

# Generación automática de exámenes tipo test con Mathematica y Moodle

Emilio Gómez-Déniz<sup>a</sup>, Christian González Martel<sup>b</sup>, and Nancy Dávila Cárdenes<sup>b</sup>

<sup>a</sup>Dpto. de Métodos Cuantitativos e Instituto Tides, ULPGC, Campus de Tafira, 35017, Las Palmas de G.C., España

<sup>b</sup>Dpto. de Métodos Cuantitativos, ULPGC, Campus de Tafira, 35017, Las Palmas de G.C., España

<sup>c</sup>Dpto. de Métodos Cuantitativos e Instituto Tides, ULPGC, Campus de Tafira, 35017, Las Palmas de G.C., España

## ABSTRACT

La idea principal que se desarrolla en este trabajo es la viabilidad de preparar múltiples pruebas que pueden ser usadas para la evaluación combinando diferentes herramientas informáticas. En un trabajo previo, se había creado un banco de preguntas que cubrían diferentes tópicos de los contenidos a evaluar haciendo uso del software Mathematica. Con el banco de preguntas y una vez que se decide el número de pruebas a generar, LATEX las crea en formato PDF. Con este trabajo vamos un paso más allá, lo que se hace es preparar un archivo de extensión nb con Mathematica, que genera múltiples preguntas para las pruebas con tres alternativas de respuestas, o las que se decidan, de las cuales sólo una es correcta. A partir de ahí se genera un fichero xml para ser leído directamente por Moodle. En consecuencia, a la vez que se generan los cuestionarios en formato pdf, éstos se van implementando en Moodle. De esta forma, se pueden usar diversos entornos para organizar exámenes, se puede ofrecer material de trabajo adicional y se favorece la preparación de tantas pruebas como se desee, incluso una para cada alumno. Es importante destacar que dichas pruebas tendrán la misma dificultad, por lo que, a la vez, se proporciona un sistema justo de evaluación.

**Keywords:** Examen, L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, Moodle, Test, Wolfram Mathematica.

## 1. INTRODUCCIÓN

La evaluación puede entenderse como el sistema a través del cual los profesores buscan información sobre el logro de los objetivos alcanzados por los estudiantes en un período determinado. La forma de evaluar no es única, diferentes criterios pueden ser utilizados, aunque en la práctica una de las más utilizadas es el examen. Tras el cambio de los planes de estudio en la última reforma del sistema educativo en la Universidad, para adaptarlos al marco del proceso de Bolonia, la evaluación continua se ha incorporado de forma generalizada, lo que ha supuesto la incorporación de numerosas pruebas con el fin de reunir más de una evidencia de la adquisición de competencias por parte de los estudiantes. En esta línea, la preparación de dichas pruebas supone un extraordinario esfuerzo por parte del profesorado implicado en la impartición de las asignaturas.

En el caso de los exámenes, el formato preferido como método de evaluación en muchas asignaturas suele ser el test de respuesta múltiple, debido a que es rápido y objetivamente calificado. Sin embargo, una de las desventajas de este sistema es que aumentan las posibilidades de copia entre los estudiantes. Entre las soluciones para resolver este problema está hacer versiones diferentes del examen como forma de disuadir el efecto de la copia. A la hora de realizar estas versiones una de las formas habituales es presentar los ítems en un orden cronológico no coincidente en el que fueron impartidos los contenidos del examen, o bien, barajar el orden de las respuestas, no obstante, sería cuestionable si la estructura del examen puede tener algún efecto en los resultados entre los estudiantes. Diferentes autores han analizado los efectos en la estructura de los exámenes entre ellos [1](#) y

---

Correspondencia a Nancy Dávila Cárdenes  
E-mail: nancy.davila@ulpgc.es, Teléfono: +34928458226

2 encontrando que el orden de las preguntas en un cuestionario no afecta de forma significativa a la puntuación en un examen.

Otra de las desventajas del sistema anterior es la carga de trabajo adicional que supone para el profesorado la elaboración de las distintas pruebas que han de ser suficientemente diferentes pero al mismo tiempo lo suficientemente homogéneas. El trabajo que aquí se desarrolla se centra en la tarea de la elaboración, por parte del profesorado, del número suficiente de exámenes que deben ser realizados por los estudiantes a lo largo del período de estudios en que se imparte una asignatura. Constituye, además, una continuación de un trabajo previo 3 en el que haciendo uso del programa Mathematica y el compilador  $\text{\LaTeX}$  se generan de forma aleatoria exámenes tipo test.

El contexto en que se sitúa es el de la asignatura de Matemáticas Empresariales del primer curso en la Facultad de Economía Empresa y Turismo. En esta materia figuran matriculados unos 500 estudiantes, que de acuerdo con el proyecto docente de la asignatura deben realizar dos pruebas de evaluación continua durante el semestre, además de un examen final. Con las herramientas desarrolladas el curso pasado fue posible que cada estudiante realizara un examen diferente del que se entregaba a sus compañeros. Se trata de un examen de igual dificultad y mismos contenidos. En este curso además, se ha implementado el programa en la plataforma Moodle, siendo posible que esta evaluación se desarrolle en el campus virtual e incluso generar cuestionarios para los estudiantes que le faciliten el estudio de la asignatura al ofrecerles, a través de la plataforma, como material complementario.

El presente trabajo está organizado de la siguiente manera. La metodología llevada a cabo se explica con cierto detalle en la Sección 2 y las Conclusiones en la Sección 3. Proporcionamos al final de este documento, en la sección denominada Apéndices, los códigos así como una muestra de los ejercicios generados y su presentación en la plataforma Moodle de la Universidad de Las Palmas de Gran Canaria (ULPGC).

## 2. METODOLOGÍA

La generación de los ejercicios tipo test que serán implementados directamente en el entorno educacional Moodle (este entorno también es conocido en el mundo anglosajón como *Learning Content Management System (LCMS)*) se lleva a cabo en tres pasos. En primer lugar se elabora un código en el programa *Mathematica* que genera las cuestiones y que serán grabadas en un fichero en formato "xml". En segundo lugar, este fichero se importa desde la plataforma Moodle de la ULPGC mostrando directamente los ejercicios elaborados. Finalmente, y ya desde la propia plataforma Moodle, se pueden administrar los ejercicios en la forma que resulte más conveniente, eligiendo el número de intentos, la puntuación, etc. Describimos a continuación con cierto detalle estos tres pasos en las siguientes subsecciones.

### 2.1 Generación de los ejercicios tipo test

Esta fase es sin duda la más laboriosa. Se requiere de cierto dominio de los comandos del programa *Mathematica*\* (véase 4 y 5) así como también del dominio para la composición de textos científicos en  $\text{\LaTeX}$  ya que es éste el lenguaje en el que hay que introducir las cuestiones en el entorno Moodle\*\*. Para una detallada descripción de cómo funciona este procesador de textos científicos puede consultarse la obra de 6. Como resulta bien conocido  $\text{\LaTeX}$  es un sistema de composición de textos fundamentalmente científicos orientados a la creación de documentos escritos que requieran de una alta calidad tipográfica, fundamentalmente cuando estos documentos incluyen expresiones matemáticas. Aunque existen actualmente numerosos editores de ecuaciones en  $\text{\LaTeX}$  muchos de ellos gratuitos (TeXaide, WIRIS plugin, WIRIS editor, etc.) nosotros siempre hemos preferido escribir el código fuente directamente utilizando el código  $\text{\TeX}$  mediante el compilador  $\text{\LaTeX}$ \*\*\*.

Todos los comandos del programa *Mathematica* utilizados son sencillos y básicos. Un ejemplo elaborado con dos tipos de ejercicios (integración de funciones y vector gradiente) se muestra en el Apéndice 1 de este trabajo.

---

\*Para este trabajo se ha utilizado Wolfram *Mathematica* versión 11.0

\*\*En la práctica ciertos comandos de  $\text{\LaTeX}$  han de ser adaptados para que Moodle los reconozca, no entrando en este trabajo en estos detalles.

\*\*\* $\text{\LaTeX}$  está formado por un gran conjunto de macros de  $\text{\TeX}$ , escrito por Leslie Lamport en 1984, con la intención de facilitar el uso del lenguaje de composición tipográfica,  $\text{\TeX}$ , creado por Donald Knuth.

Puede apreciarse que cada ejercicio se desarrolla separadamente en un Módulo (*Module*) que permite tratar las variables localmente en un ejercicio y volver a utilizarlas sin conflicto en otro. Los ficheros generados para cada ejercicio se exportan (*Export*) a una carpeta para posteriormente ser importados (*Import*) y generar el fichero final xml. Con el fin de no sobrecargar la carpeta de trabajo se borran finalmente todos los ficheros generados, salvo el fichero xml, con el comando *Delete*. El comando *Do*, ampliamente conocido en el entorno de programación y con las mismas prestaciones en todos los programas informáticos, permite elegir el número de problemas diferentes que se generarán para cada tópico. Nos ayudamos para ello del comando *RandomChoice* que elige diferentes valores para los parámetros introducidos para generar las diferentes cuestiones en cada uno de los tópicos.

Finalmente, una muestra con los dos ejercicios generados tal y como aparecen en el entorno Moodle puede verse en la Figura 1 que aparece en el Apéndice 2 de este trabajo.

## 2.2 Importación de los ejercicios desde la plataforma Moodle

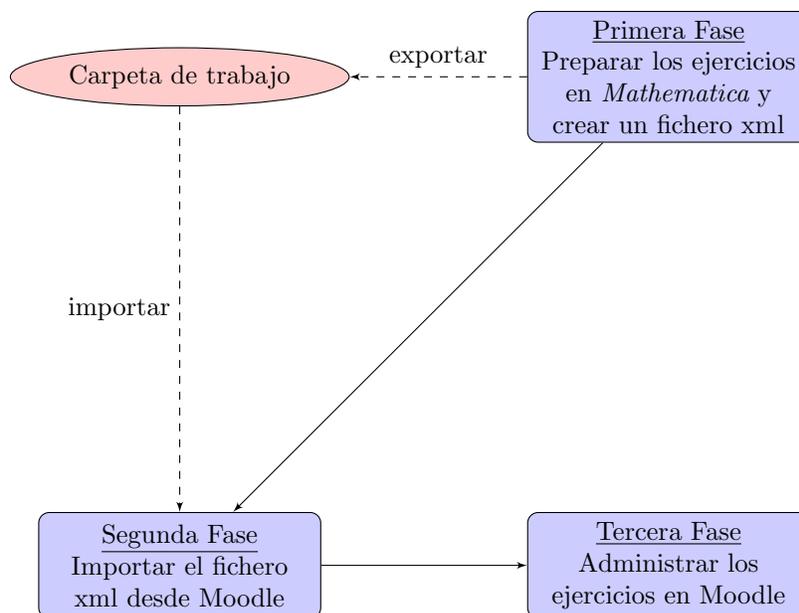
Esta es la fase más sencilla de nuestra propuesta. Consiste solamente en importar desde el entorno educacional Moodle de la UPGC el fichero de extensión xml generado por el programa *Mathematica* para que todos los ejercicios elaborados con este programa queden depositados en dicho entorno educacional.

## 2.3 Administración de los ejercicios

Los ejercicios generados a partir de Mathematica se organizan en cuestionarios que se visualizan en Moodle. Inicialmente se ha decidido que los mismos constituyan un material de trabajo organizado como modelo de las pruebas de evaluación que realizarán los estudiantes a lo largo del curso. En el campus virtual, a través del recurso cuestionarios de trabajo y evaluación se preparan los mismos. La configuración nos permite etiquetar el nombre del cuestionario y describirlo, donde se pueden especificar las instrucciones o recomendaciones que se quieran indicar, por ejemplo, en nuestro caso comentamos a los estudiantes que como en una prueba de evaluación las respuestas incorrectas restarán la mitad de las correctas, se les recomienda que no se limiten a seleccionar al azar las respuestas, sino que elijan la respuesta una vez resuelvan los ejercicios. En la configuración es cuando se fija el momento en que se abrirá el cuestionario, el tiempo del que dispondrán los estudiantes para realizarlos, si el envío del mismo se hará automáticamente, o no. También el método de calificación y el número de intentos del que disponen para responderlos. Asimismo se establece si las respuestas se quiere que se ordenen aleatoriamente. Es a través de la configuración donde se define las opciones de revisión, con la información disponible para los estudiantes sobre los intentos, por ejemplo, se decide si una vez elegida una respuesta y enviado el cuestionario además de la puntuación se puede proporcionar cuál es la respuesta correcta en caso de haber elegido la opción equivocada. En nuestro caso, hemos decidido simplemente decir si lo que han contestado está bien o no, para que sigan intentando encontrar la respuesta correcta. El resto de apartados de la configuración ofrecen múltiples opciones una de ellas puede ser las limitaciones o restricciones de acceso, por ejemplo, para el caso que se quisiera que sólo los estudiantes de ciertos grupos accedieran al mismo.

En la edición del cuestionario es cuando se incorporan las preguntas propiamente dichas. Se pueden añadir del banco de preguntas, o preguntas aleatorias, esta es la opción que hemos elegido en nuestro caso. Como las preguntas generadas están categorizadas éstas se seleccionan de las categorías previamente establecidas, que a su vez, pueden tener subcategorías. Esto facilita que se puedan ir abriendo paulatinamente los cuestionarios con los contenidos que se requieran en cada momento. Así por ejemplo, para la asignatura que nos ocupa, la primera semana del curso se han cubierto unos contenidos, en ese caso, las preguntas que encontrarán los estudiantes serán las correspondientes a los mismos, y serán elegidas de la subcategoría que los contiene. Conforme se avanza en la materia, en lugar de elegir en la subcategoría se hará desde la categoría principal con lo que se incorporarán todas los tópicos que cubre la asignatura. Se pueden añadir las preguntas que se quieran, en nuestro caso, como se ha comentado, se han generado con el mismo número de cuestiones que habrá en el ejercicio de evaluación, de este modo los estudiantes pueden comprobar que el tiempo del que dispondrán es suficiente pues la complejidad de los problemas que se le propondrán será similar.

Un sencillo organigrama de todo el proceso descrito anteriormente se muestra a continuación.



### 3. CONCLUSIONES

La idea que se ha perseguido en este trabajo es ofrecer un material adicional de estudio en un soporte habitual para los estudiantes, cada vez más formados en las tecnologías de la información y la comunicación. El cambio de soporte no implica que se tenga que estudiar o trabajar menos sino hacerlo en un entorno que es más amigable para las generaciones más jóvenes. De momento, no tenemos análisis de resultados para poder comprobar si el esfuerzo realizado por los profesores se traduce en un aprovechamiento por parte de los estudiantes y que éste se traduzca en un mejor rendimiento académico. Esperamos, concluido el semestre, poder tener dichos resultados.

Entre las principales ventajas de la propuesta realizada en este trabajo destacamos:

- Fácil de utilizar por los estudiantes.
- Estudiantes familiarizados con las nuevas tecnologías.
- Posibilidad de realizar numerosas pruebas objetivas durante el curso académico si se dispone de una amplia batería de ejercicios para los diversos temas que componen una asignatura.

Entre los principales inconvenientes que puede presentar la elaboración de los ejercicios por parte de los estudiantes en una clase ordinaria, así como la realización de alguna prueba objetiva en el aula están las siguientes, todas ellas fuera del alcance de poder ser solucionadas por los profesores de la asignatura correspondiente.

- Como resulta bien conocido la plataforma Moodle está basada en tecnología PHP (*Hypertext Preprocessor*, es un lenguaje de código abierto especialmente adecuado para el desarrollo web y que puede ser incrustado en HTML), lo que la configuración de un servidor con muchos usuarios puede resultar lenta.
- La plataforma puede no resultar sencilla para muchos profesores usuarios, fundamentalmente profesores de asignaturas científicas que deben tener ciertas nociones de escritura en el compilador  $\text{\LaTeX}$ .
- Un fallo en los servidores o caída del servicio de internet, puede dejar al usuario inhabilitado para realizar sus actividades.

### Agradecimientos

El trabajo de EGD fue parcialmente financiado por el proyecto ECO2013-47092 (Ministerio de Economía y Competitividad, España).

## Apéndice 1

### Código de Wolfram *Mathematica*

```
nqc=3;(*number of exercises*)
Do[

(*Categoría: Capítulo 1. Integración (función de densidad). Cuestión 1*)

Module[{a,b,aa,bb,f,sol,solution,solution1,solution2,solution21,solution22,puntox,puntoy,par},
par=RandomChoice[{{1,4},{1,9},{4,9},{4,16}},1];
aa=par[[1]][[1]];bb=par[[1]][[2]];
a=RandomChoice[{1,2,3,4},1];
sol=Flatten[{aa,bb,(a k)/Sqrt[x],1/(2 a(Sqrt[bb]-Sqrt[aa]))}];
f=TeXForm[sol[[3]]];solution=TeXForm[Simplify[sol[[4]]]];
puntox=TeXForm[sol[[1]]];puntoy=TeXForm[sol[[2]]];
solution21=If[sol[[4]]==1,2,1/sol[[4]];solution1=TeXForm[solution21];
solution22=If[sol[[4]]==0,3,-sol[[4]];solution2=TeXForm[solution22];
integral1="<question type=\"multichoice\">

<name>
<text>Función de densidad 1:"<>ToString[j]<>"</text>
</name>

<questiontext format=\"html\">
<text>El valor de  $\lambda(k)$  para que la función  $f(x)$  sea una función
de densidad en el intervalo  $[(\text{ToString}[puntox]),(\text{ToString}[puntoy])]$  es:</text>
</questiontext>

<answer fraction=\"100\">
<text>$$$<>ToString[solution]<>".$$$</text>
</answer>

<answer fraction=\"0\">
<text>$$$<>ToString[solution1]<>".$$$</text>
</answer>

<answer fraction=\"0\">
<text>$$$<>ToString[solution2]<>".$$$</text>
</answer>
<shuffleanswers>1</shuffleanswers>
</question>

"];

(*Categoría: TEMA 2. Vector gradiente. Cuestión 1*)

Module[{a,b,aa,bb,f,sol,par,solutionx,solutiony,solutionxw,solutionyw,puntox,puntoy},
par=RandomChoice[{{-1,0},{0,1},{1,0},{0,-1}},1];
aa=par[[1]][[1]];bb=par[[1]][[2]];
a=RandomChoice[{-3,-2,-1,1,2,3},1];
sol=Flatten[{aa,bb,a E^(x y),D[a E^(x y),x]/.{x->aa,y->bb},D[a E^(x y),y]/.{x->aa,y->bb}}];
f=TeXForm[sol[[3]]];
puntox=TeXForm[sol[[1]]];
puntoy=TeXForm[sol[[2]]];
solutionx=TeXForm[Simplify[sol[[4]]]];
solutiony=TeXForm[Simplify[sol[[5]]]];
solutionxw=TeXForm[Simplify[-sol[[4]]]];
solutionyw=TeXForm[Simplify[-sol[[5]]]];

vg1="<question type=\"multichoice\">

<name>
<text>Vector gradiente 1:"<>ToString[j]<>"</text>
</name>

<questiontext format=\"html\">
<text>El vector gradiente de la función  $f(x,y)$  en el punto  $(\text{ToString}[puntox],\text{ToString}[puntoy])$  es:</text>
</questiontext>

<answer fraction=\"100\">
<text>$$$(<>ToString[solutionx]<>",<>ToString[solutiony]<>").$$$</text>
</answer>

<answer fraction=\"0\">
<text>$$$(<>ToString[solutionxw]<>",<>ToString[solutionyw]<>").$$$</text>
```

```

</answer>

<answer fraction="0">
<text>$$("&<ToString[solution]<>" "<ToString[solutionx]<>").$$</text>
</answer>
<shuffleanswers>1</shuffleanswers>
</question>

"];

Export["integral1"<ToString[j]<>".xml",diversal,"String"];
Export["vg1"<ToString[j]<>".xml",vg1,"String",{j,1,nqc}];
result=Join[{"<?xml version="1.0" ?>
<quiz">","<question type="category">
<category>
<text>$course$/Tema 1. Funciones reales de variable real/Integración/Función de densidad</text>
</category>
</question>"},Table[Import["integral1"<ToString[j]<>".xml", "Text"] ,{j,1,nqc}] ,{"<question type="category">
<category>
<text>$course$/Tema 2. Funciones de varias variables/Vector gradiente/General</text>
</category>
</question>"},Table[Import["vg1"<ToString[j]<>".xml", "Text"] ,{j,1,nqc}]{j,1,nqc}];
Export["result.xml",result,"List"];
Do[DeleteFile["integral1"<ToString[s]<>".xml"];
DeleteFile["vg1"<ToString[s]<>".xml"] ,{s,1,nqc}];

```

## Apéndice 2

El vector gradiente de la función  $f(x,y) = -2e^{xy}$  en el punto  $(1,0)$  es:

Seleccione una:

a.  $(0,2)$ .

b.  $(0,-2)$ .

c.  $(-2,0)$ .

Sin respuesta

El valor de  $k$  para que la función  $f(x) = \frac{4k}{\sqrt{x}}$  sea una función de densidad en el intervalo  $[4,9]$  es:

Seleccione una:

a.  $-\frac{1}{8}$ .

b.  $8$ .

c.  $\frac{1}{8}$ .

Sin respuesta

Figura 1. Muestra de dos ejercicios en Moodle generados con la propuesta

## REFERENCES

- [1] Bresnock, A. E., Graves, P. E., and White, N., “Multiple-choice testing: Question and response position,” *Journal of Economic Education* **20**(3), 239–245 (1989).
- [2] Caudill, S. B. and Gropper, D. M., “Test Structure, Human Capital, and Student Performance on Economics Exams,” *The Journal of Economic Education* **22**(4), 303–306 (1991).
- [3] Gómez-Déniz, E., Dávila-Cárdenes, N., and García-Artiles, M. D., “RANDOM TESTS COMBINING MATHEMATICA PACKAGE AND L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X COMPILER,” *International Journal of Software Engineering & Applications (IJSEA)* **7**(4), 1–10 (2016).
- [4] Ruskeepaa, H., [*Mathematica Navigator, Mathematics, Statistics and Graphics*] (2009).
- [5] Wolfram, S., [*The Mathematica Book - 5th Edition*], vol. 21 (2003).
- [6] Borbón A., A. and Mora F., W., [*LateX*] (2013).