

Una Propuesta para la Realización de Exámenes Aleatorios Utilizando el Programa Mathematica y el Compilador L^AT_EX

Gómez-Déniz, Emilio* (emilio.gomez-deniz@ulpgc.es)
Dávila-Cárdenes, Nancy* (nancy.davila@ulpgc.es)
García-Artiles, María D. (mariadolores.gartiles@ulpgc.es)
*Departamento de Métodos Cuantitativos
Universidad de Las Palmas de Gran Canaria
* Miembros del Instituto Tides*

RESUMEN

Desde la implementación del Espacio Europeo de Educación Superior, el proceso de enseñanza-aprendizaje ha adquirido un carácter más dinámico. Una de las características más destacadas del mismo ha sido la introducción de la evaluación continua que se lleva a cabo de distintas formas según el contexto en que se aplique. En la enseñanza superior este sistema de evaluación se ha incorporado básicamente a través de la realización de pruebas intermedias que suponen la acumulación de notas parciales en la asignatura. La preparación de las pruebas requiere una dura tarea para los profesores, sobre todo en los casos en los que hay un gran número de estudiantes matriculados, ya que habrá que preparar diferentes modelos de examen, con los mismos contenidos y de igual dificultad. En este trabajo se presenta una forma eficiente de elaborar exámenes, con versiones variadas, usando el programa *Mathematica* en combinación con L^AT_EX. Con estas dos herramientas es posible generar documentos PDF conteniendo diversos modelos de exámenes. Con ello

se propone dar apoyo a los profesores que tienen que gestionar grupos con numerosos estudiantes.

Palabras clave: Aleatorio, Compilador \LaTeX , Examen tipo test, Programa *Mathematica*.

Área temática: [A1]

ABSTRACT

This paper presents a competent and useful way to elaborate random exams by using *Mathematica* and L^AT_EX. With these two tools, the authors suggest how to generate, in an easy way, different PDF documents containing different models of exams. The main idea is to provide a support to professors who manage groups of large number of students and that should take different exams along the term, or even when different models of exams want to be provided. We present in this paper, some models of exams produced in the context in which the authors work.

1 INTRODUCCIÓN

Desde la implantación del Espacio Europeo de Educación Superior el proceso de enseñanza-aprendizaje ha adquirido un carácter más dinámico. Uno de los aspectos que más se ha visto influenciado por el proceso de Bolonia ha sido la evaluación y con ello la introducción de la evaluación continua, esto es, la realización de varias pruebas que tienen como objetivo que el estudiante obtenga una serie de notas que se acumulan para determinar la calificación final. El objetivo que se persigue con estas pruebas intermedias, realizadas a lo largo del semestre, es promover el estudio continuado de la materia al objeto de facilitar que los estudiantes superen la asignatura de Matemáticas Empresariales, en la que implementa el procedimiento expuesto en este trabajo y que se imparte en la Facultad de Economía, Empresa y Turismo en la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria durante el primer semestre del primer curso de los Grados de Administración y Dirección de Empresas (Grado en ADE) y Doble Grado con Derecho. Estos grados se encuentran entre los más demandados en la universidad, por lo que el número de estudiantes por grupo es muy elevado. Una de las características que distinguen a los estudiantes que acceden a estos grados es la diversidad de procedencias, desde los distintos

bachilleratos (CCSS, Tecnológico, Humanidades), grados superiores, mayores de 25 y Erasmus, con el inconveniente añadido de que muchos de ellos no han cursado las matemáticas en los últimos cursos. Asimismo, una característica que es común a los estudiantes que acceden por primera vez es que se enfrentan a un ambiente de nuevos compañeros, nuevos profesores, nuevas maneras de aprender, todo ello sumado a la especial dificultad que supone esta asignatura hace que se tenga un número importante de estudiantes de segunda matrícula.

Concretamente en el curso 2015–2016 hay unos 700 estudiantes matriculados en 8 grupos de ADE y un grupo del doble grado, salvo este último que tiene unos 50 estudiantes el resto de los 8 grupos de ADE tienen, aproximadamente, unos 80 estudiantes por grupo. Aunque el sistema de evaluación continua se ha ido modificando a lo largo de los años, actualmente la evaluación continua consiste en dos pruebas que representan el 40% de la calificación total. La primera prueba se realiza a principios de noviembre, transcurridos casi dos meses desde el inicio del curso, tiene carácter teórico y se evalúa el razonamiento y desarrollo en cinco cuestiones o problemas cortos, la segunda prueba, de carácter práctico, tipo test, tiene lugar al final del curso, cuando se han impartido todas las clases prácticas. Existe la posibilidad de que los estudiantes puedan mejorar en el examen final la nota obtenida en la primera de las pruebas de la evaluación continua, no así en la segunda prueba práctica que será eliminatoria, y en caso de aprobarla, la nota se puede conservar por dos años consecutivos.

Debido a las limitaciones de tiempo y espacio las pruebas de evaluación continua se realizan durante el período ordinario de clases, por lo que es necesario preparar una gran cantidad de ejercicios con el fin de evitar, por una parte, que los estudiantes puedan copiar, y por otra, reducir el efecto del flujo de información que se produce entre ellos al ser efectuadas las pruebas a lo largo de todo un día en horas consecutivas. Por otra parte, para ser justos y garantizar que los estudiantes

sean evaluados en las mismas condiciones, todos los ejercicios han de tener el mismo nivel de dificultad, en definitiva, es necesario un arduo trabajo previo que consiste en la preparación de diferentes modelos y versiones de la misma prueba. Por todo ello, se presenta este trabajo en el que se propone una forma eficiente de elaborar múltiples pruebas de examen tipo test utilizando *Mathematica* (Wolfram (1996)) y L^AT_EX (Mora y Borbón (2013)). Con estas dos herramientas se generan, de una manera fácil, diferentes documentos PDF creados por L^AT_EX. Trabajos similares para la elaboración de exámenes de estadística realizados con R pueden consultarse en Grün y Zeileis (2009) y Gómez et al. (2013). También se puede facilitar las soluciones de los distintas pruebas de forma que simplifique la corrección de los exámenes, estas soluciones están disponibles para los profesores, pero también se podría dar a los estudiantes cuando el proceso de examen ha concluido, con lo que podrían autocorregirse y tener una idea de su calificación.

2 METODOLOGÍA

Distinguiremos dos áreas de trabajo: la referida a L^AT_EX y la que se lleva a cabo con *Mathematica*.

2.1 Documentos L^AT_EX

Para alcanzar el objetivo necesitamos generar dos tipos de ficheros en L^AT_EX, se recomienda utilizar el editor WinEdt, que es un potente editor de Windows con una gran predisposición para crear documentos de L^AT_EX. Este editor está disponible en la página web <http://www.winedt.com/>. También es posible utilizar cualquier otro editor, pero la principal ventaja de WinEdt es que permite tratar diferentes líneas como una línea única.

- i) El primer tipo de ficheros TEX incluye las preguntas que van a ser parte del

examen. Esto es, contiene el banco de preguntas que permiten crear un repositorio de cuestiones. Los modelos de examen propuesto serán de respuesta múltiple con tres opciones de las cuales sólo una es correcta. Aunque el ejemplo que se propone es para exámenes tipo test se puede adaptar a cualquier otro formato de examen (preguntas cortas, de desarrollo, etc.). Los resultados de algunas investigaciones centradas sobre la percepción de los estudiantes sobre la evaluación indican que ésta influye significativamente en sus enfoques para el estudio y el aprendizaje. En este sentido, prefieren los exámenes de opción múltiple a las preguntas de desarrollo. En el caso particular de la asignatura en que aquí aplicamos el modelo de examen sugerido hay que hacer notar que las respuestas incorrectas son penalizadas, restando de la puntuación de cada cuestión la mitad de su valor. En nuestro ejemplo se ha trabajado con cinco tópicos que contienen cuestiones básicas sobre Cálculo en una variable como son: dominio de una función, composición de funciones, cálculo de la función inversa, estudio local e integración. Las cuestiones están ordenadas siguiendo el mismo orden que el índice de contenidos de las explicaciones de clase, aunque es posible establecer una secuencia aleatoria ya que hay estudios que demuestran que el orden de las preguntas no afecta en los resultados obtenidos en las pruebas como puede verse en los trabajos realizado por Carlson y Ostrosky (1992) y Caudill y Gropper (1991), entre otros.

El banco de preguntas debe estar organizado en diferentes tópicos. En este caso nos referimos a los cinco ítem sobre funciones de una variable real que se denotan como `t_1.tex`, `t_2.tex`, ..., `t_5.tex`, respectivamente. La Figura 1 muestra un ejemplo de fichero `t_5.tex` sobre el tópico integrales.

La ventaja del uso de WinEdt es que permite separar cada cuestión en una única línea. Este hecho es importante porque a continuación *Mathematica* va a leer cada línea como una entrada en una tabla. Obsérvese que las líneas impares corresponden a la pregunta (la respuesta correcta va etiquetada) y las pares a las

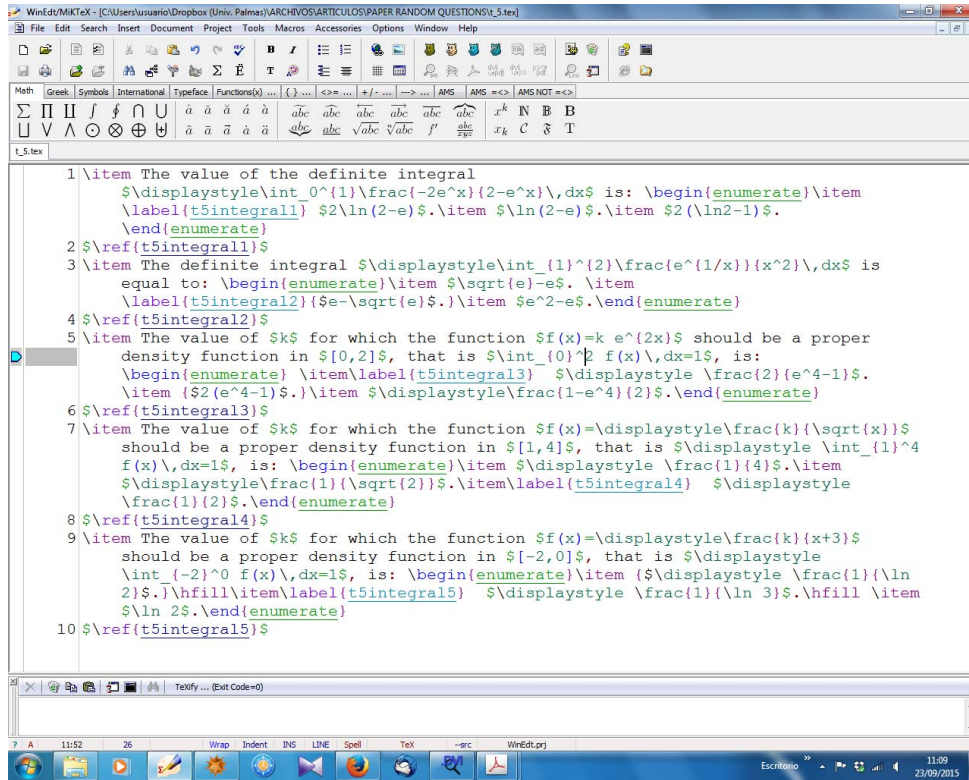


Figura 1: Fichero t_5.tex

respuesta correcta, que fue etiquetada previamente en las opciones de respuestas.

ii) El segundo tipo de ficheros TEX se mencionan como EXAMEN_1.tex, EXAMEN_2.tex, . . . , etc nos permite generar un modelo de examen, EXAMEN_1.tex, en el caso de EXAMEN_2.tex, dos modelos de examen, etc. El cuerpo de estos tipos de ficheros es el mismo y sólo varía en función del número de exámenes a generar. A continuación se proporciona un ejemplo necesario para dar lugar a dos exámenes.

```

\newpage
\begin{titlepage} \noindent {\large \bf \input{subject}}
\hfill {\input{date}}\ \ \input{typeexam}}\ \ {\sc \input{title}}
\hfill{Type \input{type_1}}\ \ \ \ \
{ \sc First name.....}
\hfill{{\sc Surname.....}}\ \
\begin{enumerate} { \input{outexamen_1}} \end{enumerate}
\vspace{0.5cm}

```

```

\noindent {\sf Put in the following table a {\Large $\times$}
in the correct answer.}\ \ \
\Large \input{tableqa}
\end{titlepage}
\newpage
\begin{titlepage} \noindent {\large \bf \input{subject}
\hfill {\input{date}}\ \ \input{typeexam}}\ \ {\sc \input{title}
\hfill{Type \input{type_2}}}\ \ \ \
{ \sc First name.....}
\hfill{{\sc Surname.....}}\ \
\begin{enumerate} { \input{outexamen_2}} \end{enumerate}
\vspace{0.5cm}
\noindent {\sf Put in the following table a {\Large $\times$}
in the correct answer.}\ \ \
\Large \input{tableqa}
\end{titlepage}
\begin{titlepage}
\vspace*{2cm}\noindent \Large
\input{degree} \ \Subject: \input{subject}\ \ \input{typeexam}
\input{date}
\vspace{1cm}
\begin{center}
{\sc Solutions}
\end{center}
\vspace{0.05cm}
\begin{table}[h]
\begin{center}
\begin{tabular}{ccccc}
\input{finaltable}\ \
\end{tabular}
\end{center}
\end{table}
\end{titlepage}

```

Todos los ficheros que aparecen en el comando input serán generados por *Mathematica* y exportados a la carpeta en la que estamos trabajando.

iii) Finalmente, el archivo principal a ser compilado en \LaTeX incluye sólo un preámbulo (como es habitual en todos los documentos \LaTeX) y un cuerpo principal con las entradas habituales y entre ellos una que contiene el o los exámenes mediante

el uso de inputexam, en el que el fichero tex fue generado automáticamente por *Mathematica*.

```
\documentclass[10pt]{article}

\pagestyle{empty}
\def \R {\rm I\kern -2.2pt R\hspace 1pt}
\oddsidemargin=-0.25cm\evensidemargin=-0.25cm
\textwidth=180mm\textheight=270mm
\topmargin=-105pt\headheight=12truept
\headsep=25pt\footskip=17pt
\hoffset=1mm\voffset=4mm

\begin{document}
\input{exam}
\end{document}
```

2.2 Documentos Mathematica

Los profesores deben introducir aquí el número de preguntas de cada examen, el número de exámenes, etc. El ejemplo, aquí es para generar dos exámenes de cinco preguntas.

Código del programa *Mathematica*

```
numberquestions=5; (*Escribe el número de cuestiones*)
numex = 2; (*Número de exámenes a generar*)
date = TextForm["January_15th_2015"];
(*Fecha del examen*)
subject = TextForm["Maths"];
(*Asignatura*)
typeexam =TextForm["First_exercise"];
(*Tipo de examen*)
degree = TextForm["Degree_in_Business_Administration"];
(*Titulación*)
```

La siguiente línea genera una tabla donde los estudiantes deben marcar la respuesta que consideran correcta con una X.

```
tableqa = Grid[Table[{j,a,b,c}, {j,1,numberquestions}],Dividers->All]//Text;
```

*(*Tabla de respuestas*)*

Seguidamente se importa el tipo de fichero necesario en función del número de exámenes a generar.

```
Exam = Import["C:\\Users\\Desktop\\EXAMEN.<>To<>String[numex]<>".tex", "List"];
```

Hecho esto, Mathematica exporta a su correspondiente área de trabajo los ficheros generados al inicio del proceso.

```
Export["C:\\Users\\Desktop\\date.tex",date,"Table"];
Export["C:\\Users\\Desktop\\EXAM.tex",Exam,"Table"];
Export["C:\\Users\\Desktop\\subject.tex",subject,"Table"];
Export["C:\\Users\\Desktop\\typeexam.tex",typeexam,"Table"];
Export["C:\\Users\\Desktop\\degree.tex",degree,"Table"];
Export["C:\\Users\\Desktop\\tableqa.tex",tableqa,"TeXFragment"];
```

A continuación se importa el banco de cuestiones dado en los ficheros t_1.tex, t_2.tex, etc. y se asignan nombres a las diferentes líneas en estos ficheros. Recordemos que las líneas impares en estos ficheros corresponden a las cuestiones con tres posibles respuestas y las pares a la etiqueta de la respuesta correcta. Estos nombres serán usados más adelante.

```
allqr = Table[Import["C:\\Users\\Desktop\\t_<>To<>String[i]<>".tex",
  "List"], {i,1,numberquestions}];
(*Importación de tópicos, cuestiones y respuestas*)
m = Table[Length[allqr[[j]]], {j,1,numberquestions}];
(*Da la longitud del tópico i*)
allq = Table[allqr[[i]][[2*j-1]], {i,1,numberquestions}, {j,1,m[[i]]/2}];
(*Todas las cuestiones del tópico i*)
allr = Table[{allqr[[i]][[2*j]]}, {i,1,numberquestions}, {j,1,m[[i]]/2}];
(*Respuestas del tópico i*)
```

Por último se muestra la parte principal del código de *Mathematica* y también los principales documentos \LaTeX a ser compilados para dar lugar al fichero pdf. Estos ficheros principales son outexam.tex y finaltable.tex. El primer fichero contiene el examen (preguntas con tres opciones de respuestas), y el segundo, la tabla con las

respuestas correctas que será la que utilice el profesor para una fácil corrección del examen.

```
Do[
  type = j; (*Introducción de la versión del examen. Tipos 1,2,...,numex*)
  tjj = Flatten[Table[RandomChoice[allq[[i]],1], {i,1,numberquestions}]];
(*Elección de una cuestión aleatoria del tópico i y genera una tabla*)
  ptjj =Flatten[Table[Position[allqr[[i]], tjj[[i]], {i,1,numberquestions}]];
(*Posición de la cuestión elegida en la lista t11all y conversión a tabla*)
  outexamen = TableForm[Table[tjj[[i]], {i,1,numberquestions}]] ;
(*Cuestión elegida*)
  outanswers = TableForm[Table[allqr[[i]][[ptjj[[i]]+1]], {i,1,numberquestions}]];
(*Construye la tabla de respuestas*)
  Export["C:\\Users\\Desktop\\type_<j>.tex",type,"Table"];
  Export["C:\\Users\\Desktop\\outexamen_<j>.tex",outexamen,"Table"];
  Export["C:\\Users\\Desktop\\outanswer_<j>.tex",outanswers,"Table"],
  {j, 1, numex}];
importresponses = Table[Import["C:\\Users\\Desktop\\outanswer_<
ToString[i]>.tex","List"], {i,1,numex}];
finaltable = TableForm[Table[Insert[Insert[Insert[Insert[
Riffle[importresponses[[s]], "&","\\\\" , -1],"Type",1], "&" ,2], s,2], {s,1,numex}]];
Export["C:\\Users\\Desktop\\finaltable.tex", finaltable,"Table"];
```

Las seis partes del código de *Mathematica* pueden correr juntas en un único fichero. Como el lector puede ver todos los comandos *Mathematica* usados son simples y estándar. El comando `Import` es necesario para obtener los ficheros apropiados, el comando `Export` para guardar los ficheros generados por *Mathematica* y el comando principal es `Table` junto con `Do`, que utilizan la estándar especificación del lenguaje de iteración de Wolfram. Además de los ficheros mencionados, *Mathematica* genera los ficheros `date.tex`, `subject.tex`, `typeexam.tex`, `degree.tex` y `tableqa.tex` para imprimir en el fichero `EXAMEN.tex` la fecha correspondiente, la asignatura, el tipo de examen, la titulación y la tabla de respuestas en la que los estudiantes deben consignar la respuesta que ellos consideren correcta. *Mathematica* también genera la tabla de las respuestas correctas que han sido convenientemente etiquetadas. Esta tabla final que incluye las respuestas correctas para todos los modelos generados

puede ser entregada a los estudiantes, ni que decir tiene, que una vez que el proceso de examen concluya, de este modo pueden tener una idea de su calificación final en el examen previa a la publicación de los resultados. Un organigrama del proceso se muestra en la Figura 2.

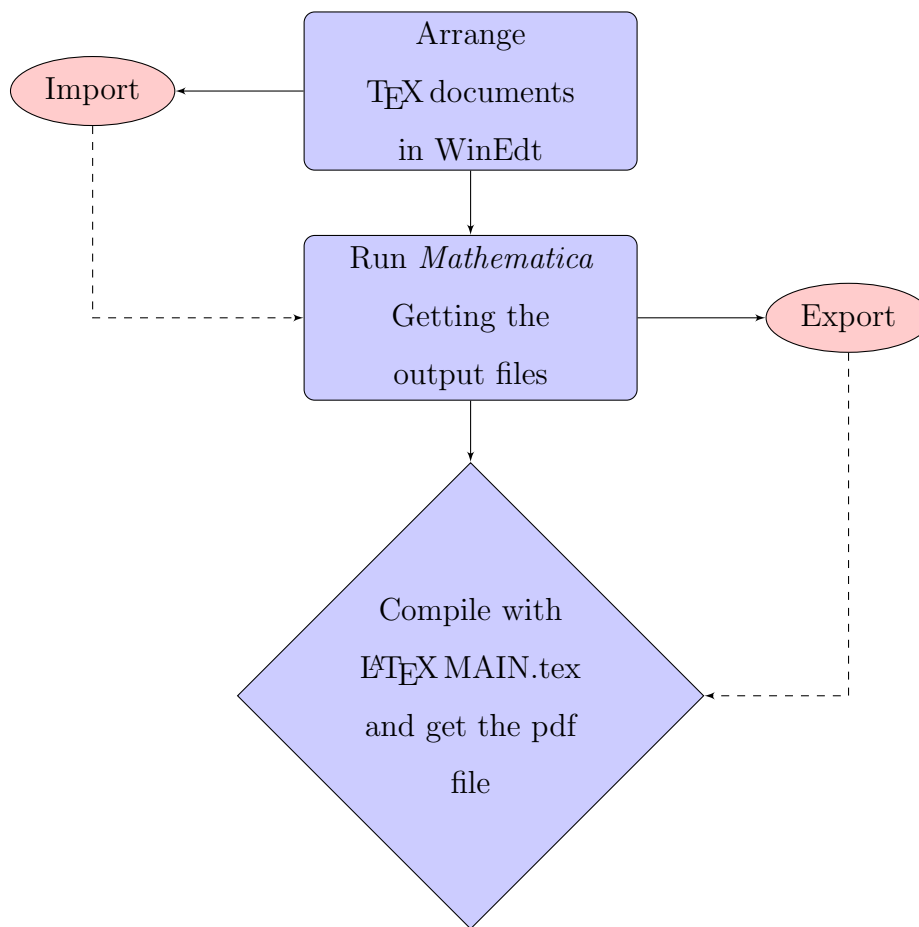


Figura 2: Organigrama del proceso

Un ejemplo del documento pdf generado con dos tipos de exámenes de cinco cuestiones se muestra en las Figuras 3, 4 y 5.

Maths

First exercise

DEGREE IN BUSINESS ADMINISTRATION

January 15th 2015

TYPE 1

FIRST NAME.....

SURNAME.....

1. The domain of the function $f(x) = \frac{e^{\frac{1}{x}} - 1}{\sqrt{x}}$ is:
- (a) $\text{Dom}(f) = (0, 1]$.
 - (b) $\text{Dom}(f) = (0, 1) \cup (1, +\infty)$.
 - (c) $\text{Dom}(f) = (0, +\infty)$.
2. Given the functions $f(x) = \sqrt{x-2}$, $g(x) = x^2 + 1$, then the domain of the function $(f \circ g)(x)$ is:
- (a) $(-\infty, -1] \cup [1, +\infty)$.
 - (b) $(-\infty, -1) \cup (1, +\infty)$.
 - (c) \mathbf{R} .
3. The inverse of the function $y = \frac{x+2}{x-2}$ is given by:
- (a) $x = \frac{2y+2}{1-y}$.
 - (b) $x = \frac{y-1}{2y+2}$.
 - (c) $x = \frac{2y+2}{y-1}$.
4. The function $f(x) = \frac{1+2x}{3x-1}$:
- (a) Is decreasing in its domain.
 - (b) Has a local maximum in $x = 5$.
 - (c) Is increasing in its domain.
5. The value of the definite integral $\int_0^1 \frac{-2e^x}{2-e^x} dx$ is:
- (a) $2\ln(2-e)$.
 - (b) $\ln(2-e)$.
 - (c) $2(\ln 2 - 1)$.

Put in the following table a \times in the correct answer.

1	a	b	c
2	a	b	c
3	a	b	c
4	a	b	c
5	a	b	c

Figura 3: Página 1 del examen final generado por el proceso

Maths
First exercise

DEGREE IN BUSINESS ADMINISTRATION

January 15th 2015

TYPE 2

FIRST NAME.....

SURNAME.....

1. The domain of the function $f(x) = \frac{\sqrt{x}}{x-1}$ is:
- (a) $\text{Dom}(f) = [0, 1) \cup (1, +\infty)$.
 (b) $\text{Dom}(f) = (0, 1) \cup (1, +\infty)$.
 (c) $\text{Dom}(f) = (0, 1) \cup [1, +\infty)$.
2. Given the functions $f(x) = 1 - x^2$ y $g(x) = x + 1$, then $(f \circ g)(x)$ is given by:
- (a) $x(x + 2)$.
 (b) $2 - x^2$.
 (c) $-x(x + 2)$.
3. The inverse of the function $y = \frac{x+2}{x-2}$ is given by:
- (a) $x = \frac{2y+2}{1-y}$.
 (b) $x = \frac{y-1}{2y+2}$.
 (c) $x = \frac{2y+2}{y-1}$.
4. The function $f(x) = (x^2 - 3)e^x$ is:
- (a) Decreasing in en $(-3, 1)$.
 (b) Decreasing in $(-\infty, -3) \cup (1, +\infty)$.
 (c) Increasing in $(-3, +\infty)$.
5. The value of k for which the function $f(x) = \frac{k}{\sqrt{x}}$ should be a proper density function in $[1, 4]$, that is $\int_1^4 f(x) dx = 1$, is:
- (a) $\frac{1}{4}$.
 (b) $\frac{1}{\sqrt{2}}$.
 (c) $\frac{1}{2}$.

Put in the following table a \times in the correct answer.

1	a	b	c
2	a	b	c
3	a	b	c
4	a	b	c
5	a	b	c

Figura 4: Página 2 del examen final generado por el proceso

Degree in Business Administration
Subject: Maths
First exercise January 15th 2015

SOLUTIONS

Type 1 : 1c 2a 3c 4a 5a
Type 2 : 1a 2c 3c 4a 5c

Figura 5: Página 3 del examen final generado por el proceso

3 CONCLUSIONES

En este trabajo se muestra una forma efectiva para elaborar diversos modelos de examen tipo test (aunque también es posible implementarse para modelos de exámenes de desarrollo o de preguntas cortas) utilizando conjuntamente los programas *Mathematica* y *L^AT_EX*. El uso combinado de estas dos herramientas nos permite generar de manera sencilla, un conjunto de diferentes documentos pdf que contiene versiones variadas de un mismo examen. Para el caso de exámenes tipo test, la tabla que contiene las respuestas correctas también es proporcionada a los profesores para facilitar el proceso de corrección. Las preguntas de los exámenes que se han generado están secuenciadas en el mismo orden en que los contenidos son presentados durante las clases, porque así se decidió en el momento de configurar el examen, sin embargo este orden puede ser modificado. Dependiendo del banco de preguntas de que se disponga para cada tópico, la probabilidad de que las respuestas se repitan es menor. En relación a las respuestas, como las correctas han sido previamente etiquetadas, el orden en que se muestran puede ser también barajado, generándose el correspondiente cambio en la tabla completa de soluciones de forma automática. Dicha tabla de soluciones, una vez concluido el proceso del examen, puede ser publicada para que los estudiantes puedan tener de antemano una idea de

la puntuación que obtendrán en el examen. Por último, el propósito de los autores con este trabajo ha sido proporcionar a los usuarios del software *Mathematica* una herramienta sencilla que puede ahorrar tiempo en la preparación de colecciones de variados modelos de examen.

4 REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CARLSON J.L. y OSTROSKY L. (1992). Item Sequence and Student Performance on Multiple-Choice Exams: Further Evidence. “The Journal of Economic Education”, 23, 3, 232–235.
- CAUDILL S.B. y GROPPER D.M. (1991). Test Structure, Human Capital, and Student Performance on Economics Exams. “The Journal of Economic Education”, 22, 4, 303–306.
- GÓMEZ D.S. , MULERO J. , NUEDA M.J. , MOLINA M.D. y PASCUAL A. (2013). “Random Exams using Sweave”. In proceedings of INTED2013 Conference. IATED, 2013. ISBN 978–84–616–2661–8.
- GRÜNN B. y ZEILEIS A. (2009). “Automatic Generation of Exams in R”. Journal of Statistical Software, 29 (10),1–14.
URL.<http://www.jstatsoft.org/v29/i10/>
- MORA F.W. y BORBÓN A. A. (2013). “Edición de Textos Científicos LATEX 2014”. Revista digital Matemática. Educación e Intenet.
- WOLFRAM, S. (1996). “The Mathematica Book, Third Edition”. Cambridge University Press.