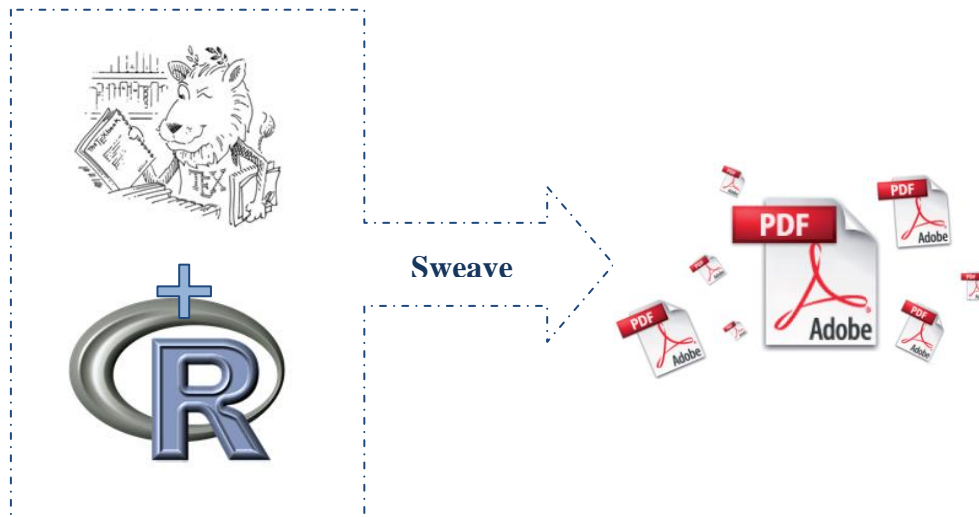
Así pues, las ventajas de LaTeX son:

- Es gratuito.
- Está disponible para diferentes sistemas operativos.
- Los archivos con los que trabaja LaTeX (tipo tex) son ASCII. Por esta razón, es fácil entender cómo se realizan los cambios.
- Es posible utilizar cualquier editor para escribir estos archivos.
- La escritura es más sencilla, sobre todo para textos científicos.
- Los cambios de estilo se realizan de manera más ordenada. Los archivos de estilo pueden reutilizarle. Muchos usuarios de Word no utilizan estilos o plantillas y hay un límite para las posibilidades que ofrecen.
- LaTeX es extensible.



- **R:** “R es un software gratuito para cálculo estadístico y gráficos Es válido para las plataformas UNI, Windows y MacOS”. Podemos descargarlo en [10].

- **Sweave:** Sweave es una función perteneciente al lenguaje de programación estadístico R que permite la integración del código R en documentos de LaTeX. El objetivo es “crear documentos dinámicos que pueden ser actualizados automáticamente si los datos o el análisis cambia son modificados” (para más información, ver [6] y [11]).



Sweave combina LaTeX con R, de esta forma, presenta todas las ventajas anteriores y además hace posible un ahorro de tiempo debido a que:

- No es necesario copiar cálculos, tablas y gráficos a mano en los documentos.
- No es necesario repetir los procesos para crear diferentes modelos de exámenes.

2.1 Diseñando exámenes aleatorios.

El diseño de controles adecuados es una ardua tarea que puede ser simplificada usando este procedimiento por medio de R y LaTeX. Los pasos son los siguientes:

1. **Crear un archivo Rnw con LaTeX.** Creamos un archivo en el editor LaTeX pero de extensión Rnw, escribimos el texto y lo guardamos con extensión Rnw que combina tex con R. El .rnw es, por tanto, un archivo similar a los de tex donde podemos incluir sentencias de R.

Las sentencias de R deben aparecer de la siguiente manera:


```

\documentclass[a4paper]{article}
\begin{document}

<<options>>=
R code
@

<<options>>=
R code
-

```

El código R debe aparecer en un entorno que se abre por medio de `<<options>>` y debe cerrarse con `@`.

Algunas opciones disponibles son (entre paréntesis la opción por defecto):

- `echo`: ¿Imprimir el código en el documento? (True)
- `print`: ¿Imprimir los resultados? (False)
- `fig`: ¿Hay alguna figura para imprimir? (False)
- `pdf`: ¿Es necesario generar los archivos pdf? (True).
- Más información en [7].

2. Compilar con Sweave en R. Para generar un archivo `.tex` se debe ejecutar la siguiente sentencia en R:

```
Sweave("Ejemplo.Rnw")
```

De esta forma, se genera un archivo `tex` con el nombre `Example.tex` donde el código R es sustituido con los datos, figuras y cálculos correspondientes.

Para generar diferentes archivos `tex` donde R incluya datos distintos es suficiente con repetir dicha instrucción tantas veces como modelos de examen necesitemos:

```

Sweave("Ejemplo.Rnw", output="Ejemplo_A.tex")
Sweave("Ejemplo.Rnw", output="Ejemplo_B.tex")

```

...

3. Compilar con pdflatex. Finalmente, abrimos los archivos `tex` con el editor de LaTeX y compilamos con `pdflatex` para generar los documentos pdf.

2.2 Ejemplo.

A continuación, ilustraremos el proceso mediante un ejemplo. Imaginemos que necesitamos diseñar un control, pero disponemos de un aula pequeña donde tenemos que examinar a un grupo grande de estudiantes. En este caso, la opción más adecuada sería confeccionar varios modelos de exámenes que aseguren una evaluación justa.

El proceso a realizar queda reflejado en la Figura 1:

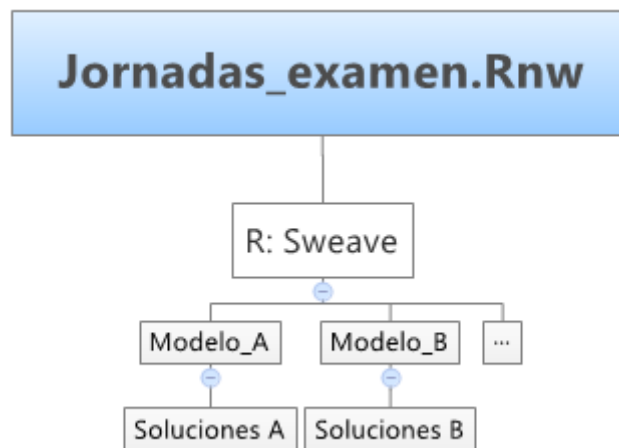


Figura 1. Ejemplo.

El primer paso es crear el código en LaTeX donde incluiremos sentencias de R. En general, es posible incluir cualquier sentencia disponible para R. Por ejemplo, como puede observarse en la Tabla 2, podemos generar muestras aleatorias o incluir gráficos:

<pre><<echo=FALSE>>= B<<-rbinom(20,6,0.4) names(B)<- rep(c(""),length(B)) B @</pre>	<pre><<fig=TRUE,echo=FALSE,width=4 ,height=4>>= plot(X,Y,col=2) @</pre>
--	---

Tabla 2. Sentencias de R.

Usando dicho esquema, escribimos el archivo Rnw:

```
\documentclass[a4paper,11pt]{article}
\usepackage{Sweave}
\usepackage[latin1]{inputenc}
\usepackage[a4paper]{geometry}
  \geometry{hmargin={3cm,3cm},height=21cm}

\title{Examen de Estadística \\\ XI Jornadas de Redes de
Investigación en Docencia Universitaria 2013 \\\ Modelo A}
\date{}}

\begin{document}
\setkeys{Gin}{width=0.6\textwidth}
\maketitle

\begin{enumerate}

\item A partir de los siguientes datos:

<<echo=FALSE>>=
  B<<-rbinom(20,6,0.4)
names(B)<-rep(c(""),length(B))
  B
  @

\begin{enumerate}
  \item Agrupa los datos en una tabla de frecuencias
  adecuada.
  \item Haz una representación gráfica adecuada.
  \item Calcula la media y la varianza.
  \item Calcula la mediana y el recorrido intercuartílico.
  \item Calcula el coeficiente de variación e interprétalo.
  \item Calcula un intervalo de confianza al 95\% para la
  media. \end{enumerate}

\item A partir de los siguientes datos:

<<echo=FALSE>>=
  X<-round(rnorm(10,5,2),0)
b<-round(runif(1,1,5),2)
a<-round(runif(1,0,5),2)
Y<-round(a+b*X+rnorm(10,5,2),0)
```

```

DATA<<-rbind(X,Y)
colnames(DATA)<-rep(c(""),ncol(DATA))
DATA
@

```

```

\begin{enumerate}
\item Dibuja el diagrama de dispersión-
\item Calcula los coeficientes  $a$  y  $b$  del modelo de
regresión:  $Y=a+bX$ 
\item Indica si existe relación lineal entre las dos variables
 $X$  e  $Y$ . Justifica la respuesta.
\end{enumerate}
\end{enumerate}

```

```

\newpage
\vspace*{-2cm}
\begin{center}
\textbf{\large{SOLUCIONES}}
\end{center}

```

```

\textbf{PROBLEMA 1}

```

Como se trata de una variable discreta, no es necesario agrupar por intervalos y el gráfico apropiado es un diagrama de barras.

```

\begin{center}
<<fig=TRUE,echo=FALSE,width=4,height=4>>=
barplot(table(B))
@
\end{center}

```

```

\vspace{-1cm}
\begin{minipage}[t]{0.5\textwidth}
<<echo=FALSE>>=
source("tabla_frec.R")
tabla.frec(B)
@
\end{minipage}

```

```

\begin{minipage}[t]{0.5\textwidth}
<<echo=FALSE>>=
sol1 <- c(mean(B), var(B), median(B), quantile(B,probs=0.75)-
quantile(B,probs=0.25),
sd(B)/mean(B), t.test(B)$conf.int[1], t.test(B)$conf.int[2])
sol1 <- round(sol1, 4)
sol1 <- matrix(sol1,length(sol1),1)

```

```

rownames(sol1) <-c("Media","Varianza","Mediana", "Recorrido
Intercuartílico", "Coeficiente de Variación", "Límite inferior
del I.C. al 95%", "Límite posterior del I.C. al 95%")
colnames(sol1)<-""
sol1
@
\end{minipage}

\vspace{1cm}
\textbf{PROBLEMA 2}

\vspace{-0.5cm}
\begin{minipage}[c]{0.6\textwidth}
<<fig=TRUE,echo=FALSE,width=4,height=4>>=
plot(X,Y,col=2)
@
\end{minipage}

\begin{minipage}[c]{0.3\textwidth}
<<echo=FALSE>>=
sol2 <- c(summary(lm(Y~X,data=as.data.frame(t(DATA))))$coef[,1],summary
(lm(Y~X,data=as.data.frame(t(DATA))))$r.squared)
sol2 <- round(sol2, 4)
sol2 <- matrix(sol2,length(sol2),1)
rownames(sol2) <-c("a","b","R-squared")
colnames(sol2) <- ""
sol2
@
\end{minipage}

\end{document}

```

Abrimos R,cargamos el paquete Sweave, y compilamos el archivo anterior:

```
Sweave("Jornadas_examen.Rnw",output="Modelo_A.tex")
```

En caso de que queramos otro modelo de examen, compilamos:

```
Sweave("Jornadas_examen.Rnw",output="Modelo_B.tex")
```

Cada una de estas instrucciones genera un archive tipo tex Modelo_A.tex y Modelo_B.tex respectivamente, y si compilamos en el editor LaTeX con pdflatex, se obtienen los siguientes pdf's:

Examen de Estadística
 XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia
 Universitaria 2013
 Modelo A

1. A partir de los siguientes datos:

1 3 3 1 3 2 0 1 4 2 2 3 2 1 1 3 4 3 2 4

- (a) Agrupa los datos en una tabla de frecuencias adecuada.
- (b) Haz una representación gráfica adecuada.
- (c) Calcula la media y la varianza.
- (d) Calcula la mediana y el recorrido intercuartílico.
- (e) Calcula el coeficiente de variación e intercuartílico.
- (f) Calcula un intervalo de confianza al 95% para la media.

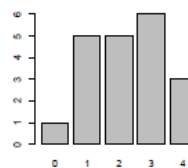
2. A partir de los siguientes datos:

X 2 6 4 5 7 6 8 5 6 4
 Y 11 21 14 18 23 24 24 22 24 15

- (a) Dibuja el diagrama de dispersión.
- (b) Calcula los coeficientes a y b del modelo de regresión: $Y = a + bX$
- (c) Indica si existe relación lineal entre las dos variables X e Y . Justifica la respuesta.

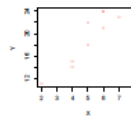
SOLUCIONES

PROBLEMA 1
 Como se trata de una variable discreta, no es necesario agrupar por intervalos y es el gráfico apropiado es una diagrama de barras.



f _i	f _{ri}	F _i	F _{ri}	Media	2.2500
0	1	0.05	1	0.05	1.3563
1	5	0.25	6	0.30	2.0000
2	5	0.25	11	0.55	2.0000
3	5	0.30	17	0.85	0.6174
4	3	0.15	20	1.00	1.7052
					Limite posterior del I.C. al 95% 2.7948

PROBLEMA 2



a	5.1571
b	2.5364
R-squared	0.8136

3. CONCLUSIONES

“Cambiemos nuestra tradicional actitud en la construcción de los programas: En lugar de imaginar que nuestra principal tarea es indicar a un ordenador qué no debe hacer, vamos a concentrarnos más en explicar a los seres humanos lo que queremos que el equipo haga.”
Donald E. Knuth, [5]

Los docentes universitarios se enfrentan al reto de aprovechar los nuevos recursos que aparecen ligados a las tecnologías de la información y la comunicación para beneficiarse en la mayor medida posible de las ventajas que ofrecen.

El objetivo fundamental de este trabajo es proponer un procedimiento para elaborar exámenes aleatorios, que consideramos son el mejor método de evaluación continua, para las asignaturas de Estadística usando LaTeX and R conjuntamente. Esta idea surgió debido a varias razones:

Examen de Estadística
 XI Jornadas de Redes de Investigación en Docencia
 Universitaria 2013
 Modelo B

1. A partir de los siguientes datos:

2 2 2 3 2 3 1 1 0 2 3 4 2 2 4 3 2 1 2 1

(a) Agrupa los datos en una tabla de frecuencias adecuada.
 (b) Haz una representación gráfica adecuada.
 (c) Calcula la media y la varianza.
 (d) Calcula la mediana y el recorrido intercuartílico.
 (e) Calcula el coeficiente de variación e interprétalo.
 (f) Calcula un intervalo de confianza al 95% para la media.

2. A partir de los siguientes datos:

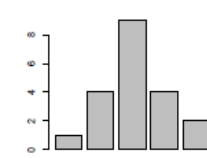
X 5 6 2 7 3 4 6 4 5 5
 Y 27 32 18 36 22 22 31 26 31 26

(a) Dibuja el diagrama de dispersión.
 (b) Calcula los coeficientes a y b del modelo de regresión: $Y = a + bX$
 (c) Indica si existe relación lineal entre las dos variables X e Y. Justifica la respuesta.

1

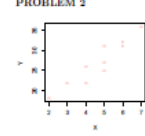
SOLUCIONES

PROBLEMA 1
 Como se trata de una variable discreta, no es necesario agrupar por intervalos y es el gráfico apropiado es una diagrama de barras.



f _i	f _{ri}	F _i	F _{ri}	Media	2.1000
0	1	0.05	1	Varianza	1.0421
1	4	0.20	5	Mediana	2.0000
2	9	0.45	14	Recorrido Intercuartílico	1.2500
3	4	0.20	18	Coefficiente de Variación	0.4661
4	2	0.10	20	Límite inferior del I.C. al 95%	1.6222
				Límite posterior del I.C. al 95%	2.6778

PROBLEMA 2



a	10.6318
b	3.4828
R-squared	0.8897

2

- Elaborar un examen de Estadística

implica numerosos cálculos.

- Cuando tenemos que realizar varios modelos de examen, lo más justo y equitativo es mantener las mismas preguntas con diferentes datos.
- La existencia del paquete Sweave en R permite generar documentos aleatorios combinando LaTeX y R.
- Los profesores universitarios que imparten estas asignaturas están familiarizados con estas herramientas.

Un análisis de la evaluación continua en las asignaturas de Estadística en los primeros tres años de la creación de los nuevos grados permite extraer como conclusión que la evaluación continua ha de ser por medio de controles parciales.

Después de poner en práctica el paquete Sweave, hemos observado que es una buena manera de elaborar diferentes modelos de examen. El diseño de los exámenes con esta herramienta requiere un conocimiento básico de R y de LaTeX.. Sin embargo, el uso de Sweave facilita esta tarea puesto que supone un ahorro de tiempo.

A lo largo del trabajo, queda justificado que en Estadística en Ciencias Sociales es preferible exámenes con las mismas preguntas y diferentes datos que garantizan el mismo nivel de dificultad. Como trabajo futuro nos gustaría profundizar en la posibilidad de elaborar exámenes aleatorios con Sweave no sólo que incluyen diferentes datos, sino también diferentes preguntas.

4. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- [1] Einstein, A. (1916). General Theory of Relativity. *Annalen der Physik* 49(7), pp. 769-822.
- [2] Gómez, D.S.; Molina, M.D.; Mulero, J.; Nueda, M.J. y Pascual, A. (2012) Propuestas para incentivar al alumno en la asignatura de Estadística en Ciencias Sociales. X Jornadas de Investigación Docente 2012, Universidad de Alicante, pp. 2167-2176.
- [3] Gómez, D.S.; Molina, M.D.; Mulero, J.; Nueda, M.J. y Pascual, A. (2012) Uso de herramientas gráficas para la enseñanza de Estadística en Ciencias Sociales. X Jornadas de Investigación Docente 2012, Universidad de Alicante, pp. 689-698.
- [4] Gómez, D.S.; Molina, M.D.; Mulero, J.; Nueda, M.J. y Pascual, A. (2012) Random exams using Sweave. *INTED 2013 Proceedings*, pp. 4759-4766.

- [5] Knuth D.E. (1984). Literate programming. *The Computer Journal* 27, pp. 97-111.
- [6] Leisch, F. (2002). Sweave, Part I: Mixing R and LaTeX: A short introduction to the Sweave file format and corresponding R functions. *R News* 2 (3), pp. 28-31.
- [7] Ministers responsible for Higher Education in the countries participating in the Bologna Process, www.bologna-berlin2003.de/en/main_documents/index.htm, Leuven/Louvain-la-Neuve Communiqué, April 2009.
- [8] Molina, M.D.; Mulero, J.; Nueda, M.J. y Pascual, A. (2011) Aplicación de las nuevas metodologías docentes en la Estadística para las Ciencias Sociales. IX Jornadas de Investigación Docente 2011, Universidad de Alicante, pp. 198-208.
- [9] <http://www.ctan.org/tex/>.
- [10] <http://www.r-project.org/>.
- [11] <http://www.stat.uni-muenchen.de/~leisch/Sweave/>.