

Generación de cuestionarios Moodle con R + exams + Sweave

Miguel Calvo¹, Antonio Miñarro², Esteban Vegas³

mcalvo@ub.edu, aminarro@ub.edu, evegas@ub.edu

Sección Estadística, Facultad de Biología, Universidad de Barcelona

Resumen

El paquete *exams* de R tiene como objetivo la generación automática de cuestionarios. Cada cuestionario se caracteriza por tener variantes –tantas como elija el equipo docente– que comparten un enunciado común pero disponen de diferentes datos. El código fuente se redacta en formato Sweave, es decir, una combinación de instrucciones LaTeX y código R mientras que el formato de salida incluye, entre otros, PDF, HTML y XML. El taller se centra en este último formato que permite de forma relativamente sencilla generar actividades para la plataforma de aprendizaje Moodle. En la sesión se practican los tres pasos necesarios para generar un *quiz*: 1) elaboración del código fuente, 2) obtención del fichero XML, 3) importación a Moodle y configuración del cuestionario. A partir de ejemplos de complejidad creciente se muestra la potencialidad de esta herramienta para implementar actividades on-line en un rango de asignaturas de estadística que abarca desde primer ciclo hasta máster.

Palabras clave: exams, e-learning, Sweave, R, LaTeX, Moodle.

Clasificación AMS: 62-01, 97-01, 97-04, 97U99.

1 Introducción

Los tres ponentes del taller formamos parte del grupo de innovación docente *Statmedia* de la Universitat de Barcelona. En el año 1.999, mucho antes de que la evaluación continuada fuera el sistema de acreditación por defecto en nuestra Universidad, nuestro grupo diseñó unos apuntes multimedia interactivos tratando de ayudar a los estudiantes a mejorar la comprensión de los conceptos en cursos introductorios de estadística. En aquella etapa inicial acompañamos los apuntes con unos problemas complementarios que debían resolverse con la ayuda de applets Java que desarrollamos los miembros del grupo. Al poco tiempo pasamos a prestar mucha más importancia a las tareas realizadas por los alumnos de forma autónoma que a los apuntes. Durante el curso 2002-2003 consolidamos un sistema de actividades on-line en lenguaje Java diseñándolas guiados por dos principios fundamentales: la **individualización** de las actividades –cada estudiante recibe un encargo específico– y la **automatización** de las correcciones. Durante un largo periodo nuestro sistema de actividades nos fue de gran ayuda tanto a profesores como a estudiantes, pero con el paso del tiempo la utilización de los applets Java se convirtió en un problema debido a problemas crecientes de seguridad en los navegadores.

A mediados del curso 2012-13 nos llegó información mediante el boletín de R (¿fue así Toni?) de la creación del paquete *exams* que parecía reunir todas las ventajas de nuestro propio sistema. Además preveíamos que el material elaborado con *exams* tendría más fácil difusión al basarse en tecnología conocida entre el profesorado del área de Estadística, mucho más que la combinación applets + servlets + Java Server Pages que no había trascendido nuestro grupo. Transcurridos tres años nuestra decisión de cambiar de sistema

se ha mostrado plenamente acertada y hemos substituido con éxito todas nuestras actividades. De hecho, sin mucho más esfuerzo, hemos podido implementar actividades en cursos de cuarto curso y de máster al que no alcanzaba nuestro conjunto de applets.

Dominar la creación de material con *exams* requiere de salida reunir dos habilidades técnicas: LaTeX y R. El paquete *exams* ofrece diferentes outputs, por ejemplo, generar archivos PDF o generar páginas HTML, pero en el taller nos hemos centrado en los archivos xml destinados a ser importados por la plataforma de aprendizaje Moodle. En este punto se requiere una tercera habilidad: saber aprovechar el banco de preguntas del campus para generar cuestionarios. Tanto las sesiones del taller como este documento se centran en estos tres aspectos técnicos: en el aula se han utilizado ejemplos de creciente sofisticación, aquí, por razones de extensión, un solo ejemplo.

Tal y como detallan las secciones 3 y 4 de este documento, mediante un único archivo fuente (redactado en formato Sweave) la ejecución de *exams* permite generar **réplicas** de un mismo enunciado: un mismo texto común de la actividad tendrá en cada copia variaciones en los datos de la actividad que decida el diseñador. Con esta característica recuperamos uno los principios fundamentales al que nos referíamos antes: la *individualización*. Este mismo código fuente genera las soluciones que permiten posteriormente a Moodle corregir las diferentes réplicas de los enunciados, recuperando por tanto el segundo principio: la *automatización*.

En las dos sesiones del taller y en este documento no hemos seguido el mismo orden expositivo. En el documento hemos preferido una presentación más formal siguiendo el orden temporal 1) creación del archivo fuente, 2) obtención del archivo de salida y 3) importación y diseño de cuestionarios. En el taller hemos optado por exponer los pasos en orden inverso ya que la dificultad técnica es menor en el punto 3) y mayor en el 1).

2 Las tres fases para generar un cuestionario Moodle mediante *exams*

Los autores del paquete (ver Zeileis, 2014) indican en el manual dos fases relacionadas con la utilización de *exams* en cuanto a diseño del código fuente y su procesamiento con R. Hay que añadir una tercera fase, propia de Moodle, relativa a la importación y confección de los cuestionarios antes de poder ser utilizados por los estudiantes. De forma resumida, estas tres fases son:

- Diseño de un fichero Sweave: contiene el código fuente con las instrucciones LaTeX, R y los tags propios de *exams*. Los autores denominan a este archivo un ***ejercicio***. Tomando el ejemplo 4 del taller, en la sección 3 de este documento Sweave se indican sus principales características.
- Generación de un fichero xml: la llamada al método *exams2moodle* ejecuta el código fuente Sweave y genera un archivo xml que contiene todas las generaciones aleatorias del *ejercicio*. Este archivo xml encapsula el texto con el enunciado del ejercicio, su (s) preguntas(s), imágenes, datos y las respuestas, estas últimas destinadas a la corrección automatizada en Moodle. En la sección 4 de este documento se indican más detalles al respecto.
- Importación en el banco de preguntas: en la sección 5 de este documento se indica cómo importar el archivo xml para que forme parte a todos los efectos del banco de preguntas de un curso Moodle. A continuación en la misma sección se indica brevemente cómo confeccionar un cuestionario mediante el banco de preguntas. Al integrar preguntas Moodle, la temporalización del cuestionario, el número de reintentos (con o sin reemplazamiento) y la forma en que el estudiante recibe retroacción abarca todo el rango de posibilidades que permiten los *Quiz* de Moodle.

En las dos figuras siguientes se esquematizan estos tres pasos.

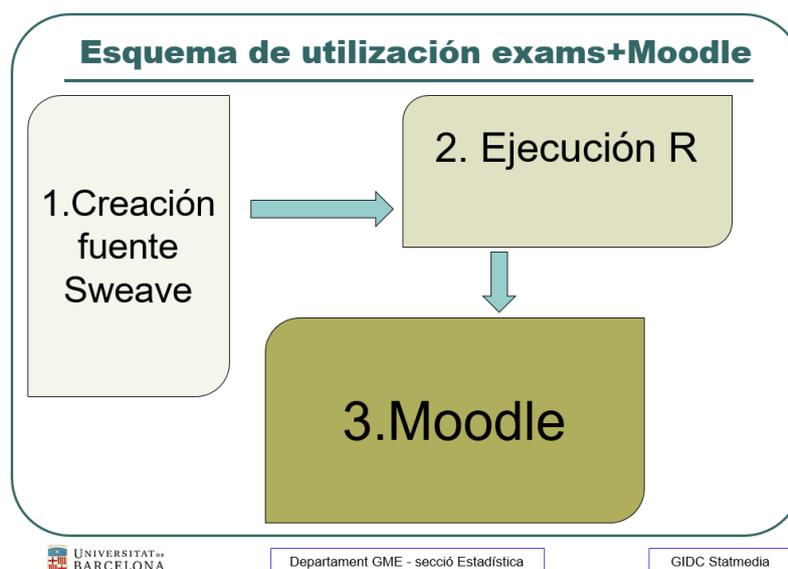


Figura 1: fases principales en *exams+Moodle*

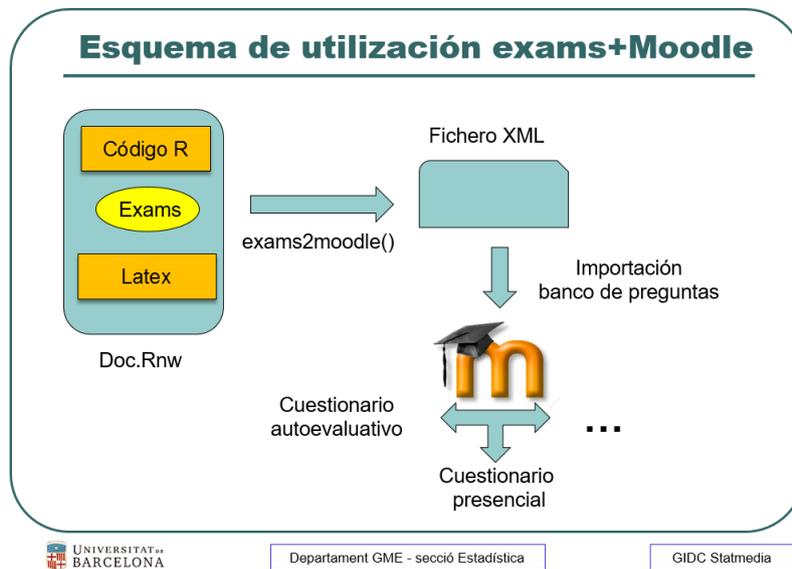


Figura 2: detalles de las fases

El paso 3 corresponde a la gestión estándar del banco de preguntas de cualquier curso Moodle y del posterior diseño y parametrización de los cuestionarios (*quizzes*). Estas operaciones las puede realizar cualquier usuario con privilegios de **profesor-editor** de un curso del campus virtual. Mientras que en la *vignette* de *exams* no se indican ni la mecánica de importación ni la generación y gestión de cuestionarios, nosotros hemos creído en cambio conveniente indicar todos los pasos a seguir para incorporar los ejercicios generados por *exams* en un curso del campus.

3 Ficheros Rnw: principales tags y objetos R

Los **ficheros fuente** en formato Sweave (usualmente con extensión *Rnw*) son la base para utilizar el paquete *exams*. En este apartado se resumen sus principales características siguiendo la descripción del manual de *exams* utilizando uno de los ejemplos vistos en el taller. Pueden consultarse complementariamente los otros ejemplos en la sección 5 del anexo que incluye todas las transparencias utilizadas en la presentación realizada en el taller.

Los **ejercicios** de *exams* son ficheros estándar Sweave (Leisch 2012a,b) complementados con objetos R y tags de LaTeX propios del paquete *exams*. Se puede diferenciar entre:

- *chunks* de código R (incluidos entre `<<>=` y `@`) donde se van a generar datos aleatorios, preparar los cálculos y posiblemente almacenar objetos de R para un uso posterior. Uno de los *chunks* ha de inicializar forzosamente los objetos propios de *exams* (*solutions*, *explanations*, ..., ver más adelante).
- código LaTeX con la descripción de los *environments* *question* y *solution* que define el paquete. Este código puede incluir a su vez otros *chunks* o bien aprovechar los cálculos de la fase previa mediante el código `\Sexpr{}` de Sweave.
- metadatos que definen el tipo de ejercicio (*numeric*, *multiple choice*, ...), y su solución. Estos metadatos se redactan en estilo LaTeX y aparecen como comentarios al final del fichero fuente.

Tomando como referencia el ejemplo 4 del taller se detallan a continuación estas características. En el anexo pueden verse otros casos.

```
\usepackage{graphicx}
\usepackage{color}
\usepackage[UTF-8]{inputenc}
\usepackage[spanish]{babel}

<<echo=FALSE, results=hide>>=
library(jpeg)
library(grid)
library(xtable)

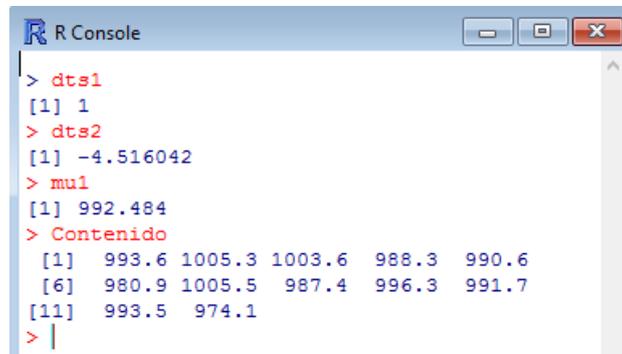
sigDecimals <- 4

## DATA
dts1 <- rbinom(1,1,0.5)
dts2 <- rnorm(1,-6.5,0.8)
mul <- 997 + (dts1*dts2)
Contenido <- round(rnorm(12,mul,6),digits=1)
```

Figura 3: chunk con la generación de datos

En la Figura 3 se presenta la generación de los datos -al inicio del fichero *Rnw*- del ejemplo 4 estudiado en el taller. Después de la descripción de los paquetes LaTeX necesarios para procesar el archivo las instrucciones R del primer *chunk* cargan los paquetes de R necesarios para la ejecución y a continuación generan un vector de 12 posiciones mediante la instrucción *rnorm*. La media de la normal será igual a 997 aproximadamente un 50% de las iteraciones, en el otro 50% de las réplicas será una perturbación de este valor. La media queda perturbada con probabilidad 0.5 mediante la llamada a *rbinom* que se almacena en el objeto *dts1*.

A título ilustrativo se han ejecutado estas sentencias en la consola de R. En la Figura 4 se listan los objetos generados en la primera réplica.



```

R Console
> dts1
[1] 1
> dts2
[1] -4.516042
> mul
[1] 992.484
> Contenido
[1] 993.6 1005.3 1003.6 988.3 990.6
[6] 980.9 1005.5 987.4 996.3 991.7
[11] 993.5 974.1
>

```

Figura 4: objetos R generados

Aunque *Sweave* permite introducir los cálculos en cualquier punto del fichero fuente, nosotros preferimos que en el primer *chunk* se almacene toda la información necesaria en objetos. En la Figura 5 puede verse que el objeto *myT.test* almacena el resultado de la T de Student de una muestra.

En esta misma figura se muestra el código encargado de preparar el archivo *csv* con los datos generados. Este archivo es sumamente importante: queda automáticamente integrado en el output de *exams* mediante una sentencia posterior (Figura 9), después, una vez importado el ejercicio a Moodle, aparecerá un enlace en el cuestionario mediante el cual los estudiantes podrán descargar el archivo con un simple clic. Adicionalmente (Figura 9), o alternativamente, pueden mostrarse todos los datos mediante una tabla generada con el paquete *xtable* de R.

Es muy importante destacar que cada iteración de *exams* va a generar un nuevo conjunto de datos, con un cálculo diferente de *myT.test* y un archivo *csv* diferente. Afortunadamente todas las réplicas (con sus enunciados, datos, respuestas, gráficos) quedan encapsuladas en un único archivo y con un mismo fichero *Rnw* pueden generarse fácilmente desde unas pocas réplicas -en el taller hemos generado sólo 5 diferentes- hasta varias centenas cambiando un único parámetro en el script de ejecución de *exams*. En la siguiente sección se muestran los detalles de generación de múltiples réplicas.

```

myT.test      <- t.test(Contenido,alternative = "two.sided",mu = 1000, paired
= FALSE, conf.level = 0.95)
signiTest    <- ifelse(myT.test$p.value <= 0.05,TRUE,FALSE)

# -----|----- Arxius escriptura
datos1 <- data.frame(1:12,Contenido)
colnames(datos1)[1] <- 'Botella'
tabla1 <- xtable(datos1,align="|l|c|c|",digits=c(0,0,1))
write.csv2(datos1, file = 'P3S2_Contenido.csv', quote = FALSE, row.names =
FALSE)
titrandom    <- c('P3S2_Contenido.csv','none')

```

Figura 5: cálculos y preparación archivo *csv*

Para vincular preguntas y respuestas *exams* requiere unos objetos propios que han de inicializarse en algún *chunk*. Estos objetos son:

- **type**: el tipo de pregunta. Los tipos admitidos son **num** (numérica), **string** (alfanumérica), **schoice** (tipo test, una sola respuesta válida), **mchoice** (tipo test, varias respuestas válidas) o bien **cloze**. Este último tipo permite combinar en una sola pregunta varias sub-preguntas de cualquier tipo. El tipo *cloze* es la clave para poder realizar múltiples preguntas sobre un mismo conjunto de datos.
- **questions**: en preguntas de tipo test permite introducir el texto de las diferentes opciones
- **solutions**: indica al corrector de Moodle el valor de referencia para cada pregunta.
- **explanations**: opcional, permite añadir explicaciones a las correcciones. El estudiante visualiza esta información de acuerdo a los parámetros del cuestionario Moodle, usualmente, una vez entregado el cuestionario de forma definitiva.
- **tol**: la tolerancia que se admite en las respuestas de tipo numérico. A título orientativo, en respuestas de tipo continuo puede ser 0.0001 o menor, en respuestas enteras, string o tipos test se indica 0.

En la Figura 6 se muestra cómo se han inicializado para cumplir los requisitos del ejemplo 4. Un ejercicio *exams* contiene una única pregunta de alguno de los cinco tipos, en el ejemplo se ha implementado una pregunta *cloze* que contiene cuatro sub-preguntas (la lista *questions* contiene cuatro elementos).

La elección del tipo *cloze* es un punto clave: una implementación basada en cuatro preguntas independientes permitiría a Moodle sortear las réplicas de cada pregunta de forma independiente y un mismo alumno recibiría hasta cuatro datasets diferentes. Gracias al tipo *cloze* todas las sub-preguntas están vinculadas a un mismo dataset (en el ejemplo el objeto *Contenido*) sin que Moodle las disgregue al sortear las réplicas.

```
## QUESTION/SOLUTION
questions <- solutions <- explanations <- rep(list(""), 4)
type <- rep(list("schoice"), 4)
tol <- rep(list(0), 4)

questions[[1]] <- ""
solutions[[1]] <- explanations[[1]] <- round(mean(Contenido), sigDecimals)
type[[1]] <- "num"
tol[[1]] <- 10^-sigDecimals

ordenq2 <- sample(1:4)
questions[[2]] <- c("<1000", ">1000", "=1000", "!=1000") [ordenq2]
solutions[[2]] <- c(F, F, F, T) [ordenq2]

questions[[3]] <- ""
solutions[[3]] <- explanations[[3]] <- round(myT.test$statistic, sigDecimals)
type[[3]] <- "num"
tol[[3]] <- 10^-sigDecimals
```

Figura 6: objetos R necesarios para exams

Especificar las preguntas numéricas resulta bastante simple: el elemento que tiene asociado en la lista *questions* queda en blanco, el elemento en la lista *solutions* incorpora la respuesta correcta (en el ejemplo redondeado a 4 decimales) y el elemento de la lista *tol* especifica la precisión deseada. Finalmente, el de la lista *explanations* incorpora opcionalmente la explicación deseada; aquí simplemente de nuevo la solución. En el ejemplo *tstat.Rnw* del paquete *exams* puede verse un ejemplo de explicación bastante más sofisticado con código LaTeX.

Las preguntas de tipo test requieren algo más de código. El elemento asociado a una pregunta *schoice* o *mchoice* en la lista *questions* debe inicializarse con un vector alfanumérico con las opciones que mostrará el desplegable (ver en la **¡Error! No se encuentra el origen de la referencia.** el elemento *questions[[2]]*), el elemento en la lista *solutions* incorpora un vector de constantes binarias (en el ejemplo 4 se permuta aleatoriamente cada réplica), el de la lista *tol* queda a 0.

Al final de la Figura 7 puede verse el código que configura todos estos objetos.

```
ordenq4 <- sample(1:4)
questions[[4]] <- c(
  " debe rechazarse H0 y, por tanto, no admitir que el contenido medio de la
  muestra es un litro",
  " debe aceptarse H0 y, por tanto, admitir que el contenido medio del lote es un
  litro",
  " debe rechazarse H0 y, por tanto, no admitir que el contenido medio del lote es
  un litro",
  " debe rechazarse H0 y, por tanto, admitir que el contenido medio del lote es un
  litro"
)[ordenq4]
solutions[[4]] <- c(F,!signiTest,signiTest,F)[ordenq4]

explanations[c(2,4)] <- lapply(solutions[c(2,4)], function(x) ifelse(x, "True",
"False"))
solutions[c(2,4)] <- lapply(solutions[c(2,4)], mchoice2string)

if(any(explanations[c(1,3)] < 0)) explanations[c(1,3)] <-
lapply(solutions[c(1,3)], function(x) paste("$", x, "$", sep = ""))
```

Figura 7: objetos *solutions* y *explanations*

El environment *question* de LaTeX que define el paquete *exams* permite especificar el enunciado e integrar en él las preguntas. Estas preguntas se visualizarán después en el cuestionario Moodle en forma de cuadros de respuesta o de listas desplegables con las posibles respuestas. En la Figura 8 se muestra el texto del enunciado código LaTeX y cómo insertar una imagen fija desde una carpeta local.

Aunque el ejemplo 4 el gráfico es constante nada impide insertar gráficos generados por cualquier instrucción de R dentro de un *chunk* que sea específico de cada réplica, por ejemplo, un boxplot de los datos.

```

\begin{question}

Una empresa de alimentación basada en productos ecológicos produce un zumo de
manzana 100\% natural. La reglamentación de consumo y los intereses del
fabricante obligan a controlar que en el {\bf\it} conjunto de botellas producidas
en un lote de fabricación} el contenido medio de zumo no pueda ser
\textbf{\emph{diferente}} de 1 L. Para controlar la producción del zumo se
analiza per cada {\bf\it} lote} fabricado una {\bf\it} muestra} de 12 botellas. El
lote se considera a estos efectos la {\bf\it} población de estudio} y consta de un
número muy grande de botellas.\\

\begin{tabular}{lr}

<<echo=F,fig=TRUE,height=2.5,width=0.913>>=
# ample 213 pixels, alt 583 ==> height = 2,5, width = 2,5 * 213 /583
fold <- 'D:/Temp/exams/Taller_SEIO'
filei <- paste(fold,'/Botella.JPG',sep='')
img<-readJPEG(filei,native=TRUE)
par(mai=c(0,0,0,0),pin=c(3,3))
grid.raster(img)
@

```

Figura 8: inicio del enunciado LaTeX e inclusión de una figura

```

\begin{tabular}{lr}
\begin{tabular}{l}
Supongamos que una vez se han escogido las botellas los datos obtenidos en
cm3 son los que figuran en la tabla contigua.\\
\phantom(X) \\
Se pueden recuperar los datos clicando el enlace del siguiente archivo
\texttt{\url{\Sexpr{titrandom[1]}}}. \\
\phantom(X) \\
Alternativamente, se puede marcar y copiar al porta-papeles la tabla del
cuestionario y después importarla con RCommander: \\
\phantom(X) \\
\begin{center}
menú RCmdr: \emph{Datos} -> \emph{Importar Datos} -> \emph{Desde archivo de
texto, portapapeles,...}
\end{center}
\end{tabular}
&
<<echo=FALSE, results=tex>>=
print(tabla1, floating=FALSE, include.rownames=F, hline.after=c(0,1,12))
@
\end{tabular}

```

Figura 9: enlace al fichero csv y presentación en forma de tabla

En la Figura 9 se muestra el código necesario para incorporar de forma oculta el archivo de datos dentro del fichero xml. Como se ha indicado anteriormente, generará un enlace a los datos en la visualización del cuestionario, en el ejemplo 4 es el texto en rojo que aparece en la Figura 10. Esos datos se presentan también en forma de tabla mediante el *chunk* al final de la Figura 9 que lista el objeto *tabla1*. Este objeto se ha generado previamente mediante la instrucción *xtable* en la fase de inicialización del primer *chunk* (Figura 5).

Una empresa de alimentación basada en productos ecológicos produce un zumo de manzana 100% natural. La reglamentación de consumo y los intereses del fabricante obligan a controlar que en el **conjunto de botellas producidas en un lote de fabricación** el contenido medio de zumo no pueda ser **diferente** de 1 L. Para controlar la producción del zumo se analiza per cada **lote** fabricado una **muestra** de 12 botellas. El lote se considera a estos efectos la **población de estudio** y consta de un número muy grande de botellas.



Supongamos que una vez se han escogido las botellas los datos obtenidos en cm³ son los que figuran en la tabla contigua.

Se pueden recuperar los datos clicando el enlace del siguiente archivo [P3S2_Contenido.csv](#).

Alternativamente, se puede marcar y copiar al porta-papeles la tabla del cuestionario y después importarla con RCommander:
menú RCdmr: *Datos -> Importar Datos -> Desde archivo de texto, portapapeles,...*

Botella	Contenido
1	990.3
2	990.0
3	1004.4
4	987.3
5	993.4
6	1003.9
7	995.4
8	990.3
9	988.9
10	999.9
11	997.9
12	998.5

Figura 10: vista en Moodle del enlace (rojo), la tabla de datos y la figura

La Figura 11 muestra el código Rnw del ejemplo 4 con los tags propios del environment *question* de *exams*. Con la palabra clave **##ANSWERxx##** se numeran de forma consecutiva las diferentes preguntas. En la Figura 12 se visualiza su aspecto en el cuestionario Moodle.

```

\phantom{X} \\
Completa la estadística descriptiva del contenido de las botellas de la muestra:\\

\begin{tabular}{|lr|}
\hline
1. \colorbox{GreenYellow}{Media aritmética} & ##ANSWER1## \\
Desviación estándar (corregida) & \phantom{X}\phantom{X} & \\
\sexpr{round(sqrt(var(Contenido)),sigDecimals)} & \\
Tamaño muestral & \sexpr{length(Contenido)} \\
\hline
\end{tabular}

\phantom{X} \\
Para decidir si el contenido medio  $(\mu_c)$  del lote completo es un litro  $(1.000\text{ cm}^3)$ , el planteamiento estadístico de las hipótesis que se han de contrastar es:

\phantom{X} \\
\begin{tabular}{|llll}
\phantom{X} & Hipótesis nula: &  $H_0: \mu_c = 1000$  & \\
2. & Hipótesis alternativa & \phantom{X} \phantom{X} \phantom{X} & \\
\colorbox{GreenYellow}{ $H_1: \mu_c$ } & & ##ANSWER2## & \\
\end{tabular}

```

Figura 11: tags LaTeX con algunas preguntas

Completa la estadística descriptiva del contenido de las botellas de la muestra:

1. Media aritmética	<input type="text"/>
Desviación estándar (corregida)	5.8825
Tamaño muestral	12

Para decidir si el contenido medio (μ_c) del lote completo es un litro (1.000cm³), el planteamiento estadístico de las hipótesis que se han de contrastar es:

Hipótesis nula: $H_0: \mu_c$

2. Hipótesis alternativa $H_1: \mu_c$

Asumiendo normalidad para la variable contenido de la botella, completar los valores siguientes:

3. Estadístico de test	<input type="text"/>
Grados de libertad	11
P-valor	0.0136
Tabla 1	

4. A la vista de los resultados anteriores, y con un nivel de significación del 5%, qué conclusiones se establecen ?

Figura 12: vista de las preguntas una vez importadas a Moodle

Finalmente el archivo Rnw (Figura 13) incluye un conjunto de sentencias, en forma de comentarios LaTeX, que conforman los metadatos necesarios para la importación. Podemos destacar principalmente el `\extype` que especifica el tipo de pregunta que se implementa, `\exsolution` que recoge las soluciones, `\extol` con las tolerancias, y una serie de tags que definen el nombre con el que aparecerá en el banco de preguntas una vez se importa la pregunta a Moodle.

```

<<echo=FALSE, results=hide, results=tex>>=
\answerlist(unlist(questions))
@
\end{question}
\begin{solution}
<<echo=FALSE, results=hide, results=tex>>=
@
\end{solution}

%% META-INFORMATION
%% \extype{cloze}
%% \exsolution{\Sexpr{paste(solutions, collapse = "|")}}
%% \exclozetype{\Sexpr{paste(type, collapse = "|")}}
%% \exname{Ejemplo4: simplificado}
%% \exsection{Sección 1}
%% \extitle{Ejemplo4: simplificado}
%% \extol{\Sexpr{paste(tol, collapse = "|")}}
%% \exversion{1.0}
    
```

Figura 13: answerlist, solutions y metadatos

4 Procesado de los archivos Rnw (Generación de los ficheros xml)

En la sección anterior se ha visto que los ejercicios se encuentran en los ficheros fuente en formato **Sweave**. Posteriormente son estos ficheros Rnw los que deben ser procesados para obtener el formato de salida deseado.

En la versión más reciente del “package” *exams* se permite generar salidas en diferentes formatos:

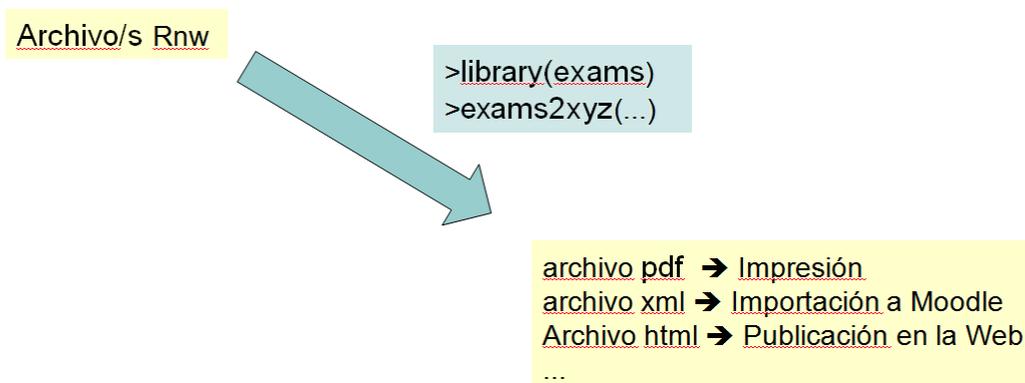
- Pdf
- Html
- Xml para moodle
- OLAT

Para conseguir las diversas salidas en la última versión de *exams* se incluyen diversas funciones denominadas

```
exams2xyz ( )
```

con $xyz \in \{ pdf, html, moodle, qti \}$.

Todas las funciones tienen por objetivo escribir en el directorio deseado los ficheros con las preguntas en el formato elegido.



4.1 Ejemplo 1

Asumiendo que disponemos de un fichero “tstat.Rnw” en nuestro directorio de trabajo y que queremos generar una salida XML para Moodle las instrucciones son las siguientes

```
> library(exams) # Carga del “package”  
> exams2moodle('tstat.Rnw', dir=getwd())
```

El resultado es un fichero llamado “moodlequiz.xml” (es el nombre por defecto pero se puede cambiar el nombre si se desea) que permite su importación directa a Moodle. El argumento `dir=getwd()` especifica el

directorio donde se crean los ficheros de salida y por defecto es el directorio de trabajo, por tanto en este caso podría haber sido suficiente la instrucción

```
> exams2moodle('tstat.Rnw')
```

4.2 [Ejemplo 2](#)

En el ejemplo 2 disponemos de un conjunto de varios ficheros .Rnw cada uno de ellos con una pregunta corta. Hay 5 preguntas sobre probabilidad ('Prob1.Rnw','Prob2.Rnw','Prob3.Rnw','Prob4.Rnw','Prob5.Rnw'), 3 preguntas sobre estadística descriptiva ('EstDesc1.Rnw','EstDesc2.Rnw','EstDesc3.Rnw') y una cuarta pregunta sobre estadística descriptiva ('EstDesc4.Rnw') que a diferencia de las anteriores está aleatorizada en cuanto se generan unos datos de forma aleatoria y se calcula la respuesta correcta a partir de esos datos.

Las funciones de *exams* permiten **combinar** en un solo fichero de salida varias preguntas que se encuentran en varios ficheros .Rnw

Uno de los argumentos más utilizados es el argumento *n* que permite indicar si se generan varias réplicas de las preguntas. Esto último tiene sentido sobre todo si la pregunta incluye generación aleatoria de datos.

Con las siguientes instrucciones vamos a crear 3 archivos xml:

- El primero con las 5 preguntas sobre probabilidad
- El segundo con las 3 preguntas sobre estadística descriptiva con muestra fija
- El tercero contendrá 5 réplicas de la pregunta sobre estadística descriptiva con muestra aleatoria que serán idénticas excepto en que los datos, y por consiguiente la respuesta, serán diferentes en cada réplica.

Hemos de tener en cuenta que al no ofrecer un nombre concreto para cada fichero generado, esta opción la veremos más adelante, cada fichero .Rnw que se genera recibe el nombre por defecto *moodlequiz.xml* y por tanto machaca al fichero anterior si no le hemos cambiado manualmente el nombre.

```
> library(exams)
> exams2moodle(c('Prob1.Rnw','Prob2.Rnw','Prob3.Rnw','Prob4.Rnw','Prob5.Rnw'),n=1)
> exams2moodle(c('EstDesc1.Rnw','EstDesc2.Rnw','EstDesc3.Rnw'),n=1)
> exams2moodle('EstDesc4.Rnw',n=5)
```

La función `exams2moodle()` nos permite hacerlo todo con una sola llamada

```

> library(exams)
> prob<-c('Prob1.Rnw','Prob2.Rnw','Prob3.Rnw','Prob4.Rnw','Prob5.Rnw')
> desc_fijas<-c('EstDesc1.Rnw','EstDesc2.Rnw','EstDesc3.Rnw')
> desc_aleat<-'EstDesc4.Rnw'
> preguntas<-list(prob,desc_fijas,desc_aleat)
> exams2moodle(preguntas,n=1,nsamp=c(5,3,5))

```

Con estas instrucciones se genera un único fichero *moodlequiz.xml* con una copia de cada una de las preguntas del grupo de probabilidad y descriptiva fijas y 5 copias de la pregunta 'EstDesc4.Rnw' con datos aleatorios diferentes. Los diferentes tipos de preguntas se guardan en un objeto tipo **lista** de R y el argumento **nsamp** actúa sobre los diferentes componentes de la lista. En este caso el argumento n toma el valor 1 ya que sólo queremos un archivo que combine todas las preguntas.

El argumento **nsamp** efectúa un muestro sin reemplazamiento, si es posible, entre los elementos de la lista. Si el valor de **nsamp** coincide con el número de elementos se selecciona una copia de cada uno, si **nsamp** es superior el muestreo es con reemplazamiento.

4.3 [Algunas opciones útiles](#)

Son muchas las opciones que las funciones `exams2xyz()` permiten modificar. Comentaremos en esta sección algunas de las más útiles.

- **name:** permite cambiar el nombre del archivo de salida, recordemos que por defecto es *moodlequiz.xml*. Definir el argumento

```
name='filename'
```

provocaría que el archivo de salida se llamara *filename.xml*.

- **dir:** permite cambiar el directorio donde se crean los archivos resultado, por defecto es el directorio de trabajo de R, pero si definimos

```
dir='namedir'
```

los archivos resultado se guardan en el directorio *namedir*. Si no existe el directorio se crea automáticamente.

- **schoice/mchoice/num/string/cloze = list():** permite aplicar a las preguntas de un tipo concreto algunas opciones específicas en forma de lista de R. Una de las opciones más útiles puede ser añadir a las preguntas **schoice** una opción que implique dejar la respuesta en blanco y consiguientemente no descontar puntos por respuesta errónea. Moodle no permite por defecto dejar la respuesta en blanco una vez seleccionada una de las opciones. En este caso la sintaxis sería la siguiente

```
schoice=list(abstention='Sin contestar')
```

El efecto de la instrucción anterior es crear una nueva opción que con el texto: **Sin contestar**, permite dejar la pregunta en blanco sin penalización.

Veamos un ejemplo de llamada a *exams2moodle()* con diversas opciones modificadas a un tiempo.

```
> exams2moodle(preguntas,n=1,nsamp=c(5,3,5),
# Cambia el nombre del fichero de salida
name='Ejemplo2',
# Selección del directorio de trabajo
dir=getwd(),
# Añade una opción de no contestar sin descontar
puntuación en las preguntas schoice
schoice=list(abstention='Sin contestar')
)
```

En la documentación del paquete *exams* puede encontrarse más información sobre otras opciones que se pueden aplicar dentro del formato de lista a los diferentes tipos de preguntas.

```
make_question_moodle(name = NULL, solution = TRUE,
shuffle = FALSE, penalty = 0, answernumbering = "abc",
usecase = FALSE, cloze_mchoice_display = "MULTICHOICE",
truefalse = c("True", "False"), enumerate = TRUE, abstention = NULL,
eval = list(partial = TRUE, negative = FALSE, rule = "false2"))
```

4.4 [Política de puntuación](#)

- En las preguntas de tipo **num** y tipo **string** las respuestas pueden ser correctas, incorrectas o en blanco. Por defecto en el primer caso se asigna una puntuación del 100% y en caso de ser incorrecta o en blanco un 0%. Opcionalmente puede asignarse un porcentaje negativo a las respuestas incorrectas, manteniendo un 0% para las respuestas en blanco.
- En las preguntas tipo **single/multiple_choice** (**schoice/mchoice**) se puede optar por una puntuación global, con lo que la puntuación se comporta como en los tipos anteriores, o bien puede haber una puntuación parcial (opción por defecto) donde cada elección correcta o incorrecta actúa de forma separada sobre la puntuación. Las opciones que controlan permitir la puntuación parcial y si la puntuación final puede ser negativa o limitada inferiormente a 0 son:
 - **partial (True/False)**: puntuaciones parciales para cada opción
 - **negative (True/False)**: permite puntuaciones negativas

Por otro lado las diferentes estrategias implementadas para descontar puntos por las respuestas erróneas vienen controladas por la opción **rule** i son:

- **rule: estrategia para descontar una respuesta errónea**

1. **false:** 1/nwrong
2. **false2:** 1/max(nwrong, 2)
3. **true:** 1/ncorrect
4. **all:** 1
5. **none:** 0

Por ejemplo para modificar una política de puntuación de forma que no descuente por respuestas incorrectas

```
ee<-exams_eval(rule='none')
```

y posteriormente lo aplicamos en la lista de opciones de las preguntas, por ejemplo **choice**.

```
> exams2moodle(preguntas_n=1, nsamp=c(5,3,5),  
  # Cambia el nombre del fichero de salida  
  name='Ejemplo2',  
  # Añade una opción de no contestar sin descontar  
  puntuación  
  schoice=list(abstention='Sin contestar',  
  # Aplica la política de puntuaciones definida en ee  
  eval=ee)
```

4.5 [Ejemplo generación de pdf](#)

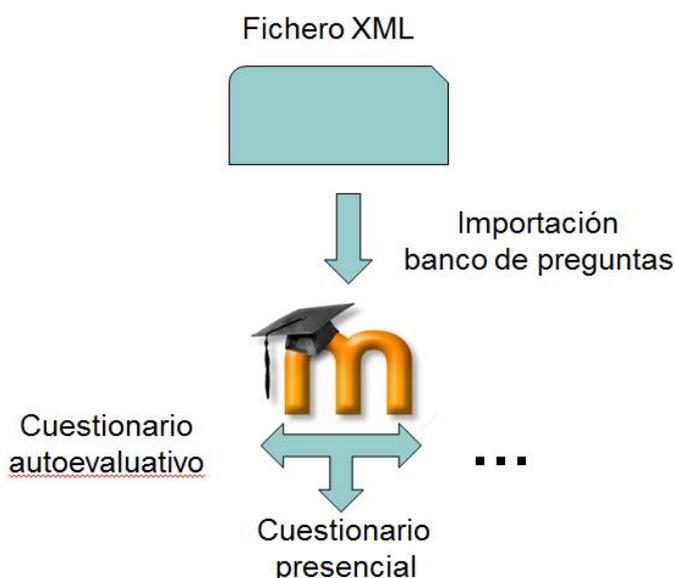
A modo de ejemplo de las posibilidades que ofrece el package *exams* ofrecemos el código que sirve para procesar un fichero Rnw codificado en latin1 (ISO-8859-1) para producir una salida en pdf.

Como novedades se ofrece la posibilidad de utilizar unas plantillas predefinidas para el enunciado y para las soluciones y personalizar diferentes versiones del examen con un código generado automáticamente.

```
> library(exams)
> getID <- function(i) paste("Codigo", gsub(" ", "0", format(i, width = 2)), sep = "")
> prob<-c('Prob1.Rnw','Prob2.Rnw','Prob3.Rnw','Prob4.Rnw','Prob5.Rnw')
> desc_fijas<-c('EstDesc1.Rnw','EstDesc2.Rnw','EstDesc3.Rnw')
> desc_aleat<-'EstDesc4.Rnw'
> preguntas<-list(prob,desc_fijas,desc_aleat)
> nsamp<-c(3,2,1)
> exams2pdf(preguntas,n=2,nsamp=nsamp,dir=getwd(),edir=getwd(),
  encoding='ISO-8859-1',
  template=c('templates/examenPrueba.tex','templates/solucionPrueba.tex'),
  name=c('Prueba_2016','Solucion_Prueba_2016'),quiet=F,
  header = list(ID = getID, Date = Sys.Date())
)
```

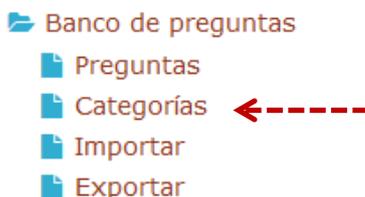
5 Importación a Moodle y confección del cuestionario

Como hemos visto en el apartado anterior, el fichero `rnw` se procesa con la función `exams2moodle()` y produce un fichero `xml`. El siguiente paso es incorporar el fichero `xml` al banco de preguntas de Moodle para que posteriormente, las preguntas añadidas pueden ser usadas para cualquier tipo de cuestionarios. Un esquema de esta sección es:



5.1 Creación de la categoría

Una forma de organizar el banco de preguntas de Moodle es agrupando las preguntas en categorías. Para conocer las categorías existentes o para crear una nueva categoría hay que escoger la opción *Categorías* dentro de *Banco de preguntas*.



Por ejemplo, aquí debajo podemos ver varias categorías existentes

- **Preguntas importadas por los asistentes (0)**
 Contenedor de todas las preguntas importadas. Cada asistente se le asigna un número.
 - × ⚙ ⬆ ⬇
 - **Asistente_1 (5)** × ⚙ ⬅ ⬇
 - **Asistente_2 (0)** × ⚙ ⬅ ⬆ ⬇ ⬇ ⬆
 - **Asistente_3 (0)** × ⚙ ⬅ ⬆ ⬇ ⬇ ⬆
 - **Asistente_4 (0)** × ⚙ ⬅ ⬆ ⬇ ⬇ ⬆

También, se puede crear nuevas categorías

▼ Añadir Categoría

Categoría padre ⓘ

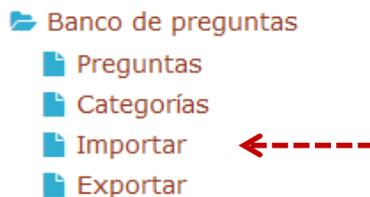
Nombre*

Información sobre la categoría

En este formulario hay campos obligatorios *.

5.2 [Importación del fichero xml](#)

Dentro de Moodle hay que elegir la opción *Importar* dentro de *Banco de preguntas*.



Una vez dentro de la sección de importación hay que escoger 1) el *Formato de Archivo Moodle XML*,

▼ Formato de archivo

- * ⓘ Blackboard V6+
- ⓘ Examview
- ⓘ Formato Aiken
- ⓘ Formato de palabra ausente
- ⓘ Formato GIFT
- ⓘ Formato Moodle XML ←
- ⓘ Formato WebCT
- ⓘ Respuestas incrustadas (Cloze)

2) la categoría donde se añadirán las preguntas. En el ejemplo inferior se ha escogido la categoría *Asistente_2*

▼ General

Categoría a donde importar ⓘ 

 Obtener categoría de archivo Obtener contexto de archivo

Coincidir calificaciones ⓘ

Detenerse si se produce un error ⓘ

Y por último, 3) seleccionar el archivo xml a importar

▼ Importar preguntas de un archivo

Importar* Tamaño máximo para archivos nuevos: 2MB 



Puede arrastrar y soltar archivos aquí para añadirlos



Una vez pulsado el botón de *Importar* se mostrará las preguntas que ha leído en un formato compacto. En el ejemplo inferior son cinco preguntas

Taller de exámenes de estadística con R

Procesando las preguntas del archivo importado.

Importando 5 preguntas desde archivo

1. A machine fills milk into 1000ml packages. It is suspected that the machine is not working correctly and that the amount of milk filled differs from the setpoint $\mu_0 = 1000$. A sample of 169 packages filled by the machine are collected. The sample mean \bar{y} is equal to 931.3 and the sample variance s_{n-1}^2 is equal to 2992.08. Test the hypothesis that the amount filled corresponds on average to the setpoint. What is the absolute value of the t test statistic?

2. A machine fills milk into 250ml packages. It is suspected that the machine is not working correctly and that the amount of milk filled differs from the setpoint $\mu_0 = 250$. A sample of 154 packages filled by the machine are collected. The sample mean \bar{y} is equal to 239.7 and the sample variance s_{n-1}^2 is equal to 198.98. Test the hypothesis that the amount filled corresponds on average to the setpoint. What is the absolute value of the t test statistic?

3. A machine fills milk into 200ml packages. It is suspected that the machine is not working correctly and that the amount of milk filled differs from the setpoint $\mu_0 = 200$. A sample of 120 packages filled by the machine are collected. The sample mean \bar{y} is equal to 196 and the sample variance s_{n-1}^2 is equal to 62.02. Test the hypothesis that the amount filled corresponds on average to the setpoint. What is the absolute value of the t test statistic?

4. A machine fills milk into 500ml packages. It is suspected that the machine is not working correctly and that the amount of milk filled differs from the setpoint $\mu_0 = 500$. A sample of 146 packages filled by the machine are collected. The sample mean \bar{y} is equal to 495.6 and the sample variance s_{n-1}^2 is equal to 193.58. Test the hypothesis that the amount filled corresponds on average to the setpoint. What is the absolute value of the t test statistic?

5. A machine fills milk into 250ml packages. It is suspected that the machine is not working correctly and that the amount of milk filled differs from the setpoint $\mu_0 = 250$. A sample of 152 packages filled by the machine are collected. The sample mean \bar{y} is equal to 267.3 and the sample variance s_{n-1}^2 is equal to 57.61. Test the hypothesis that the amount filled corresponds on average to the setpoint. What is the absolute value of the t test statistic?



A continuación, pulsar el botón de continuar para acabar de añadir las preguntas al banco de preguntas.

Banco de preguntas

Seleccionar una categoría:

Mostrar el enunciado de la pregunta en la lista de preguntas
 Opciones búsqueda ▼
 Mostrar también preguntas de las sub-categorías
 Mostrar también preguntas antiguas

Pregunta	Creado por	Nombre / Apellido(s) / Fecha	
<input type="checkbox"/> R1 Q1 : tstat	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ESTEBAN VEGAS 27 de mayo de 2016, 19:59	E 2
<input type="checkbox"/> R2 Q1 : tstat	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ESTEBAN VEGAS 27 de mayo de 2016, 19:59	E 2
<input type="checkbox"/> R3 Q1 : tstat	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ESTEBAN VEGAS 27 de mayo de 2016, 19:59	E 2
<input type="checkbox"/> R4 Q1 : tstat	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ESTEBAN VEGAS 27 de mayo de 2016, 19:59	E 2
<input type="checkbox"/> R5 Q1 : tstat	<input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/>	ESTEBAN VEGAS 27 de mayo de 2016, 19:59	E 2

Con seleccionadas:

Para visualizar cómo ha quedado la pregunta pulsar la *lupa* que corresponde a la *Vista previa*.

Vista previa de la pregunta

Pregunta 1

Sin responder aún

Puntúa como 1,00

A machine fills milk into 500ml packages. It is suspected that the machine is not working correctly and that the amount of milk filled differs from the setpoint $\mu_0 = 500$. A sample of 240 packages filled by the machine are collected. The sample mean \bar{y} is equal to 486.2 and the sample variance s_{n-1}^2 is equal to 309.07.

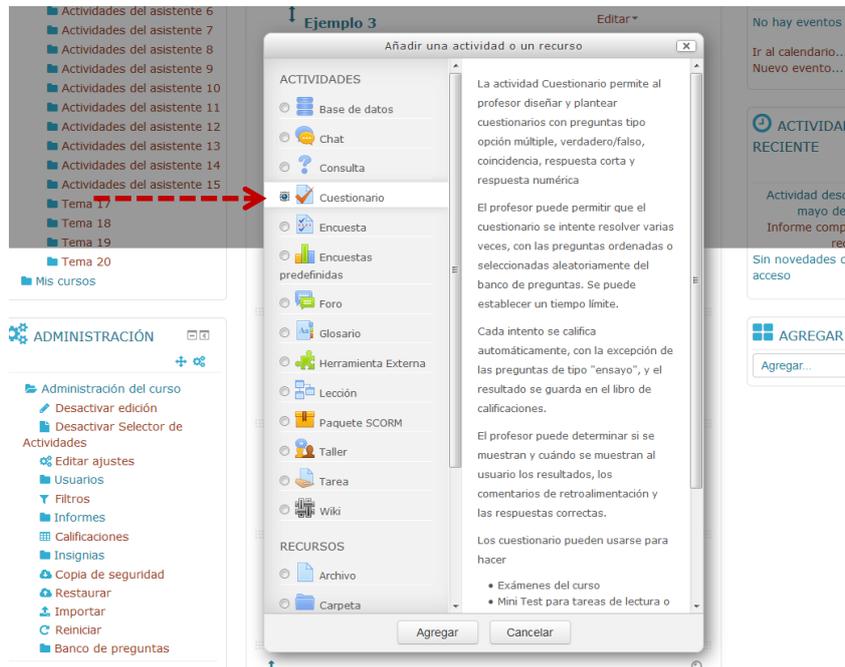
Test the hypothesis that the amount filled corresponds on average to the setpoint. What is the absolute value of the t test statistic?

Respuesta:

5.3 Generar el cuestionario

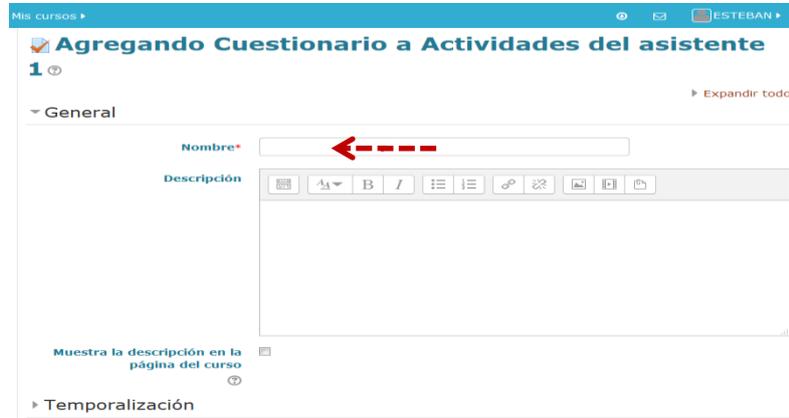
Una vez añadidas las preguntas al banco de preguntas de Moodle, solo queda crear el cuestionario Moodle con las preguntas que se escojan.

Dentro del menú *Añadir una actividad o un recurso* seleccionar *Cuestionario* y pulsar el botón de *Agregar*.



Una vez dentro del Cuestionario hay que rellenar varios apartados (se muestra solo los más habituales):

- Nombre y descripción: Con el nombre del cuestionario es suficiente.



- Temporalización: Principalmente sirve para controlar apertura/cierre del cuestionario.



- Comportamiento de las preguntas: Es interesante cambiar a “Si” la opción *Cada intento se basa en el anterior* cuando se desea que el estudiante reciba los mismos datos en diferentes intentos.

► Esquema

▼ Comportamiento de las preguntas

Ordenar al azar las respuestas

Comportamiento de las preguntas

Allow redo within an attempt*

Cada intento se basa en el anterior*

[Ver menos...](#)

- Revisar opciones: Sirve para seleccionar el comportamiento del cuestionario en diferentes momentos de la resolución del cuestionario.

▼ Revisar opciones

Durante el intento	Inmediatamente después de cada intento	Más tarde, mientras el cuestionario está aún abierto	Después de cerrar el cuestionario
<input checked="" type="checkbox"/> El intento	<input checked="" type="checkbox"/> El intento	<input checked="" type="checkbox"/> El intento	<input checked="" type="checkbox"/> El intento
<input checked="" type="checkbox"/> Si fue correcta	<input checked="" type="checkbox"/> Si fue correcta	<input checked="" type="checkbox"/> Si fue correcta	<input checked="" type="checkbox"/> Si fue correcta
<input checked="" type="checkbox"/> Puntos	<input checked="" type="checkbox"/> Puntos	<input checked="" type="checkbox"/> Puntos	<input checked="" type="checkbox"/> Puntos
<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación específica	<input type="checkbox"/> Retroalimentación específica	<input type="checkbox"/> Retroalimentación específica	<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación específica
<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input type="checkbox"/> Retroalimentación general	<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación general
<input checked="" type="checkbox"/> Respuesta correcta	<input type="checkbox"/> Respuesta correcta	<input type="checkbox"/> Respuesta correcta	<input checked="" type="checkbox"/> Respuesta correcta
<input type="checkbox"/> Retroalimentación global	<input type="checkbox"/> Retroalimentación global	<input type="checkbox"/> Retroalimentación global	<input checked="" type="checkbox"/> Retroalimentación global

► Apariencia

► Restricciones extra sobre los intentos

Una vez completado los apartados hay que editar el cuestionario para añadir las preguntas:

Taller de exámenes de estadística con R

Cuestionario 1

Método de calificación: Calificación más alta

Aún no se han agregado preguntas

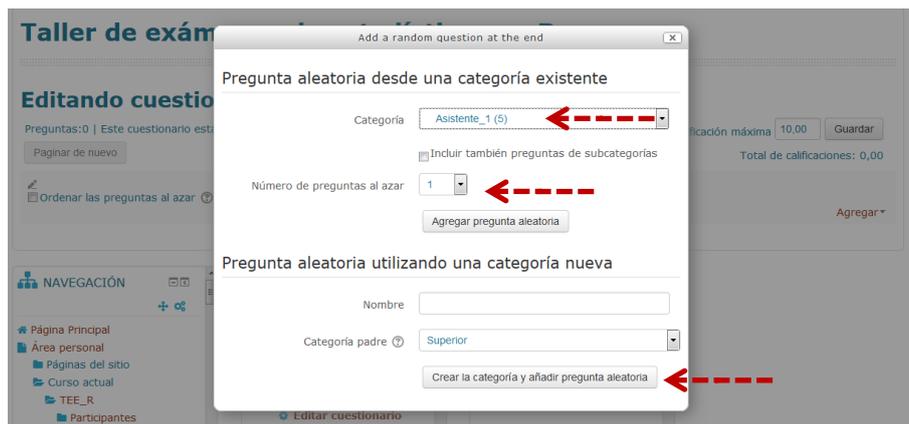
[Editar cuestionario](#)

[Volver al curso](#)

El primer paso es *agregar*:



y después, seleccionar la categoría donde están las preguntas y escoger el número de preguntas al azar.



En este ejemplo se ha añadido una pregunta al azar de las 5 preguntas que hay en la categoría Asistente_1



Para visualizar hay que escoger la *lupa*

Taller de exámenes de estadística con R

Pregunta 1

Sin responder
aún

Puntúa como
1,00

▼ Marcar
pregunta

✎ Editar pregunta

A machine fills milk into 500ml packages. It is suspected that the machine is not working correctly and that the amount of milk filled differs from the setpoint $\mu_0 = 500$. A sample of 146 packages filled by the machine are collected. The sample mean \bar{y} is equal to 495.6 and the sample variance s_{n-1}^2 is equal to 193.58.

Test the hypothesis that the amount filled corresponds on average to the setpoint. What is the absolute value of the t test statistic?

Respuesta:

Siguiente

6 Comentarios finales

La potencia combinada de *exams* más R más Moodle ha permitido a nuestro grupo de innovación docente abarcar un rango de asignaturas que comprende desde cursos introductorios de estadística, impartidos en los primeros ciclos de los grados de ciencias, hasta asignaturas del máster de Estadística e Investigación Operativa UB-UPC. También hemos ensayado actividades diseñadas con *exams* en asignaturas de Matemáticas de primer ciclo.

La flexibilidad de los cuestionarios Moodle deja al profesor libertad para proponer una tipología muy amplia de actividades on-line. En nuestro caso hemos probado con éxito las siguientes combinaciones:

- Autoevaluación: lista de problemas con varios reintentos, calendario abierto.
- Entrega de problemas: un único intento permitido, calendario cerrado.
- Prácticas: casos con varios apartados resueltos en parte presencialmente, calendario mixto.
- Exámenes parciales: en aula de ordenador, calendario cerrado y un intento único

En el curso 2015-16 ochocientos alumnos aproximadamente han realizado actividades implementadas con *exams* en asignaturas impartidas por nuestro departamento. Por citar un ejemplo, en el Grado de Bioquímica en el calificador de Moodle se recogen una docena de indicadores de seguimiento (12 notas) por alumno que en conjunto comprenden del orden de trescientas preguntas corregidas automáticamente. En general, en las asignaturas de primero que impartimos los miembros del grupo Statmedia *exams* es una pieza esencial en la evaluación continuada que ha permitido mejorar los índices académicos de éxito de los alumnos.

Teniendo en cuenta que *exams* es un paquete de R, el respaldo de la colección de packages de CRAN nos permite afirmar que la práctica totalidad de asignaturas de Estadística van a quedar cubiertas a nivel de cálculo por esta propuesta de automatización de cuestionarios. Por otro lado, los equipos docentes de las asignaturas que quieran aprovecharse de las ventajas de *exams* no requieren estar formados exclusivamente por aquellos que conozcan R y Sweave. Si un docente quiere utilizar material creado por otro miembro del equipo y no conoce la sintaxis de R o de Sweave puede seguir los pasos descritos en la sección 5 importando las preguntas al banco y configurando los cuestionarios según las especificidades de su curso.

Si bien nuestro grupo utiliza **R-Commander** en las asignaturas de primer ciclo y una colección de **scripts de R** en segundo ciclo y masters, en realidad si se utiliza R+*exams* para generar los cuestionarios ello no obliga a que los estudiantes deban utilizar R para resolver las actividades propuestas. Tanto en el aula de ordenadores como en su casa pueden utilizar cualquier otro paquete estadístico. Este paquete ha de cumplir el requisito de poder importar ficheros csv o bien poder pegar datos desde el portapapeles. El profesor ha de tener la precaución de cuadrar los resultados de este paquete estadístico alternativo con las respuestas previstas por *exams*/R ajustando las tolerancias de las correcciones.

Nos gustaría que este taller impartido en la Universidad de la Rioja animara al máximo de profesores y profesoras de Estadística a ensayar sus propios ejercicios y que en un futuro próximo logremos formar un grupo de colaboración a nivel estatal compartiendo experiencias y materiales.

7 Referencias

Leisch F (2012a). **Sweave FAQ**. URL <http://www.stat.uni-muenchen.de/~leisch/Sweave/>

Leisch F (2012b). **Sweave User Manual**. URL <http://www.stat.uni-muenchen.de/~leisch/Sweave/>

Zeileis, A; Umlauf, N; Leisch F (2014); **Flexible Generation of E-Learning Exams in R: Moodle Quizzes, OLAT Assessments, and Beyond**, *Journal of Statistical Software*, 58(1), 1–36. URL <http://www.jstatsoft.org/v58/i01/>