
Elaboración de cuestionarios en Studium con LaTeX, Wiris-Quizzes y R para asignaturas de Economía y Empresa

2022/FECO04

L^AT_EX

WirisQuizzes 



BERNARDO GARCÍA-BERNALT, bgarcia@usal.es

J. MANUEL CASCÓN, casbar@usal.es

M. AURORA MANRIQUE, amg@usal.es

ROCÍO DE ANDRÉS CALLE, rocioac@usal.es

M. DOLORES GARCÍA, dgarcia@usal.es

GUSTAVO SANTOS, santos@usal.es

Dpto. Economía e Historia Económica

Facultad de Economía y Empresa

Edificio FES

Campus Miguel de Unamuno, Salamanca

Índice

1. Introducción	5
2. Introducción a \LaTeX. Instalación y primeros comandos	6
2.1. Instalación	8
2.1.1. Distribuciones de \LaTeX	8
2.1.2. Editores	10
2.1.3. Compilación	12
2.2. Ayuda	14
2.3. Estructura de un documento	15
2.3.1. Preámbulo	16
2.3.2. Cuerpo del documento	17
2.4. Conceptos básicos para la escritura en \LaTeX	18
2.5. Edición de fórmulas en \LaTeX	20
2.6. Otras funcionalidades	27
2.6.1. Tipo de fuentes	27
2.6.2. Tamaño de las fuentes	29
2.6.3. Enumeraciones	29
2.6.4. Figuras	30
2.6.5. Tablas	31
2.6.6. Clase beamer	32
2.6.7. Bibliografía	32
2.6.8. Paquetes gráficos	35
3. Cuestionarios con Moodle-\LaTeX	35
3.1. Descripción del proceso	37
3.2. Preámbulo y opciones del estilo	40
3.3. Entornos <i>quiz</i> y <i>question</i>	41
3.4. Elección múltiple (multi)	42
3.5. Verdadero/Falso (truefalse)	45
3.6. Numérica (numerical)	46
3.7. Pregunta corta (shortanswer)	48
3.8. Pregunta combinada (cloze)	49

4. Cuestionarios con WirisQuizzes ✓	52
4.1. Introducción	52
4.2. Interfaz de usuario de Wiris Quizzes Studio	54
4.3. CalcMe	57
4.4. Tipos de preguntas en WirisQuizzes ✓	61
5. Introducción a R	67
5.1. Instalación de R y R Studio	69
5.2. Entorno de R Studio	71
5.3. Instalación de paquetes en R	72
5.4. Proyectos en R Studio	73
5.5. Objetos y funciones en R	74
5.6. Scripts en R	76
6. Paquete exams de R	77
6.1. Paquete R-exams: Introducción	77
6.2. Paquete R-exams: Creación de ejercicios	78
6.2.1. Archivo texto plano	80
6.2.2. Archivo generador	82
6.3. Ejemplos	85
6.4. Paquete R-exams: Comentarios finales	88
Bibliografía	89

1. Introducción

Los procedimientos de evaluación online y su relación con el aprendizaje autónomo son temas que han adquirido una presencia singular en las circunstancias desencadenadas por la COVID-19. El entorno Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*, <https://docs.moodle.org>) ofrece multitud de posibilidades para el desarrollo de la evaluación formativa online, especialmente por medio de la generación de cuestionarios de diversas modalidades:



- Elección múltiple
- Respuesta corta
- Verdadero/falso
- Emparejamiento
- Numéricas
- Cuestiones a desarrollar
- Preguntas combinadas


Sin embargo, generar un cuestionario a través de la interfaz web que ofrece Moodle puede ser lento, tedioso e incluso exasperante: es preciso navegar en una página web y rellenar multitud de cuadros de diálogo, seleccionar diversas opciones para la configuración de las preguntas que exigen un uso combinado de teclado y ratón, y además se debe confiar en que la respuesta del servidor Moodle sea fluida, pues todo este proceso requiere una conexión a la red. A todo ello se añade la especificidad que exige en las entradas el lenguaje formalizado o simbólico de algunas disciplinas.


El contenido –y especialmente el lenguaje– de las disciplinas de carácter cuantitativo exige investigar y mejorar los protocolos de comunicación formal con la aplicación de cuestionarios de la plataforma Moodle.

El objetivo de este curso es la presentación de determinadas herramientas que permiten elaborar de una forma más eficiente cuestionarios en el entorno Moodle, bien porque soslayan gran parte de las dificultades de edición y revisión (L^AT_EX), o bien porque permiten la introducción de cuestiones *parametrizadas* (Wiris Quizzes, R-exams).

Los contenidos de este curso se organizan en los siguientes cinco apartados:

1. Introducción a \LaTeX . Instalación y primeros comandos.
2. Generación de cuestionarios con Moodle- \LaTeX .
3. Desarrollo de cuestionarios en Moodle con **WirisQuizzes** ✓
4. Introducción a . Entorno Sweave ($\text{R} + \text{\LaTeX}$).
5. Paquete exam de .

Se sugiere que los asistentes conozcan y manejen con soltura el entorno Moodle. No se asumirán conocimientos previos de ninguno de los softwares o herramientas propuestas (\LaTeX , **WirisQuizzes** ✓, .

En este documento se incluyen los contenidos fundamentales del curso. Se realizará una breve presentación de los softwares utilizados (\LaTeX , ) , incluyendo el proceso de instalación y configuración, para después centrarnos en las herramientas (paquete `moodle`, **WirisQuizzes** ✓, paquete `exam`) que permitirán la generación de cuestionarios. En este gui3n se incluyen plantillas que permiten la replicaci3n y adaptaci3n a diferentes 3mbitos y/o asignaturas.

2. Introducci3n a \LaTeX . Instalaci3n y primeros comandos

\LaTeX es un sistema de edici3n de texto de alta calidad (<https://www.latex-project.org>), gratuito, multiplataforma, orientado a la producci3n de material cient3fico (libros, tesis, art3culos) y que es ampliamente usado en la docencia de ense1anzas t3cnicas para generar m3ltiples materiales (apuntes, manuales, presentaciones, p3ster, ex3menes, etc). Se caracteriza porque ofrece herramientas eficientes para la generaci3n, numeraci3n y referencia de ecuaciones, generaci3n de 3ndices, ap3ndices, glosarios, manejo eficiente de bibliograf3a y referencias cruzadas, inclusi3n de gr3ficos, tablas, ...

\LaTeX fue inicialmente desarrollado por Leslie Lamport en 1984 y est3 formado por un conjunto de macros (o grupos de comandos) del lenguaje \TeX ¹, que cre3 Donald Knuth, a finales de los a1os 70, tras sentirse molesto con la calidad tipogr3fica de sus publicaciones. Aunque \TeX suele catalogarse como un sistema o software tipogr3fico es en realidad un lenguaje de programaci3n.

¹Las versiones de \TeX se numeran a1adiendo cifras decimales del n3mero π . La versi3n actual es 3,14159265. Knuth ha indicado que tras su muerte, el proyecto se congele, y se le asigne la versi3n π .

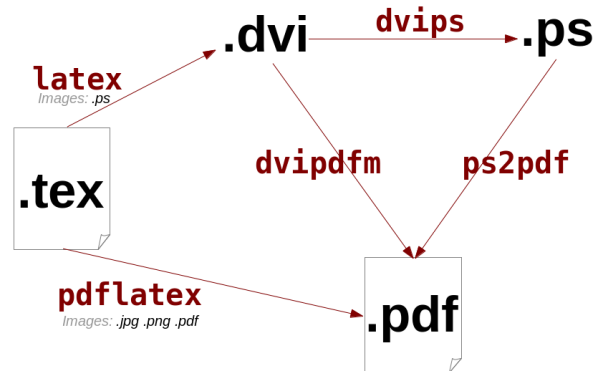


Figura 1: Flujo de trabajo en \LaTeX . Fuente: Wikipedia.

En este documento trabajaremos siempre con \LaTeX que, como hemos comentado previamente, está formado por un conjunto de macros agrupados en diferentes estilos y paquetes (*packages*) que facilitan la escritura de documentos.

Este software no pertenece a la familia de editores de texto WYSIWYG (*what you see if what you get*), lo que repercute en un coste de entrada relativamente alto que, sin embargo, se ve pronto compensado por los beneficios. El flujo de trabajo en \LaTeX aparece representado en la figura 1.

En primer lugar, es necesario crear un archivo fuente, escrito en texto plano (ascii) que puede ser generado con cualquier editor de textos, aunque es interesante y recomendable hacerlo con entornos integrados que comentaremos más adelante. A continuación, este archivo fuente es *compilado* con un comando \LaTeX , los más comunes son `latex` o `pdflatex`. Estos comandos, a partir de la información del archivo fuente, componen un documento final de gran calidad tipográfica.

El comando `latex` genera un documento de tipo `dvi` (DeVide Independent), propio del entorno \TeX que después puede ser transformado a tipos `ps` (PostScript) o `pdf` (Portable Document Format). Cuando se trabaja con `latex`, en el documento final solo se pueden incluir gráficos en formato `ps`.

La compilación con `pdflatex`, además de generar directamente el documento `pdf`, permite la inclusión de gráficos en diferentes formatos (`jpg`, `png`, `ps`, `pdf`), y por ello suele ser preferible a la anterior.

Para disponer de los comandos \LaTeX que hemos comentado en los párrafos anteriores, precisamos instalar en nuestro equipo una distribución de \LaTeX . Una distribución también contiene herramientas para la generación de fuentes tipográficas, estilos y paquetes con

multitud de utilidades. En la siguiente sección enumeraremos las distribuciones que existen y describiremos la instalación de una de ellas.

2.1. Instalación

Tal y como hemos mencionado anteriormente, para trabajar con \LaTeX precisamos:

- una distribución de \LaTeX
- un editor de texto

En este apartado recomendaremos los softwares que consideramos más apropiados y proporcionaremos instrucciones para su descarga e instalación.

2.1.1. Distribuciones de \LaTeX

El contenido de esta sección está basado en la web del denominado \TeX Users Group. Para más información consultar <https://www.tug.org>.

Las tres distribuciones (gratuitas) de \LaTeX más conocidas son:

- MikTeX. Multiplataforma: dispone de versiones para Windows, Mac y Linux. Esta distribución está accesible en la web:

<https://miktex.org>

Para su instalación proceder del siguiente modo:

1. Descargar el instalador asociado a nuestro sistema (ver figura 2):

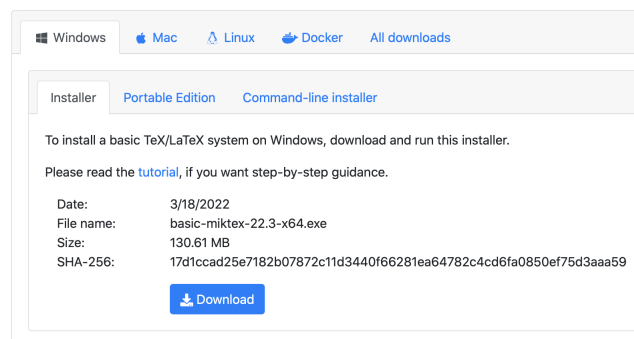


Figura 2: Descarga del instalador de MikTeX según sistema operativo.

2. Ejecutar el instalador y seguir las instrucciones. En la sección FAQ, de la pestaña ayuda, es posible acceder a un manual de instalación (ver figura 3).

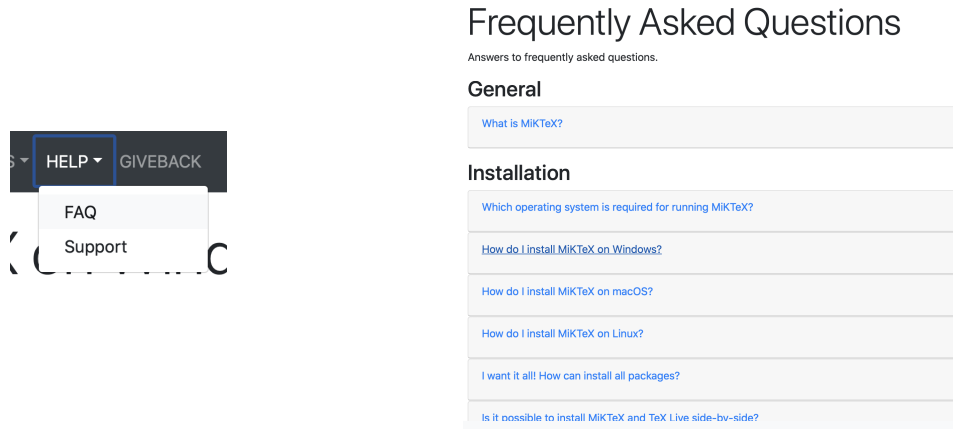


Figura 3: Acceso a la sección FAQ (Frequently Asked Questions) en la etiqueta ayuda (izquierda), y a los manuales de instalación (derecha).

- [TeXLive](https://tug.org/texlive/). Multiplataforma: dispone de versiones para Windows y Linux. Podemos acceder a ella a través del siguiente enlace.

<https://tug.org/texlive/>

El proceso de descarga e instalación es similar al caso anterior. En la web, que reproducimos en la figura 4, se puede encontrar información sobre la descarga e instalación, siendo recomendable utilizar el archivo instalador (opción download, marcada en la figura 4).

TeX Live

TeX Live is intended to be a straightforward way to get up and running with the [TeX document production system](#). It provides a comprehensive TeX system with binaries for most flavors of Unix, including GNU/Linux and [macOS](#), and also Windows. It includes all the major TeX-related programs, macro packages, and fonts that are free software, including support for many languages around the world. Many Unix/GNU/Linux [operating systems provide TeX Live](#) via their own distributions and package managers.

- **Concise instructions, per platform:**

- [Unix/GNU/Linux](#)
- [Windows](#)
- [MacOS: MacTeX distribution](#)

Read the [full manual](#) about all the possibilities, including automated installations and using custom repositories.

- **All the ways to acquire TeX Live:**

- [download](#),
- [on DVD](#),
- [an ISO image or via torrent](#),
- [other methods](#).

Figura 4: Web para descarga e instalación de TeXLive.

- MacTeX, se trata de una distribución de \LaTeX para Mac. Esta accesible en la web (Figura 5):

<https://www.tug.org/mactex/>



[MacTeX](#) | [Donate](#) | [FAQ](#) | [Help](#) | [TUG](#)

The MacTeX-2021 Distribution

The current distribution is MacTeX-2021
This distribution requires Mac OS 10.14, Mojave, or higher and runs natively on Intel and Arm processors.

To download, click [MacTeX Download](#).

You can also install TeX Live 2021 using the TeX Live Unix Install Script.
This method supports MacOS 10.6, Snow Leopard, and higher and runs on Intel and Arm processors.
To download, click [Unix Download](#).

To Obtain Older Versions of MacTeX If You Are Running Mac OS 10.3 through 10.13, [click here](#)

To download the smaller BasicTeX, click [Smaller Download](#).

For suggestions on keeping TeX up to date, go to [Update Schedule](#).

Figura 5: Web de MacTeX.

2.1.2. Editores

Para crear un documento con \LaTeX solo es necesario un editor que no dé formato al texto, sin embargo, es habitual utilizar softwares o entornos integrados que faciliten la edición, pues permiten: generar el documento fuente, visualizar el documento final y realizar el proceso de compilación. Además, incluyen herramientas que facilitan la edición, como por ejemplo: detección de errores, resaltado de comandos y palabras claves e incorporan ayudantes de escritura (ecuaciones, símbolos, entornos, estilos, ...).

Existe una gran cantidad de editores de estas características. Las diferencias entre ellos son sutiles, y la elección final depende del usuario. Algunos de los más populares son:

- TeXstudio. <https://www.texstudio.org>. Multiplataforma.
- TeXMaker. <https://www.xmlmath.net/texmaker/>. Multiplataforma.

- LyX. <https://www.lyx.org>. Multiplataforma.
- WinEdt. <https://www.winedt.com>. Windows.
- TeXShop. <https://pages.uoregon.edu/koch/texshop/>. Mac

En este curso utilizaremos TeXstudio. En la figura 6 se presenta la ventana de TeXstudio. En este caso en la parte izquierda aparece el árbol de contenidos del documento, en la parte central el documento fuente y en la derecha la previsualización del documento final. En la parte inferior figura información sobre el proceso de compilación. La distribución de esta ventana es configurable.

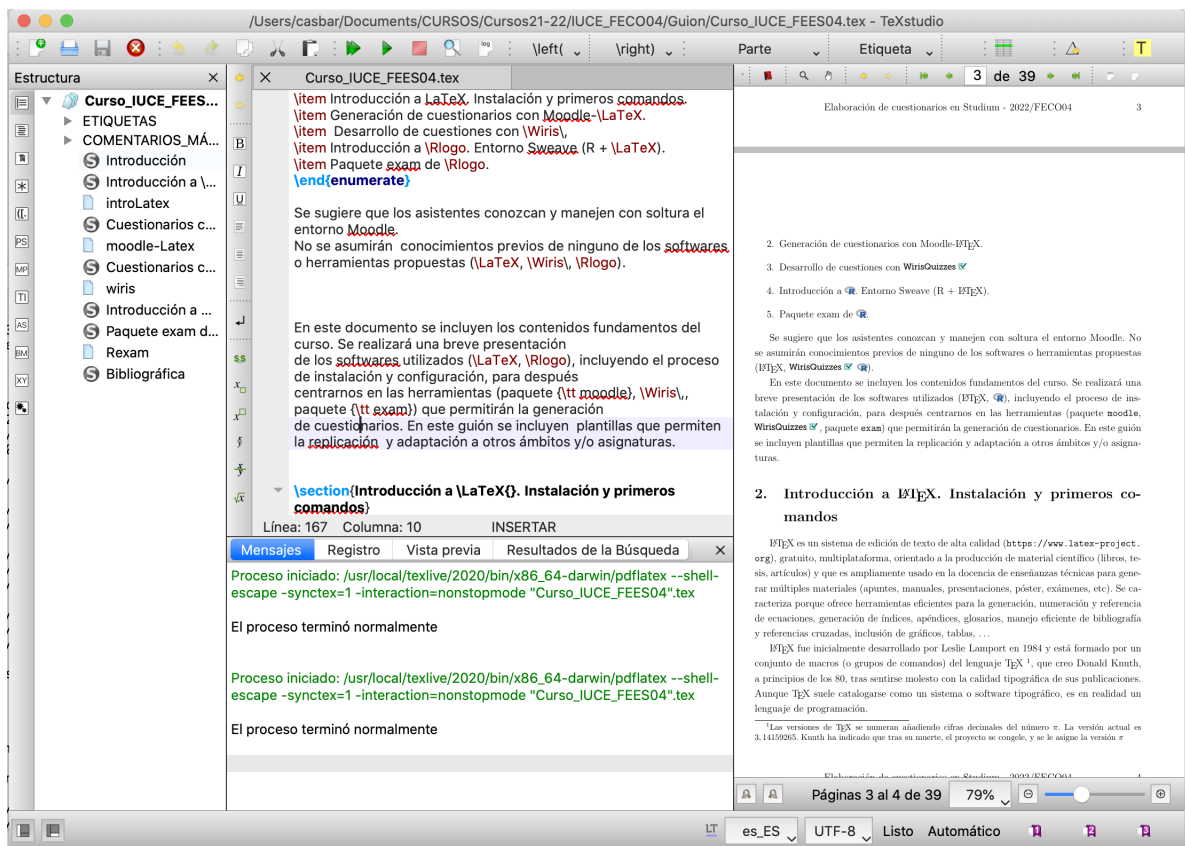


Figura 6: Entorno TeXstudio.

Para finalizar esta sección solo comentar que la plataforma overleaf (<https://es.overleaf.com>) permite generar documentos en L^AT_EX sin la necesidad de instalar software adicional en nuestro equipo. Si disponemos de una conexión a internet y de un navegador, tras un proceso de registro, overleaf ofrece un entorno de trabajo similar a los editores que

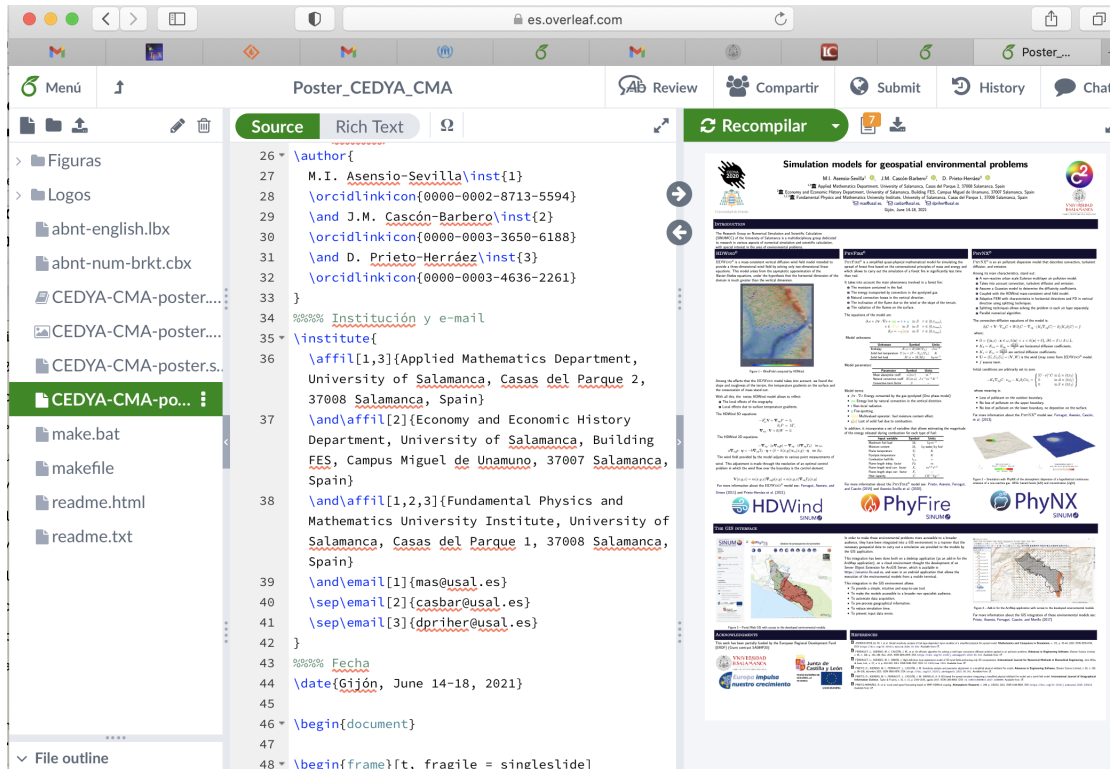


Figura 7: Entorno de trabajo Overleaf.

hemos comentado con multitud de plantillas, ejemplos y manuales. Además, permite el trabajo colaborativo entre varios autores. En la figura 7 se presenta el entorno de trabajo que ofrece overleaf.

2.1.3. Compilación

En esta sección describiremos el proceso de compilación con TeXstudio. Para ello, tras abrir la aplicación y pulsar en la pestaña **Archivo**, seleccionamos **Abrir...** y buscamos en el explorador el archivo `ejemploLatex1.tex`, que previamente habremos descargado. El archivo en cuestión será analizado en detalle en la siguiente sección, por el momento solo nos preocuparemos de compilarlo.

Después de cargar el archivo pulsamos en el icono verde formado por dos triángulos superpuestos situado en la parte superior de la ventana (ver figura 8). Tras pulsar el citado icono, el documento final debería generarse y aparecer previsualizado en la parte derecha de la pantalla.

Si surgen problemas, lo más probable es que los comandos de \LaTeX no hayan sido

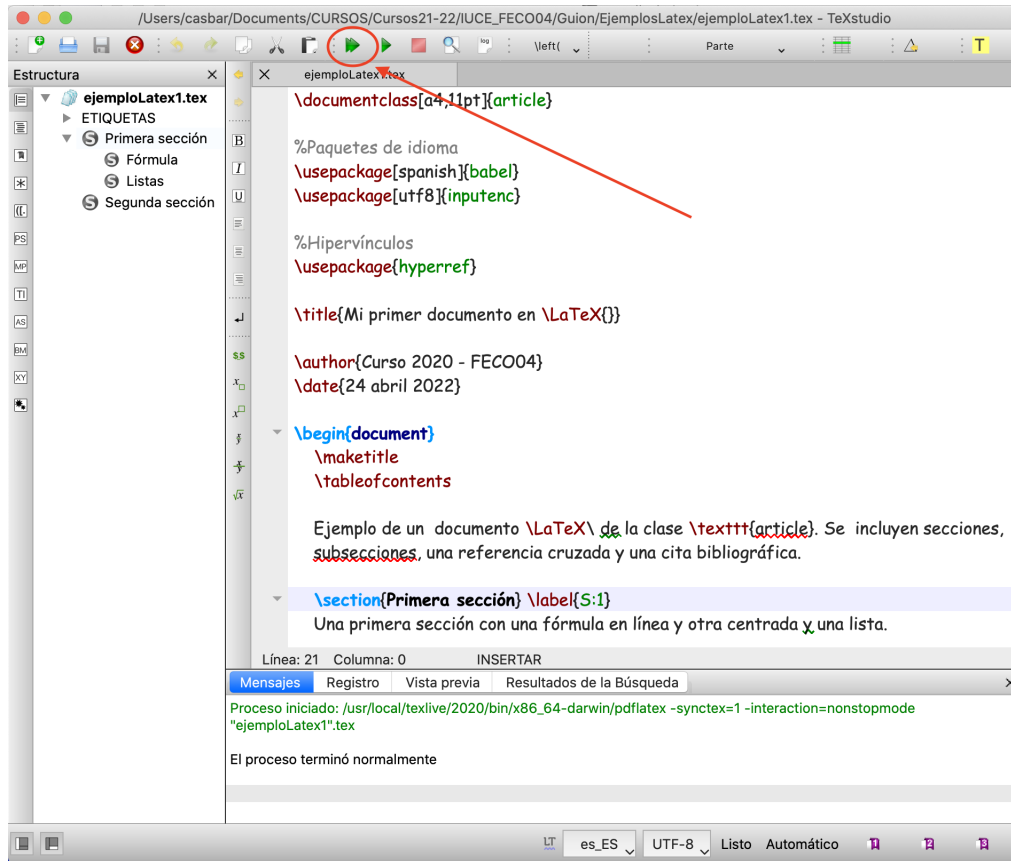


Figura 8: Compilación de un documento con TeXstudio.

enlazados correctamente durante el proceso de instalación de TeXstudio. Si en función de nuestro sistema operativo, pulsamos en la pestaña:

- Windows: Opciones → Configurar TeXstudio
- Mac: TeXstudio → Preferencias

y en la ventana emergente seleccionamos Órdenes podemos ver los comandos que está invocando TeXstudio durante el proceso de instalación.

En nuestro caso particular estamos interesados en el comando pdfLaTeX (ver figura 9). Es conveniente recordar que L^AT_EX es de algún modo un lenguaje de programación y, por lo tanto, durante el proceso de generación de un documento, al compilar, lo natural es que surjan errores que deben ser depurados. Este proceso es especialmente frustrante al principio. El principal consejo al respecto es leer con calma el mensaje de error que ofrece TeXstudio. La mayor parte de las veces se debe a que un comando no se ha escrito

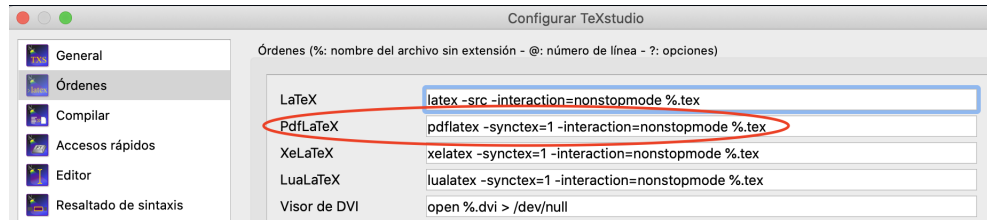


Figura 9: Configuración comandos \LaTeX en TeXstudio.

correctamente o a la falta de una llave $\{ \}$. En las siguientes secciones volveremos a insistir en esto.

En la ventana de preferencias que hemos desplegado con anterioridad se puede personalizar la apariencia de TeXstudio. Por ejemplo, seleccionando `Editor` se puede configurar la fuente y el tamaño que se utilizará en el editor.

2.2. Ayuda

Como en cualquier otro software, la mejor forma de aprender \LaTeX es practicar y sobre todo equivocarse. Existen multitud de plantillas y ejemplos que es posible recuperar de la red y que se pueden modificar y adaptar a nuestras necesidades.

La documentación sobre \LaTeX que se puede encontrar en la red es inmensa. En este documento recomendamos las siguientes fuentes:

- CTAN (Comprehensive TEX Archive Network, <https://ctan.org>). Se trata del repositorio oficial de materiales relacionados con \TeX . Además de incluir el software, se ofrece documentación global y particular (de cada paquete). En <https://tug.org/begin.html> de *TeXUsers Group* se ofrece una selección de manuales (ver figura 10).
- Overleaf. Además de ofrecer un entorno de \LaTeX *online*, contiene una documentación muy interesante accesible en <https://es.overleaf.com/learn>.
- CervanTeX. Se trata del grupo de usuarios de \TeX hispanohablantes. En <http://www.cervantex.es/manuales> se puede encontrar abundante información en castellano.

Por último, y a título personal, recomendamos el curso de Luis M. Molina que figura en la web: <http://metodos.fam.cie.uva.es/~latex/apuntes/apuntes.html>.

Online (La)TeX documentation

Here is just a little of the principal TeX documentation available on the web. A [more complete list of documentation links](#) is available.

LaTeX (CTAN topic):

- [LearnLaTeX.org](#), focused lessons on learning LaTeX, with online execution of examples.
- [A First LaTeX Document](#) takes you through writing a small document with text and math for the first time. Then [A First Set of LaTeX Resources](#) recommends packages for common tasks (both documents by Jim Hefferon).
- [Getting Started with LaTeX](#), a primer for text, math, and basic formatting (by David Wilkins).
- [Online LaTeX tutorials](#), a graduated series (by Andy Roberts).
- [The Not So Short Introduction to LaTeX2e](#) is a more comprehensive manual on writing LaTeX (by Tobias Oetiker et al., translated into many languages).
- [LaTeX Cheat Sheet](#), a two-page quick reference (by Winston Chang).

Figura 10: Selección de manuales de \LaTeX en CTAN.

2.3. Estructura de un documento

En un documento \LaTeX se distinguen dos partes: preámbulo y cuerpo. Para describir cada una de estas partes, utilizaremos el documento que hemos compilado previamente y que transcribimos a continuación. Es conveniente mencionar que el símbolo `%` se utiliza para incluir comentarios: todo aquello que figure a la derecha de un `%` será ignorado por el compilador de \LaTeX .

```
1 \documentclass[a4,11pt]{article}
2
3 %Paquetes de idioma
4 \usepackage[spanish]{babel}
5 \usepackage[T1]{fontenc}
6 \usepackage[utf8]{inputenc}
7
8 %Hipervínculos
9 \usepackage{hyperref}
10
11 % Paquetes adicionales
12 \usepackage{amssymb}
13 \usepackage{xcolor}
14
15 \newcommand{\R}{ $\mathbb{R}$ }
16 \newcommand{\highlight}[1]{\color{red} #1 }
17
18 \title{Mi primer documento en \LaTeX{}}
19
20 \author{Curso 2020 - FEC004}
21 \date{24 abril 2022}
22
23 \begin{document}
24 \maketitle
25 \tableofcontents
26
27 Ejemplo de un documento \LaTeX de la clase \texttt{article} \cite{Lamport94}. Se incluyen secciones,
```

```

28 subsecciones, una referencia cruzada y una cita bibliográfica.
29
30 \section{Primera sección} \label{S:1}
31 Una primera sección con una fórmula en línea, otra centrada y una lista.
32
33 \subsection{Fórmula}
34 Una ecuación en línea  $\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial y}$  o centrada:
35 
$$\frac{\partial f}{\partial x} = \frac{\partial f}{\partial y}$$

36
37 Aquí, \highlight{utilizamos los comandos} definido en el preámbulo \R.
38
39 \subsection{Listas}
40 Una lista de ítems:
41 \begin{itemize}
42     \item Primer ítem
43     \item Segundo ítem
44     \item Tercer ítem
45 \end{itemize}
46
47 \section{Segunda sección}
48
49 Esta sección complementa a la sección \ref{S:1}. Este ejemplo está basado en \cite{CursoUvaLatex}
50
51 \begin{thebibliography}{0}
52     \bibitem{CursoUvaLatex} {\sc Luis M. Molina}. Apuntes de \LaTeX,. Capítulo I. 2009
53     \url{http://metodos.fam.cie.uva.es/~latex/apuntes/apuntes.html}.
54     \bibitem{Lamport94} {\sc Lamport, Leslie}. LaTeX: A document preparation system
55     (2nd edition). Updated for LaTeX2e., Reading, Mass., Addison-Weley, 1994.
56     ISBN 0-201-52983-1
57 \end{thebibliography}
58 \end{document}

```

2.3.1. Preámbulo

Es la parte inicial del documento que abarca hasta el comando `\begin{document}` (líneas 1 - 22). Está destinada a:

1. Declaración del estilo del documento (línea 1). La declaración de la clase es obligatoria, debe figurar en la primera línea del documento y determina el estilo del mismo. En este caso se está utilizando la clase `article`, donde la página se ha configurado como A4, y el tamaño de la letra se ha fijado en 11 puntos. Las declaraciones entre corchetes son de carácter opcional. Las clases básicas de `LATEX` aparecen en la figura 11. En CTAN existen una gran variedad de clases, que pueden ser adaptadas y personalizadas.

Document Classes	
article	For articles in scientific journals, presentations, short reports, program documentation, invitations, ...
IEEEtran	For articles with the IEEE Transactions format.
proc	A class for proceedings based on the article class.
minimal	It is as small as it can get. It only sets a page size and a base font. It is mainly used for debugging purposes.
report	For longer reports containing several chapters, small books, thesis, ...
book	For books.
slides	For slides. The class uses big sans serif letters.
memoir	For changing sensibly the output of the document. It is based on the book class, but you can create any kind of document with it [1] .
letter	For writing letters.
beamer	For writing presentations (see LaTeX/Presentations).

Figura 11: Clases básicas de \LaTeX . Fuente: Wikipedia.

2. Inclusión de paquetes adicionales (líneas 4-13). Permite el uso de funcionalidades o herramientas adicionales. Su inclusión depende de las características del documento. En este caso concreto, en las líneas 4-6 se incluyen tres paquetes relacionados con el idioma, sus caracteres especiales (tildes, $\grave{\text{c}}$, $\grave{\text{j}}$, $\tilde{\text{n}}$) y su correcta codificación. En la línea 9 se incorpora un paquete que permite utilizar hipervínculos (internos y/o externos). Por último, las líneas 12-13 incorporan herramientas que permiten la escritura de determinadas fuentes matemáticas (en este caso \mathbb{R}), y el uso de colores.
3. Definición de comandos/macros (líneas 15-16). \LaTeX permite que el usuario defina comandos/macros propios. En la línea 15 se ha definido el comando $\backslash\mathbb{R}$, de modo que cuando lo utilizamos en el cuerpo del documento obtenemos \mathbb{R} . Por otro lado, en la línea 16, se ha definido un comando que resalta en rojo el argumento que se le pasa entre llaves.
4. Configuración de las opciones de estilo (líneas 18-19). Cada estilo o clase tiene asociadas diversas opciones que son configuradas en el preámbulo. En este caso se introduce título, autor (aunque aquí lo estamos usando como subtítulo) y fecha.

No es necesario que los apartados 2, 3 y 4, que hemos descrito arriba, estén ordenados.

2.3.2. Cuerpo del documento

Corresponde a esa parte todo aquello que figura entre los comandos $\backslash\text{\begin}\{\text{document}\}$ y $\backslash\text{\end}\{\text{document}\}$. De hecho, \LaTeX finalizará el proceso de lectura cuando encuentre la segunda de las sentencias.

En esta parte del documento aparecen comandos propios del estilo y/o paquetes y el texto que deseamos publicar convenientemente formateado. En este documento en concreto, en la línea 24 invocamos al comando que permite generar el título del documento, y en la línea 25 al que crea la tabla de contenidos.

El estilo `article` permite organizar el documento en secciones y subsecciones. El texto incluye alguna fórmula, a las que dedicaremos alguna sección específica, y una lista.

También se han incluido alguna referencia cruzada (línea 49 → 30, comandos `ref` y `label`) y dos citas bibliográficas (línea 27 → 54, línea 49 → 52, comando `cite`). Para que se produzca el enlace es necesario compilar el documento dos veces. Si solo se compila el documento una vez en el lugar de las referencias/citas aparecerá el símbolo ?.

El documento finaliza con una lista que incluye dos referencias, que en este caso se ha gestionado de forma estática. A través de la utilidad `bibtex` es posible gestionar de forma dinámica la referencias bibliográficas de una base de datos. En el último apartado de esta primera sección, comentaremos brevemente el tratamiento de la bibliografía.

2.4. Conceptos básicos para la escritura en \LaTeX

Debemos tener en cuenta ciertas reglas generales cuando escribimos en \LaTeX :

- Todos los **comandos** en \LaTeX comienzan con el operador *barra invertida* `\`. Por ejemplo, en la línea 1 de nuestro ejemplo, tenemos el comando `documentclass`, en la línea 24, el comando `maketitle`, o en la línea 30 el comando `label`.
- Cuando un comando recibe **argumentos**, estos van entre llaves, `{ }`, si son obligatorios y entre corchetes, `[]`, si son opcionales. Los argumentos opcionales siempre se colocan antes que los obligatorios. Si hay varios argumentos, estos van separados por comas. Por ejemplo, en la línea 1, el comando `documentclass` recibe dos argumentos opcionales y uno obligatorio (el tipo de documento); en la línea 24 el comando `maketitle` no precisa de argumentos, y en la línea 30, el comando `label` recibe como argumento (obligatorio) la etiqueta que se utilizará para referenciar.
- Merece especial atención la pareja de comandos

```
\begin{environment}  
...  
\end{environment}
```

donde *environment* es el nombre de un **entorno** en \LaTeX (por ejemplo, `document`, `itemize`, `figure`, `thebibliography`). Un entorno en \LaTeX , es una sección del documento con unas características especiales. Por ejemplo, en las líneas 41-45 se ha definido una enumeración con marcadores.

- Existen 10 **caracteres especiales** en \LaTeX :
 - \backslash Indicador de comando.
 - $\{ \}$ Delimitador de grupos. Si se utiliza tras un comando agrupa los argumentos obligatorios asociados a dicho comando.
 - $\#$ En la definición de comandos se utiliza para indicar y referenciar los comandos.
 - $\&$ Separa columnas en una tabla, o alinea ecuaciones.
 - $\%$ Permite introducir comentario en el texto. Todo aquello que se coloque a su derecha será ignorado por el compilador.
 - \sim (tilde ñ) pequeño espacio horizontal.
 - $\$$ delimitador de escritura en formato matemático.
 - $_$ (guión bajo) Se usa en formato matemático para escribir subíndices.
 - $\^$ Se utiliza en formato matemático para escribir superíndices.

Dado que son caracteres con propósito específico en \LaTeX , si necesitamos escribir alguno de ellos en nuestro texto debemos hacerlo del siguiente modo:

`\backslash` `\{ \}` `\#` `\&` `\%` `\~` `\$` `_` `\^`

- \LaTeX **alinea y justifica** el texto automáticamente según medidas determinadas en el estilo o impuestas por el usuario en el preámbulo.
- Los **espacios en blanco** son ignorados. Es indiferente separar dos palabras por uno o más espacios. Para aumentar el espacio entre palabras se puede utilizar `\` seguido de un espacio en blanco.
- El **cambio de párrafo** se obtiene al dejar una línea en blanco en el documento fuente. Dejar varias líneas en blanco no tiene ningún efecto. Para aumentar el espacio entre párrafos, se puede utilizar

```
\medskip \bigskip \parskip=xxmm
```

donde xx es la medida en milímetros.

- Para forzar un **cambio de línea**, sin cambiar de párrafo, se utiliza `\`
- La fuente por defecto que usa \LaTeX es Latin Modern Roman. Admite tres familias, *roman*, *serif*, *teletype*, cuatro tipos de letra (cursiva, recta, inclinada, versalitas), tres tipos de trazos (normal, intermedio, negrita) y diversos tamaños (escalados de acuerdo al prefijado en el documento). Ampliaremos esta cuestión más adelante. Existen versiones de \LaTeX como $\text{Lua}\LaTeX$ o $\text{Xe}\LaTeX$ que incorporan paquetes para trabajar con todo tipo de fuentes. Quedan fuera de los objetivos de esta introducción.

2.5. Edición de fórmulas en \LaTeX

Probablemente una de las cualidades más destacables de \LaTeX es la versatilidad que ofrece para la generación de ecuaciones y la calidad tipográfica de las mismas. Manejar el denominado *modo matemático* requiere cierto esfuerzo inicial, pero este es rápidamente compensado. Además, si se cuenta con un editor apropiado, no es mucho más complicado que otros editores de ecuaciones (como el de word) y los resultados son netamente superiores.

Si planteamos utilizar el modo matemático en nuestro texto, el primer paso debe ser incluir los siguientes paquetes en el preámbulo:

```
\usepackage{amsmath, amssymb}
```

Ambos añaden funcionalidades para la correcta escritura de ecuaciones.

El siguiente paso es el conocimiento de las herramientas (operadores, delimitadores, símbolos, ...) que utilizamos en el modo matemático. En el caso del editor que estamos utilizando podemos acceder a ellos a través de la etiqueta *Matemáticas* y/o el menú *Símbolos* que se despliega en la parte izquierda de la ventana (ver figura 12).

En cualquier manual de los que hemos comentado en la sección 2.2 existe abundante información sobre los símbolos, operadores, delimitadores y funciones que se emplean en el modo matemático de \LaTeX . No incluiremos en este documento ninguna enumeración precisa de todos ellos, pues no tiene mucho sentido. En las figuras 13 y 14 se representan capturas de las webs <https://manualdelatex.com/> y https://es.overleaf.com/learn/latex/Mathematical_expressions respectivamente, que en nuestra opinión pueden ser de gran ayuda.

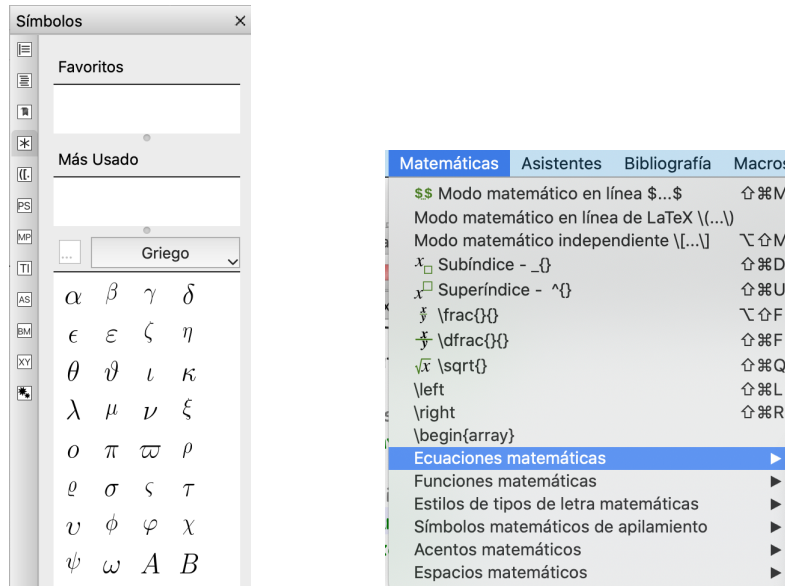


Figura 12: Acceso a comandos matemáticos en TeXstudio. El menú símbolos se despliega en la parte izquierda de la ventana. La etiqueta Matemáticas esta en el menú de la parte superior de la ventana.

La tercera cuestión que debemos abordar es decidir el modo en el que queremos utilizar el modo matemático. \LaTeX ofrece varias opciones:

- Ecuación en línea (*inline mode*). Para escribir una ecuación en línea se utilizan los delimitadores $\$ \dots \$$ o $\backslash(\dots \backslash)$.
- Ecuación centrada (*display mode*). En este caso, la ecuación aparece en una línea propia del texto, centrada. Se indica con los delimitadores $\$ \$ \dots \$ \$$ o $\backslash[\dots \backslash]$.
- Ecuación con numeración. Si queremos que la ecuación aparezca numerada, se puede

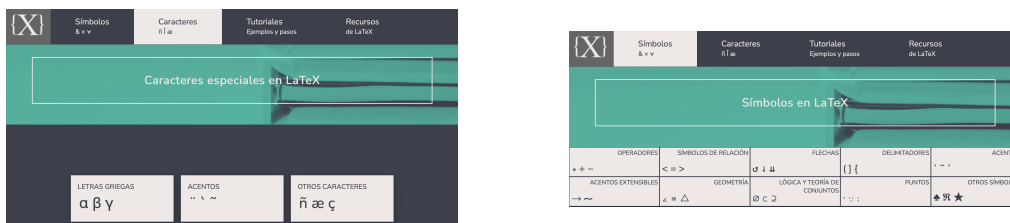


Figura 13: Relación de comandos para símbolos en \LaTeX . Fuente: <https://manualdelatex.com>.

Type	L ^A T _E X markup	Renders as
Plain	$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{matrix}$	$\begin{matrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{matrix}$
Parentheses; round brackets	$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{pmatrix}$	$\begin{pmatrix} 1 & 2 & 3 \\ a & b & c \end{pmatrix}$
L ^A T _E X code	Output	
Integral $\int_a^b x^2 dx$ inside text	Integral $\int_a^b x^2 dx$ inside text	
$\int_a^b x^2 dx$	$\int_a^b x^2 dx$	
Sum $\sum_{n=1}^{\infty} 2^{-n} = 1$ inside text	Sum $\sum_{n=1}^{\infty} 2^{-n} = 1$ inside text	
$\sum_{n=1}^{\infty} 2^{-n} = 1$	$\sum_{n=1}^{\infty} 2^{-n} = 1$	
Limit $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ inside text	Limit $\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$ inside text	
$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$	$\lim_{x \rightarrow \infty} f(x)$	

Figura 14: Operadores y delimitadores en modo matemático. Fuentes: <https://manualdelatex.com/>, https://es.overleaf.com/learn/latex/Mathematical_expressions.

emplear el entorno:

```
\begin{equation}
...
\end{equation}
```

Si utilizamos el entorno `equation*`, la ecuación no será numerada.

- Ecuación de varias líneas alineada. Si además la ecuación ocupa varias líneas, y queremos alinearlas con algún criterio, el entorno apropiado es:

```
\begin{align}
...
\end{align}
```

Para indicar el cambio de línea se utiliza `\\` y para alinear `&`. Si utilizamos el entorno `align*`, la ecuación no será numerada.

Existen muchos otros entornos en \LaTeX para la edición de ecuaciones que nosotros aquí omitiremos.

El último paso, y más importante, es practicar y sobre todo equivocarse. Para finalizar esta sección reproducimos el código fuente y resultado final del `EjemploLatex2.tex` que utilizaremos en el curso. En este archivo, se presentan diversos ejemplos en notación matemática. Además, se ha utilizado la clase que SIAM (Society for Industrial and Applied Mathematics) ofrece a los autores y que puede descargarse de <https://archive.siam.org/journals/auth-info.php>. Para que todo funcione correctamente, el archivo con extensión `.cls` debe copiarse en la misma carpeta que el archivo fuente.

Archivo fuente: `EjemploLatex2.tex`

```
1 \documentclass{siamart171218}
2 \usepackage[spanish]{babel}
3 \usepackage[T1]{fontenc}
4 \usepackage[utf8]{inputenc}
5 \usepackage{amsmath,amssymb}
6
7 \title{Mis primeras ecuaciones en \LaTeX{}}
8 \author{Curso 2020 - FEC004}
9
10 \begin{document}
11 \maketitle
12
```

```

13 \begin{abstract}
14     En este documento escribiremos algunas ecuaciones con \LaTeX\
15 \end{abstract}
16
17 \begin{keywords} \LaTeX\, ecuaciones \end{keywords}
18
19 \section{Modo \textit{inline}}
20 En \LaTeX\ se pueden incluir ecuaciones en el texto del siguiente modo:
21  $F(K,L) = A K^\alpha L^\beta$ . Aquí el delimitador \$ determina el
22 cambio del modo texto a modo matemático. Observar como se han obtenido
23 los exponentes.
24
25 Existe otro modo de incluir ecuaciones en línea:
26  $f(\lambda a + \mu b) = \lambda f(a) + \mu f(b)$ .
27 Notar que en el documento final no existe diferencia entre el uso del
28 delimitador empleado.
29
30 \section{Modo \textit{display}} Si el objetivo es que la ecuación
31 aparezca en una única línea y centrada, se utiliza el modo \textit{display},
32 que se determina se inicia y termina con dos $$
33 $$
34     E_c = \int_{q_0} (D(p) - p_0) dq
35 $$
36 De nuevo, el mismo efecto se consigue con el delimitador
37  $\backslash[ \dots ]\backslash$ :
38 \[
39     \frac{dp}{dt} = \dot{p} = E(p(t))
40 \]
41 \section{Entorno \textit{equation}}
42 En ocasiones puede interesar numerar una ecuación para referenciarla
43 en algún momento:
44 \begin{equation}
45 \left(
46     \begin{array}{c} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{array}
47 \right)
48 =
49 \left(
50 \begin{array}{cccc}
51     a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\
52     a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\
53     \vdots & \vdots & & \vdots \\
54     a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn}
55 \end{array}
56 \right)
57 \left(
58 \begin{array}{c} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{array}
59 \right)
60 + \left(
61 \begin{array}{c} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{array}
62 \right)
63 \end{equation}
64 En este caso hemos trabajado con matrices, entorno \texttt{array},
65 delimitados por paréntesis. \LaTeX\ calcula automáticamente el tamaño

```


66 de los mismo. El argumento que se añade en este entorno determina el
 67 número de columnas (tantos como caracteres), y el tipo de alineación
 68 de la misma (c - centrado, l-izquierda, r-derecha). Las columnas se
 69 separan con `\&`.

70 Este entorno, también puede usarse sin numeración:

```
71 \begin{equation*}
72   \mathbf{x} = A \mathbf{x} + \mathbf{c}
73   \quad
74   \Leftrightarrow
75   \quad
76   x_i = \sum_{j=1}^d a_{ij} x_j + c_i, \text{forall } i=1,\dots,d
77 \end{equation*}
```

78 Aquí se ha empleado la tipografía `\textit{bold}` en modo matemático,
 80 para indicar el carácter vectorial.

81 `\section{Entorno \textit{align}}`

82 Si la ecuación incluye varias líneas, el entorno `\texttt{align}` permite
 84 alinearlas con `\&`:

```
85 \begin{align}
86   \frac{dS}{dt} &= -\beta S(t) \setminus, I(t) \setminus \setminus
87   \frac{dI}{dt} &= \beta S(t) \setminus, I(t) - \gamma I(t) \setminus \setminus
88   \frac{dR}{dt} &= \gamma I \setminus \setminus
89   S(0) &= S_0, \quad R(0) = R_0, \quad \quad I(0) = I_0
90 \end{align}
```

91 Al igual que en el caso anterior, podemos omitir la numeración:

```
92 \begin{align*}
93   \left( \begin{array}{l}
94     x_t \setminus \setminus y_t
95   \end{array} \right)
96   &=
97   \left( \begin{array}{l}
98     1/2 \setminus \setminus 5/2
99   \end{array} \right)
100  +
101  \left( \begin{array}{rr}
102     2 \cdot 3^t - 2^t & \setminus \setminus & -3^t + 2^t \setminus \setminus \\
103     2 \cdot 3^t - 2^{t+1} - 1 & \setminus \setminus & -3^t + 2^{t+1}
104   \end{array} \right)
105  \left( \begin{array}{l}
106     1/2 - 1/2 \setminus \setminus \\
107     - 5/2
108   \end{array} \right)
109  \setminus \setminus
110  &=
111  \left( \begin{array}{l}
112     1/2 \setminus \setminus \\
113     5/2
114   \end{array} \right)
115  +
116  \left( \begin{array}{l}
117     (-3^t + 2^t)/2 \setminus \setminus (-3^t + 2^{t+1})/2
118   \end{array} \right)
```

```

119     = \frac{1}{2}
120     \left( \begin{array}{l}
121         -3^t + 2^t + 1 \\
122         \\
123         -3^t + 2^{t+1} + 5 \\
124     \end{array} \right)
125 \end{align*}
126 \end{document}

```

Archivo final: EjemploLatex2.pdf

MIS PRIMERAS ECUACIONES EN \LaTeX

CURSO 2020 - FECO04

Resumen. En este documento escribiremos algunas ecuaciones con \LaTeX

Key words. \LaTeX ecuaciones

1. Modo *inline*. En \LaTeX se pueden incluir ecuaciones en el texto del siguiente modo: $F(K, L) = AK^\alpha L^\beta$. Aquí el delimitador $\$$ determina el cambio del modo texto a modo matemático. Observar como se han obtenido los exponentes.

Existe otro modo de incluir ecuaciones en línea: $f(\lambda a + \mu b) = \lambda f(a) + \mu f(b)$. Notar que en el documento final no existe diferencia entre el uso del delimitador empleado.

2. Modo *display*. Si el objetivo es que la ecuación aparezca en una única línea y centrada, se utiliza el modo *display*, que se determina se inicia y termina con dos $\$$

$$E_c = \int_0^{q_0} (D(p) - p_0) dq$$

De nuevo, el mismo efecto se consigue con el delimitador $\backslash[\dots]$:

$$\frac{dp}{dt} = \dot{p} = E(p(t))$$

3. Entorno *equation*. En ocasiones puede interesar numerar una ecuación para referenciarla en algún momento:

$$(3.1) \quad \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} a_{11} & a_{12} & \dots & a_{1n} \\ a_{21} & a_{22} & \dots & a_{2n} \\ \vdots & \vdots & & \dots \\ a_{n1} & a_{n2} & \dots & a_{nn} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} x_1 \\ x_2 \\ \vdots \\ x_n \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} c_1 \\ c_2 \\ \vdots \\ c_n \end{pmatrix}$$

En este caso hemos trabajado con matrices, entorno `array`, delimitados por paréntesis. \LaTeX calcula automáticamente el tamaño de los mismo. El argumento que se añade en este entorno determina el número de columnas (tantos como caracteres), y el tipo de alineación de la misma (c - centrado, l-izquierda, r-derecha). Las columnas se separan con `&`.

Este entorno, también puede usarse sin numeración:

$$x = Ax + c \Leftrightarrow x_i = \sum_{j=1}^d a_{ij} x_j + c_i, \forall i = 1, \dots, d$$

Aquí se ha empleado la tipografía *bold* en modo matemático, para indicar el carácter vectorial.

4. Entorno *align*. Si la ecuación incluye varias líneas, el entorno `align` permite alinearlas con `&`:

$$(4.1) \quad \frac{dS}{dt} = -\beta S(t) I(t)$$

$$(4.2) \quad \frac{dI}{dt} = \beta S(t) I(t) - \gamma I(t)$$

$$(4.3) \quad \frac{dR}{dt} = \gamma I$$

$$(4.4) \quad S(0) = S_0, \quad R(0) = R_0, \quad I(0) = I_0$$

Al igual que en el caso anterior podemos omitir la numeración:

$$\begin{aligned} \begin{pmatrix} x_t \\ y_t \end{pmatrix} &= \begin{pmatrix} 1/2 \\ 5/2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} 2 \cdot 3^t - 2^t & -3^t + 2^t \\ 2 \cdot 3^t - 2^{t+1} - 1 & -3^t + 2^{t+1} \end{pmatrix} \begin{pmatrix} 1/2 - 1/2 \\ -5/2 \end{pmatrix} \\ &= \begin{pmatrix} 1/2 \\ 5/2 \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} (-3^t + 2^t)/2 \\ (-3^t + 2^{t+1})/2 \end{pmatrix} = \frac{1}{2} \begin{pmatrix} -3^t + 2^t + 1 \\ -3^t + 2^{t+1} + 5 \end{pmatrix} \end{aligned}$$

2.6. Otras funcionalidades

\LaTeX ofrece muchas más posibilidades de las que hemos comentado en este documento, que van desde la maquetación de documentos a la escritura de partituras musicales, pasando por el diseño de estructuras gráficas o escritura de fórmulas químicas.

En este apartado presentamos algunas funcionalidades que consideramos pueden ser de gran interés para un lego en la materia, todas ellas están incluidas en los archivos `ejemploLatex3.tex`, `ejemploLatex4.tex` y `ejemploLatex5.tex`. Básicamente presentaremos el comando, entorno o clase y algún ejemplo. En la bibliografía recomendada se puede ampliar la información.

2.6.1. Tipo de fuentes

La fuente por defecto en \LaTeX es Latin Modern Roman. Admite tres familias (*roman*, *serif*, *teleype*):

```
1 \textrm{Texto escrito en familia roman}
2 \textsf{Texto escrito en familia sans serif}
3 \texttt{Texto escrito en familia de mecanografiado}
```

<p>Texto escrito en familia roman</p> <p>Texto escrito en familia sans serif</p> <p>Texto escrito en familia de mecanografiado</p>
--

Cuatro tipos de letra (cursiva, recta, inclinada, versalitas):

```

1 \textit{Texto escrito en cursiva}
2 \textup{Texto escrito en letras rectas}
3 \textsl{Texto roman de estilo inclinado}
4 \textsc{Texto escrito en versalitas}

```

Texto escrito en cursiva
 Texto escrito en letras rectas
Texto roman de estilo inclinado
 TEXTO ESCRITO EN VERSALITAS

Y tres tipos de trazos (normal, intermedio, negrita):

```

1 Texto normal
2 \textmd{Texto de grosor intermedio}
3 \textbf{Texto en negrita}

```

Texto normal
 Texto de grosor intermedio
Texto en negrita

También existen diversos estilos en formato matemático:

- Formato caligráfico:

```

1 $$\mathcal{ABCDEFGHIJKLMNQRSTUWXYZ}$$

```

ABCDEFGHIJKLMNQRSTUWXYZ

- Formato bb:

```

1 $$\mathbb{ABCDEFGHIJKLMNQRSTUWXYZ}$$

```

ABCDEFGHIJKLMNQRSTUWXYZ

Existen versiones de L^AT_EX como LuaL^AT_EX o XeL^AT_EX que incorporan paquetes para trabajar con todo tipo de fuentes. Quedan fuera de los objetivos de esta introducción.

2.6.2. Tamaño de las fuentes

El tamaño de la fuente en un documento en L^AT_EX se define en relación al tamaño definido en el documento. Por defecto, un documento en L^AT_EX está definido con un tamaño de letra de 10 pt.

A partir de este tamaño es posible definir otros con los modificadores:

```
\tiny \scriptsize \footnote \small  
\large \Large \LARGE \huge \Huge
```

```
1 \begin{itemize}  
2 \item Tamaño tiny : { \tiny tiny}  
3 \item Tamaño scriptsize: { \scriptsize scriptsize}  
4 \item Tamaño footnote: { \footnotesize footnote}  
5 \item Tamaño small: { \small small}  
6 \item Tamaño large: { \large large}  
7 \item Tamaño Large { \Large Large}  
8 \item Tamaño LARGE { \LARGE LARGE}  
9 \item Tamaño huge { \huge huge}  
10 \item Tamaño HUGE { \Huge Huge}  
11 \end{itemize}
```

- Tamaño tiny : tiny
- Tamaño scriptsize: scriptsize
- Tamaño footnote: footnote
- Tamaño small: small
- Tamaño large: large
- Tamaño Large: Large
- Tamaño LARGE: LARGE
- Tamaño huge: huge
- Tamaño HUGE: Huge

2.6.3. Enumeraciones

Las enumeraciones se consiguen con los entornos: `itemize` o `enumerate`:

```

1 \begin{itemize}
2     \item Uno
3     \item Dos
4     \item Tres
5 \end{itemize}

```

- Uno
- Dos
- Tres

```

1 \begin{enumerate}
2     \item Uno
3     \item Dos
4     \item Tres
5 \end{enumerate}

```

1. Uno
2. Dos
3. Tres

2.6.4. Figuras

Para insertar figuras en un documento debemos en primer lugar cargar el paquete:

```
\usepackage{graphicx}
```

Este paquete contiene el comando

```
\includegraphics [opciones] {imagen}
```

que permite incluir imágenes. Entre las posibles opciones están la escala, la anchura, altura, ángulo de giro. El siguiente ejemplo incluye un gráfico dentro del elemento flotante `figure` que permite referenciarlo y/o incluir una descripción.

```

1 \begin{figure}[h]
2     \begin{center}
3         \includegraphics[scale = 0.2]{./logoFEyE.png}
4         \caption{Logo FEyE}
5     \end{center}
6 \end{figure}

```



Figura 15: Logo FEEyE.

2.6.5. Tablas

Las tablas se construyen con el entorno `tabular`. Como argumento se incorpora el número de columnas y su alineación (`r` - derecha, `l` - izquierda, `c` - centrado). La barra `|` indica que las columnas serán separadas con una línea vertical. Las líneas horizontales se consiguen con el comando `hline`.

A continuación presentamos un ejemplo donde la tabla ha sido centrada (entorno `center`) e incluida en un entorno `table` para que aparezca como elemento flotante, y pueda ser referenciada.

```
1 \begin{table}[h]
2   \begin{center}
3     \begin{tabular}{| r | l | c |}
4       \hline
5       Fruta & Cantidad & Origen \\ \hline
6       Manzana & 4 & Estados Unidos \\
7       Naranja & 10 & España \\
8       Plátano & 3 & Colombia \\ \hline
9     \end{tabular}
10    \caption{Fruta disponible}
11    \label{tab:fruta}
12  \end{center}
13 \end{table}
```

Fruta	Cantidad	Origen
Manzana	4	Estados Unidos
Naranja	10	España
Plátano	3	Colombia

Cuadro 1: Fruta disponible.

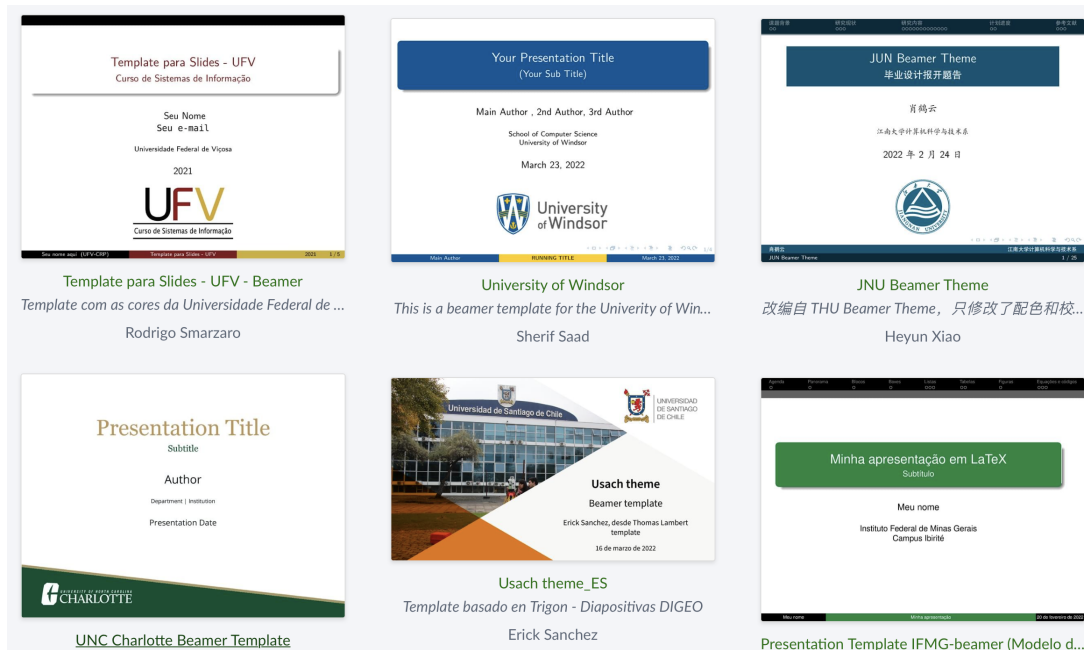


Figura 16: Plantillas de la clase beamer. Fuente: <https://es.overleaf.com/gallery/tagged/presentation/page/1>.

2.6.6. Clase beamer

Con esta clase de $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ se pueden construir presentaciones. Las páginas se organizan con el entorno `frame`. La configuración de esta clase no es sencilla, por ello, la mejor estrategia es partir de una plantilla y modificarla convenientemente. En las siguientes web se pueden obtener abundantes ejemplos:

- https://deic.uab.cat/~iblanes/beamer_gallery/index.html
- <https://es.overleaf.com/gallery/tagged/presentation/page/1>

2.6.7. Bibliografía

Otra de las características destacables de $\text{L}^{\text{A}}\text{T}_{\text{E}}\text{X}$ es la gestión de la bibliografía. Este tratamiento se puede realizar de forma estática (entorno `thebibliography`) o dinámica (herramienta BibTeX). El documento <http://logistica.fime.uanl.mx/miguel/docs/BibTeX.pdf> describe en forma concisa ambos casos.

En el primer caso (estático), la lista de referencias bibliográficas se incluye directamente en el documento, a través del entorno:


```

\begin{thebibliography}{0}
...
\bibitem{label} Referencia
...
\end{thebibliography}

```

Cada una de las referencias se incorpora con el comando `\bibitem`. Este comando, requiere como argumento la etiqueta `label`, que se utilizará en el cuerpo de documento para citar mediante el comando `cite`. La bibliografía del documento `ejemploLatex1.tex`, que reproducimos a continuación, se ha gestionado de este modo. Cuando la bibliografía se introduce de este modo, las normas de estilo (orden, numeración, nombre completo/abreviado, ...) son responsabilidad del usuario.

```

1 \begin{thebibliography}{0}
2   \bibitem{CursoUvaLatex} {\sc Luis M. Molina}. Apuntes de \LaTeX\,. Capítulo I. 2009
3     \url{http://metodos.fam.cie.uva.es/~latex/apuntes/apuntes.html}.
4   \bibitem[Lampport94]{\sc Lampport, Leslie}. LaTeX: A document preparation system
5     (2nd edition). Updated for LaTeX2e., Reading, Mass., Addison-Wesley, 1994.
6     ISBN 0-201-52983-1
7 \end{thebibliography}

```

Cuando se trabaja de forma dinámica, el flujo de trabajo es distinto. En primer lugar, se crea una base de datos con las referencias en formato bibtex (`.bib`). En este formato cada referencia aparece determinada por una serie de etiquetas; a continuación copiamos parte de la base de datos que se utilizará en `ejemploLatex4.tex`.

```

1 @book{texbook,
2   author = {Donald E. Knuth},
3   year = {1986},
4   title = {The {\TeX} Book},
5   publisher = {Addison-Wesley Professional}
6 }
7
8 @article{knuth:1984,
9   title={Literate Programming},
10  author={Donald E. Knuth},
11  journal={The Computer Journal},
12  volume={27},
13  number={2},
14  pages={97--111},
15  year={1984},
16  publisher={Oxford University Press}

```

```

17 }
18
19 @inproceedings{lesk:1977,
20   title={Computer Typesetting of Technical Journals on {UNIX}},
21   author={Michael Lesk and Brian Kernighan},
22   booktitle={Proceedings of American Federation of
23             Information Processing Societies: 1977
24             National Computer Conference},
25   pages={879--888},
26   year={1977},
27   address={Dallas, Texas}
28 }

```

La mayor parte de los gestores bibliográficos permiten descargar las citas bibliográficas en formato bibtex (ver figura 17).

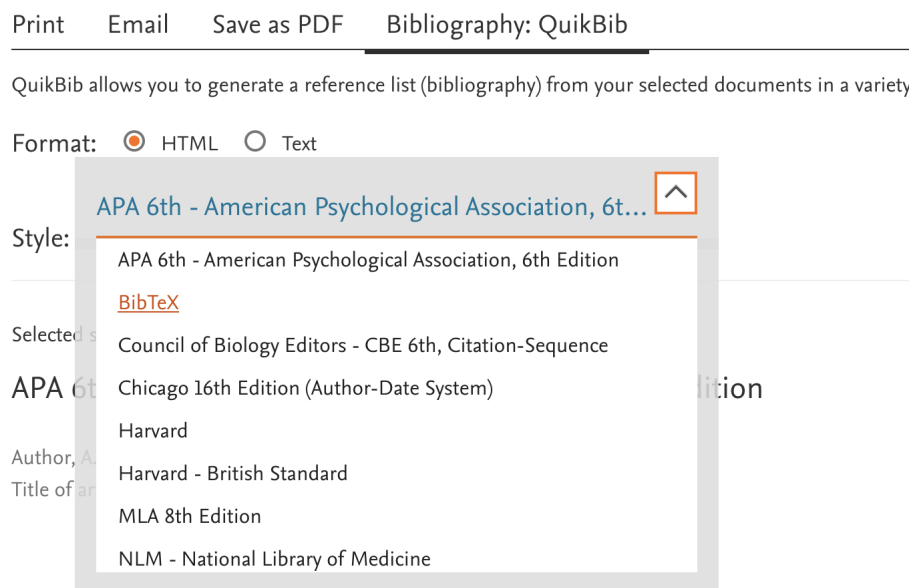


Figura 17: El gestor Scopus permite descargar las citas bibliográficas en formato bitex.

Tras construir la base de datos, el proceso de citación en el cuerpo del documento se realiza con el comando `cite` como en el caso anterior. Al finalizar el documento, la bibliografía se incluye con el comando `bibliography` y el estilo se configura con el comando `bibliographystyle`:

```
1 \bibliography{biblio.bib}
2 \bibliographystyle{abbrv}
```

Para compilar se procede del siguiente modo:

```
pdflatex
bibtex
pdflatex
pdflatex
```

El primer `pdflatex` recopilará todas las referencias que son citadas en el documento. El comando `bibtex` construye un entorno `thebibliography` con las referencias y el estilo bibliográfico correspondientes. El segundo `pdflatex` incluye la bibliografía y el último las referencias cruzadas dentro del documento. No obstante, si trabajamos con TeXstudio, el proceso de compilación es exactamente el mismo (pulsar el doble triángulo verde): el programa detectará automáticamente que necesita utilizar Bibtex. Tan solo apreciaremos que en la primera llamada el proceso de compilación es más lento (en realidad, se está iterando el proceso varias veces).

2.6.8. Paquetes gráficos

Los paquetes `tikz`, `pgf` y `pgfplots` permiten generar esquemas o gráficos con \LaTeX de gran calidad. La documentación correspondiente es accesible en:

- <https://www.ctan.org/pkg/pgf>
- <https://ctan.org/pkg/pgfplots>

En el archivo `ejemploLatex5.tex` incluimos algunos ejemplos que muestran la capacidad de los mismos. La compilación de este archivo requiere algún tiempo.

3. Cuestionarios con Moodle- \LaTeX

A partir de ahora asumiremos que el usuario está familiarizado con el entorno \LaTeX (edición del archivo fuente y compilación) y que conoce las opciones de Moodle que permiten añadir y configurar una actividad cuestionario a partir de un banco de preguntas (<https://>

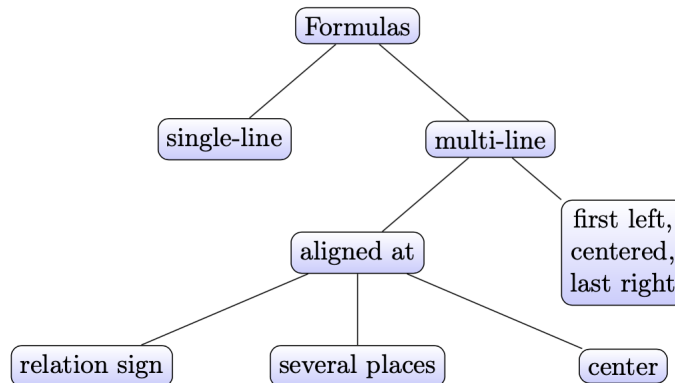


Figura 18: Ejemplo de una estructura en árbol generada con TikZ. Fuente: <https://www.ctan.org/pkg/pgf>.

docs.moodle.org/all/es/Preguntas, https://docs.moodle.org/400/en/Questionnaire_module).

El estilo `moodle.sty` creado por Hendrickson (2006 - v0.5) y Guerquin-Kern (2021 - v.09) permite generar bancos de preguntas mediante \LaTeX , que después pueden ser incorporados al entorno Moodle. En esta sección describimos las principales características de este estilo y las reglas básicas para generar cuestionarios de elección múltiple con retroalimentación, cuestiones de verdadero/falso, preguntas cortas, numéricas y preguntas combinadas (cloze). Otro tipo de cuestiones (emparejamiento y ensayo) son posibles pero no serán descritas. La documentación completa del estilo `moodle.sty` se encuentra en Hendrickson y Guerquin-Kern (2021).

La versión v0.5 del estilo `moodle.sty` presentaba ciertas debilidades para el tratamiento de la retroalimentación. Para el correcto desarrollo del proyecto [6], que constituyó el germen de este trabajo, fue preciso introducir en el citado estilo modificaciones que permitían:

- Impresión de la retroalimentación en el documento pdf.
- Exportación de caracteres especiales (acentos, ¿?, ñ) a Moodle.

La versión v.09 de estilo `moodle.sty`, recientemente publicada, corrige estas deficiencias y ofrece otras ventajas como:

- Inclusión de macros propios y/o paquetes adicionales de \LaTeX .
- Inclusión de gráficos.

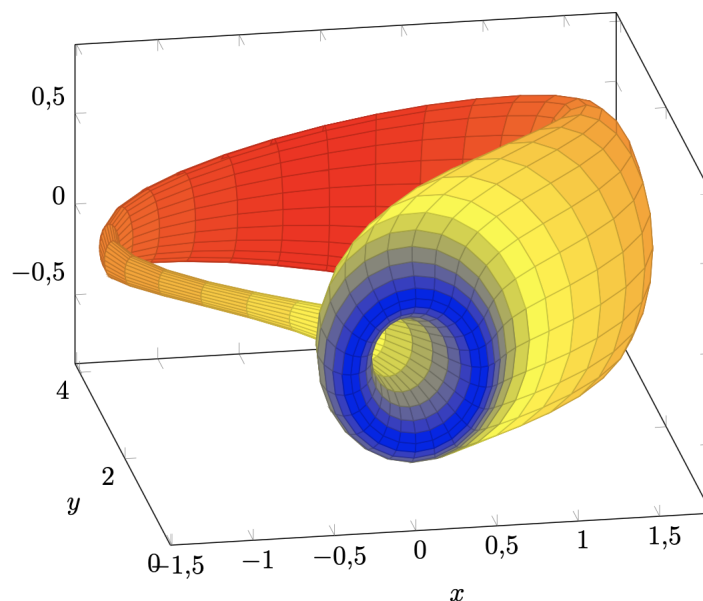


Figura 19: Botella de Klein. Fuente: <https://ctan.javinator9889.com/graphics/pgf/contrib/pgfplots/doc/pgfplots.pdf>.

- Posibilidad de crear varios bancos de preguntas/cuestionarios en el mismo documento.
- Generación de cuestionarios en formato pdf.

Por todo ello, la segunda parte del proyecto se desarrolló con esta nueva versión, que será la que aparece descrita en los siguientes epígrafes.

3.1. Descripción del proceso

En el proceso de generación de un cuestionario con `moodle.sty` se distinguen las siguientes etapas:

1. Instalar el estilo `moodle.sty` a través del gestor de paquetes (MikTeX, TexLive Utility) o directamente desde <https://www.ctan.org/pkg/moodle>. Lo habitual es que el paquete esté incluido en la distribución y no sea necesario añadirlo.
2. Crear o editar el código fuente. Presentamos a continuación una plantilla, denominada `ejemplo.tex`, similar a la plantilla utilizada en el curso.

```

1 \documentclass[12pt]{article}
2 \usepackage{latexsym,amssymb,amsthm,amsfonts,amsmath}
3 \usepackage{moodle}
4 \moodleregisternewcommands
5 \newcommand{\mathbb{R}}{}
6 \begin{document}
7 \begin{quiz}{Análisis Matemático.Tema 1}
8 \begin{multi}[points=4, penalty=0.15, feedback={definición de conjunto compacto}]{T1P01}
9   Sea  $A \subset \mathbb{R}^n$  un conjunto compacto. Cuál de estas afirmaciones es falsa
10   \item[feedback={Es cierta porque un conjunto
11     es compacto si y solo si es cerrado y acotado}]  $A$  es un conjunto cerrado
12   \item[feedback={Es cierta porque un conjunto es
13     compacto si y solo si es cerrado y acotado}]  $A$  es un conjunto acotado
14   \item[feedback={Es falsa porque un conjunto es compacto si y solo si es cerrado
15     y acotado, de modo que no puede ser abierto}]  $A$  es un conjunto abierto
16   \item[feedback={Un conjunto compacto tiene puntos frontera.
17     Por ejemplo, el intervalo  $[a, b]$  es compacto y  $a$  y  $b$  son puntos frontera}]]
18      $A$  tiene puntos frontera
19 \end{multi}
20 \end{quiz}
21 \end{document}

```

Archivo ejemplo.tex

3. Compilar usando pdfL^AT_EX. Además del pdf, se generará el archivo ejemplo-moodle.xml. En la figura 20 se muestran salidas parciales de estos archivos.

LatexToMoodle.Tema 1

1. T1P01

MULT 4 points 0.10 penalty Single Shuffle

Sea $A \subset \mathbb{R}^n$ un conjunto compacto. Cuál de estas afirmaciones es falsa

(a) A es un conjunto cerrado (-33.33333%) → *Es cierta porque un conjunto es compacto si y solo si es cerrado y acotado*

(b) A es un conjunto acotado (-33.33333%) → *Es cierta porque un conjunto es compacto si y solo si es cerrado y acotado*

(c) A es un conjunto abierto (100%) → *Es falsa porque un conjunto es compacto si y solo si es cerrado y acotado, de modo que no puede ser abierto*

(d) A tiene puntos frontera (-33.33333%) → *Un conjunto compacto tiene puntos frontera. Por ejemplo, el intervalo $[a, b]$ es compacto y a y b son puntos frontera*

Total of marks: 4

```

<?xml version="1.0" encoding="iso-8859-1"?>
<!-- This file was generated on 2021-03-18 by pdfLaTeX -->
<!-- running on *NIX with the package moodle v0.9 -->

<quiz>
  <question type="category">
    <category>
      <text>${course}/top/LatexToMoodle.Tema 1</text>
    </category>
  </question>

  <question type="multichoice">
    <name format="html">
      <text><[[CDATA[T1P01]]]</text>
    </name>
    <questiontext format="html">
      <text><[[CDATA{p}La proposici&acute;n &ldquo;no es cierto que algunos han
aprobado&rdquo;: </p>]</text>
    </questiontext>
    <defaultgrade>4</defaultgrade>

```

Figura 20: Salidas generadas tras compilar con L^AT_EX, pdf (izquierda), xml (derecha).

4. Abrir Moodle (plataforma Studium en la USAL), seleccionar un curso, activar edición → más... → banco de preguntas → importar. Seleccionar “Formato Moodle XML”, escoger el archivo ejemplo-moodle.xml y pulsar importar. En la figura 21 se presenta este proceso

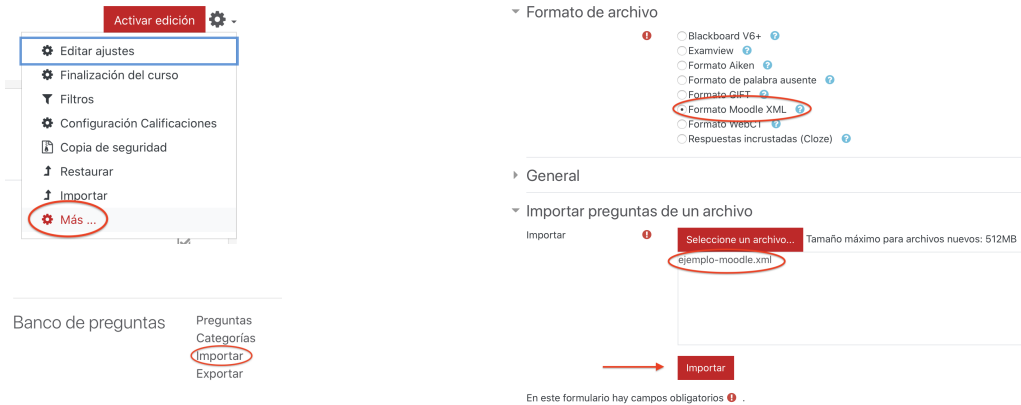


Figura 21: Proceso para la importación del cuestionario en Moodle-Studio.

5. Finalizado el proceso Moodle crea una categoría con las preguntas importadas. A partir de ese momento la pregunta puede ser seleccionada como parte de un cuestionario. En la figura 22 aparece la cuestión sobre el entorno Moodle y la retroalimentación que recibiría el alumno durante el proceso de revisión.

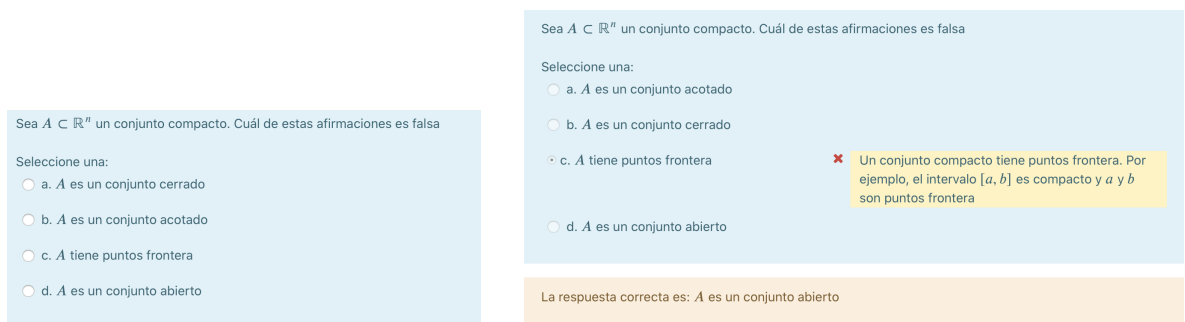


Figura 22: Cuestión de elección múltiple en el entorno Moodle-Studio (izquierda) y retroalimentación durante el proceso de revisión (derecha).

3.2. Preámbulo y opciones del estilo

En esta sección nos referiremos de forma recurrente a las líneas del archivo `ejemplo.tex` que aparece en la página 37.

Como ya se mencionó anteriormente en un documento \LaTeX se denomina preámbulo a las líneas iniciales (líneas 1-5) destinadas a la definición del tipo de documento (línea 1), inclusión de paquetes específicos (líneas 2-3) y definición de macros y comandos (líneas 4-5).

Para generar un cuestionario exportable al entorno Moodle es necesario cargar en el preámbulo el estilo o paquete `moodle` (línea 3 en `ejemplo.tex`). La nueva versión de este estilo permite el uso de otros paquetes y macros propias (línea 5). La instrucción `\moodleregisternewcommands` (línea 4) es necesaria para la exportación correcta de estas macros a la salida `xml`.

Se desaconseja el uso del paquete de idioma `babel`, pues se han detectado conflictos con los operadores relacionales `<`, `>`. Por tanto, para escribir tildes o la letra ñ se debe recurrir a las instrucciones:

$$\backslash'a, \backslash'e, \backslash'i, \backslash'o, \backslash'u, \backslash\sim n$$

El paquete `moodle` puede ser invocado en diversos modos mediante la instrucción:

$$\backslashusepackage[mode]{moodle}$$

donde `mode` puede ser:

`draft`, en este caso la salida `xml` no es generada. Este modo es útil durante el proceso de edición del cuestionario.

`handout`, con esta opción el documento `pdf` se genera libre de cierta información (puntuación, retroalimentación, respuesta correcta) y puede ser utilizado con otros propósitos docentes (ver figura 23).

`section`, si esta opción es activada, los distintos cuestionarios que figuran en el documento son numerados como secciones.

AnalisisMatematico.Tema 1

1. T1P01 MULTI Single

Sea $A \subset \mathbb{R}^n$ un conjunto compacto. Cuál de estas afirmaciones es falsa

- (a) A es un conjunto abierto
- (b) A es un conjunto acotado
- (c) A tiene puntos frontera
- (d) A es un conjunto cerrado

Figura 23: Salida pdf del modo `handout`. Nótese que se ha suprimido la retroalimentación y puntuación.

3.3. Entornos *quiz* y *question*

Los cuestionarios en el estilo `moodle.sty` se definen por medio del entorno `quiz` que está compuesto, a su vez, de varios entornos `.question`. Un archivo `.tex` puede contener varios entornos `quiz`.

El entorno `quiz` presenta la siguiente estructura:

```
\begin{quiz}{<category name>}
... questions
\end{quiz}
```

La etiqueta `<category name>` es el nombre que Moodle asignará al cuestionario tras la importación.

La sintáxis para un entorno cuestión es:

```
\begin{<question type>}[<question options>]{<question name>}
<question text>
\item[<item options>] <item>
...
\item[<item options>] <item>
\end{<question type>}
```

Recordar que en \LaTeX todos los argumentos que aparecen entre corchetes `[]` tienen carácter opcional. La etiqueta `<question type>` determina el tipo de pregunta y puede ser: `multi`, elección multiple.

`truefalse`, verdadero o falso.

`numerical`, pregunta cuya respuesta es un número decimal.

`shortanswer`, pregunta cuya respuesta es una palabra o frase.

`essay`, pregunta de desarrollo.

`matching`, pregunta de emparejamiento.

`cloze`, pregunta combinada.

La configuración y características de algunas de estas cuestiones serán detalladas en las siguientes secciones, para el resto remitimos a Hendrickson y Guerquin-Kern (2021).

La etiqueta `<question options>` permite configurar (con carácter opcional) las propiedades de la pregunta. Algunas de las opciones comunes a todos los tipos son:

`points`, por defecto cada pregunta es valorada con un punto. Mediante este parámetro se puede modificar la calificación asignada.

`penalty`, en cuestionarios donde varios intentos son permitidos, este parámetro determina la penalización por intento incorrecto. El valor por defecto es `penalty = 0.1`.

`feedback`, permite introducir la retroalimentación asociada a la pregunta. La retroalimentación se mostrará en la revisión del cuestionario independientemente de la respuesta.

En los siguientes apartados se comentarán otras opciones exclusivas de cada tipo de pregunta.

La etiqueta `<question name>` recoge el nombre de la pregunta en el banco de preguntas, y `<question text>` es el espacio destinado al enunciado o planteamiento de la pregunta. Finalmente los campos `<item option>` e `<item>` dependen del tipo de cuestión y serán explicados específicamente en las siguientes secciones.

3.4. Elección múltiple (`multi`)

La sintaxis de una cuestión de elección múltiple es:

```

\begin{multi}[<question options>]{<question name>}
  <question text>
  \item[<item options>]* <correct answer>
  \item[<item options>] <wrong answer>
  ...
  \item[<item options>] <wrong answer>
\end{multi}

```

La respuesta correcta se indica con un asterisco tras las *<item options>*, si las hubiera. No es preciso que esta respuesta se encuentre en el primer lugar.

En el caso de la cuestión `multi`, la etiqueta *<question options>* admite, además de las opciones comentadas en la sección anterior, las siguientes:

`suffle`, determina si el entorno Moodle aleatorizará el orden de las respuestas de la pregunta (`suffle = true`) o mantendrá el orden en el que aparecen en el documento (`suffle = false`). Su valor por defecto es `suffle = true`.

`single / multiple`, con la opción `single` se indica que solo una respuesta es correcta (solo una de las respuestas está marcada con asterisco). En el caso `multiple` varias opciones son correctas. La opción por defecto es `single`.

`allornothing`, es similar a la opción `multiple`. Si es activada, la puntuación de la pregunta solo se obtendrá si todas las opciones correctas son marcadas.

Por otro lado, cada `\item` puede ser configurado a través de *<item options>* con los parámetros:

`feedback`, permite introducir la retroalimentación de la respuesta. En la revisión se mostrará el `feedback` de la respuesta seleccionada.

`fraction`, permite configurar la puntuación (valores positivos entre 0 y 100) o penalización de la pregunta (valores negativos entre 0 y 100). En el caso de preguntas con varias cuestiones correctas, es posible distribuir la puntuación entre las distintas opciones correctas.

Ejemplos

- Pregunta de elección `multiple` con puntuación de 4 puntos, con una única respuesta válida y tres incorrectas con penalización $-1/3$. Obsérvese que no es necesario asignar

puntuación a la opción correcta. En este ejemplo solo se proporciona retroalimentación en las respuestas incorrectas.

```

\begin{multi}[points=4]{T4P008}
  Sea  $A$  una matriz cuadrada y  $\lambda$  un valor propio de  $A$ . Entonces
  \item[fraction=-33.33333, feedback={El 0 tambi\en puede ser un valor propio}]$
  \lambda \neq 0$
  \item[fraction=-33.33333, feedback={Ser\ia cierto si  $\lambda \neq 0$ ,
  pero no si  $\lambda=0$ }] $ \det A \neq 0$
  \item[fraction=-33.33333, feedback={Ser\ia cierto si  $\lambda=0$ , pero no en otro caso}]
  $\det A = 0$
  \item* $\det (A-\lambda I)=0$
\end{multi}

```

T4P008

MULTI
 4 points
 0.10 penalty
 Single
 Shuffle

Sea A una matriz cuadrada y λ un valor propio de A . Entonces

- (a) $\lambda \neq 0$ (-33.33333%) → *El 0 también puede ser un valor propio*
- (b) $\det A \neq 0$ (-33.33333%) → *Sería cierto si $\lambda \neq 0$, pero no si $\lambda = 0$*
- (c) $\det A = 0$ (-33.33333%) → *Sería cierto si $\lambda = 0$, pero no en otro caso*
- (d) $\det(A - \lambda I) = 0$ (100%)

- Pregunta de elección múltiple con puntuación de 2 puntos, con dos respuestas válidas y dos incorrectas. Nótese que aunque no se asigna puntuación a las respuestas, por defecto se distribuye la puntuación/penalización de forma proporcional entre las respuestas correctas/incorrectas, respectivamente. Esta información aparece en el documento en pdf. En este caso se proporciona retroalimentación en todas las respuestas.

```

\begin{multi}[multiple,points=2]{T1P004}
  Si  $A$  y  $B$  son conjuntos tales que  $A \subseteq B$ , señala las opciones correctas:
  \item[feedback={Los elementos de  $A \cup B$  son los elementos que pertenecen a
   $A$  o a  $B$ , luego  $B \subseteq A \cup B$ }] $ A \cup B = A$
  \item[feedback={Los elementos de  $A \cap B$  son los elementos que pertenecen
   $A$  y a  $B$  a la vez, luego  $A \cap B = A$ }] $ A \cap B = A$
  \item[feedback={Los elementos de  $A \cap B$  son los elementos que pertenecen
   $A$  y a  $B$  a la vez, luego  $A \cap B = B$ }] $ A \cap B = B$
  \item[feedback={ $\subseteq$  indica contenido en, ser subconjunto de}] *
  $ A$ es un subconjunto de $ B$
\end{multi}

```

T1P004

MULTI 2 points 0.10 penalty Multiple Shuffle

Si A y B son conjuntos tales que $A \subseteq B$, señala las opciones correctas:

- (a) $A \cup B = A$ (-50%) → Los elementos de $A \cup B$ son los elementos que pertenecen a A o a B , luego B
- (b) $A \cap B = A$ (50%) → Los elementos de $A \cap B$ son los elementos que pertenecen a A y a B a la vez, luego A
- (c) $A \cap B = B$ (-50%) → Los elementos de $A \cap B$ son los elementos que pertenecen a A y a B a la vez, luego A
- (d) A es un subconjunto de B (50%) → \subset indica contenido en, ser subconjunto de

3.5. Verdadero/Falso (truefalse)

La sintaxis de una cuestión de verdadero/falso es:

```
\begin{truefalse}[<question options>]{<question name>}
  <question text>
  \item[<feedback when true is chosen>]*
  \item[<feedback when false is chosen>]
\end{truefalse}
```

Este modelo de pregunta solo presenta como *<item option>* la retroalimentación. En primer lugar se proporciona la retroalimentación para la opción verdadero, y en segundo lugar para la opción falso. El asterisco, como en caso anteriores, indica la opción correcta y, obviamente, aparece en el primer `\item` cuando la opción verdadero es correcta, y en el segundo caso cuando lo es la opción falso.

Ejemplos

- Cuestión de verdadero o falso, con puntuación de 1 punto, donde la opción correcta es verdadero, y donde se presenta retroalimentación en las dos opciones.

```
\begin{truefalse}[points=1]{T4P001}
  Sea  $f: \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$  una aplicación lineal.  $\text{Im}(f)$ 
  es un subespacio vectorial de  $\mathbb{R}^2$ :
  \item[feedback={Toda combinaci'on de vectores de la imagen pertenece a la
  imagen}]*
  \item[feedback={Toda combinaci'on de vectores de la imagen pertenece a la
  imagen}]
\end{truefalse}
```

T4P001

TRUE/FALSE 1 point

Sea $f : \mathbb{R}^3 \rightarrow \mathbb{R}^2$ una aplicación lineal. $Im(f)$ es un subespacio vectorial de \mathbb{R}^2 :

- **True** ✓ → *Toda combinación de vectores de la imagen pertenece a la imagen*
- **False** → *Toda combinación de vectores de la imagen pertenece a la imagen*

- Cuestión de verdadero o falso, con puntuación de 1 punto, donde la opción falso es correcta, y donde se proporciona retroalimentación en la opción verdadero.

```
\begin{truefalse}[points=1]{T2P01}
  Toda serie  $\sum a_n$  convergente es sumable:
  \item[feedback={Que una serie sea convergente implica que el límite de sus
sumas parciales es finito, pero no que este límite pueda calcularse.}]
  \item[feedback={}]*
\end{truefalse}
```

T2P01

TRUE/FALSE 1 point

Toda serie $\sum a_n$ convergente es sumable:

- **True** → *Que una serie sea convergente implica que el límite de sus sumas parciales es finito, pero no que este límite pueda calcularse.*
- **False** ✓

3.6. Numérica (numerical)

En las cuestiones numéricas se introduce un número real en forma decimal. Su formato típico es:

```
\begin{numerical}[<question options>]{<question name>}
  <question text>
  \item[<option>] <correct answer>
\end{numerical}
```

Este tipo de cuestiones admite como $\langle question\ options \rangle$ el parámetro **tolerance** que permite fijar una tolerancia para validar la respuesta. No es necesario, aunque es posible,

incluir respuestas incorrectas. En ocasiones puede ser interesante proporcionar retroalimentación para cualquier respuesta errónea; esto puede hacerse con un item seguido del caracter *, asignándole una puntuación 0 (`fraction = 0`). En esta ocasión el asterisco no indica que la opción sea correcta, sino que actúa como un comodín representando a cualquier respuesta distinta del espacio en blanco.

Ejemplos

- Cuestión numérica valorada con un punto, cualquier respuesta en el rango $[0.49, 0.51]$ proporcionará la puntuación completa. Cualquier otra no sumará ninguna puntuación y se mostrará la retroalimentación correspondiente.

```
\begin{numerical}[points=1]{T2P02}
  Calcular  $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+2+\dots+n}{n^2}$ 
  \item[tolerance = 0.01,feedback={}] 0.5
  \item[fraction = 0,feedback={El criterio de Stolz permite calcular el
  valor del límite}]*
\end{numerical}
```

T2P02

NUMERICAL 1 point 0.10 penalty

Calcular $\lim_{n \rightarrow \infty} \frac{1+2+\dots+n}{n^2}$

- 0.5.01 ✓
- * (0%) → *El criterio de Stolz permite calcular el valor del límite*

- Cuestión numérica, similar a la anterior, que proporciona retroalimentación cuando la respuesta es correcta o incorrecta.

```
\begin{numerical}[points=1]{T2P03}
  Determinar  $\int_0^{\infty} x^2 e^{-x^3} dx$ 
  \item[tolerance = 0.01, feedback={Se trata de una integral
  impropia de segunda especie}] 0.333
  \item[fraction = 0, feedback={Notar que  $(e^{-x^3})' = -3 x^2 e^{-x^3}$ }. Tras
  integrar utilizar la regla de Barrow}]*
\end{numerical}
```

T2P03

NUMERICAL 1 point 0.10 penalty

Determinar $\int_0^\infty x^2 e^{-x^3} dx$

- 0.333.01 ✓ → Se trata de una integral impropia de segunda especie
- * (0%) → Notar que $(e^{-x^3})' = -3x^2 e^{-x^3}$. Tras integrar utilizar la regla de Barrow

3.7. Pregunta corta (shortanswer)

Las preguntas cortas tienen por respuesta una palabra o frase. Su formato típico es:

```
\begin{shortanswer}[<question options>]{<question name>}
  <question text>
  \item[<option>] <correct answer>
  ...
  \item[<option>] <correct answer>
\end{shortanswer}
```

En estas cuestiones se puede utilizar el comando `\blank` para generar un espacio en blanco en el que se introducirá la respuesta. Por defecto, Moodle no es sensible a mayúsculas-minúsculas, pero si se utiliza `case sensitive` como `<question options>`, la corrección sí discriminará entre ambos tipos.

Al igual que en la cuestión de tipo numérico, solo se proporcionan respuestas correctas. En ocasiones puede ser interesante introducir varias versiones de la respuesta correcta, por ejemplo con punto o sin punto final.

Ejemplos

- Pregunta corta. Se aportan dos respuestas correctas, que difieren en el punto final. La última opción tiene por objetivo mostrar retroalimentación si la respuesta no es correcta.

```
\begin{shortanswer}[points=1]{T3P05}
Sea $ f: \mathbb{R}^5 \to \mathbb{R}^3 $ aplicaci'on lineal, si $ \dim(\ker f) = 2 $,
f es una aplicaci'on
  \item[feedback={Dado que $ \dim(\operatorname{Im} f) = 3 $ $f$ es epiyectiva}]
  Epiyectiva
  \item[feedback={Dado que $ \dim(\operatorname{Im} f) = 3 $ $f$ es epiyectiva}]
  Epiyectiva.
  \item[fraction=0,feedback={Para deducir el resultado basta utilizar la
```



```
f\formula que relaciona dimensiones de n\ucleo e imagen.}] *
\end{shortanswer}
```

T3P05

SHORTANSWER 1 point 0.10 penalty Case-Insensitive

Sea $f : \mathbb{R}^5 \rightarrow \mathbb{R}^3$ aplicación lineal, si $\dim(\text{Ker } f) = 2$, f es una aplicación

- Epiyectiva ✓ → Dado que $\dim(\text{Im } f) = 3$ f es epiyectiva
- Epiyectiva. ✓ → Dado que $\dim(\text{Im } f) = 3$ f es epiyectiva
- * (0%) → Para deducir el resultado basta utilizar la fórmula que relaciona dimensiones de núcleo e imagen.

- **Pregunta corta con sensibilidad a mayúsculas.** Al igual que el caso anterior, se incluye retroalimentación si la respuesta es incorrecta. No se ha introducido ningún tipo de retroalimentación cuando es correcta.

```
\begin{shortanswer}[points=1, case sensitive]{T4P01}
El resultado que asegura que toda funci\on continua sobre un compacto tiene m\aximo y
m\inimo se denomina:
\item[] Teorema de Weierstrass
\item[] Teorema de Weierstrass.
\item[fraction = 0, feedback = {Revisa el Teorema de Weierstrass}] *
\end{shortanswer}
```

T4P01

SHORTANSWER 1 point 0.10 penalty Case-Sensitive

El resultado que asegura que toda función continua sobre un compacto tiene máximo y mínimo se denomina:

- Teorema de Weierstrass ✓
- Teorema de Weierstrass. ✓
- * (0%) → Revisa el Teorema de Weierstrass

3.8. Pregunta combinada (cloze)

El entorno `cloze` permite combinar varios estilos de preguntas en una sola. Presentamos a continuación un ejemplo de este tipo de cuestión enfocado a la resolución de un problema de optimización:

```

\begin{cloze}{Optimizaci'on}
Considerar el siguiente problema de optimizaci'on:
$$\begin{array}{l}
\text{Optimizar } 2x + \frac{y}{2} - 2z \quad \backslash\backslash \\
\backslash\backslash \\
\text{s.a. } 2x^2 + y^2 + z^2 = 4 \\
\end{array}
$$
Calcular y clasificar sus puntos cr'iticos:

Coordenadas $(x,y,z;\lambda)$:
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] -0.8
\end{numerical}
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] -0.4
\end{numerical}
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] 1.6
\end{numerical}
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] -0.625
\end{numerical}

Car'acter (M'inimo local, M'aximo local, Punto silla)
\begin{shortanswer}
\item M'inimo local
\end{shortanswer}

Coordenadas $(x,y,z;\lambda)$:
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] 0.8
\end{numerical}
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] 0.4
\end{numerical}
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] -1.6
\end{numerical}
\begin{numerical}
\item[tolerance=0.0001] 0.625
\end{numerical}

Car'acter (M'inimo local, M'aximo local, Punto silla)
\begin{shortanswer}
\item M'aximo local
\end{shortanswer}

Con respecto a la clasificaci'on de los puntos cr'iticos anteriores,
como extremos globales, qu'e podemos afirmar sobre ellos
\begin{multi}
\item* Ambos son extremos globales.
\item Solo el m'inimo es extremo global.

```

```

\item Solo el m\aximo es extremo global.
\item Ninguno de los puntos es extremo global.
\item No es posible determinar si son extremos globales
\end{multi}

```

Justificar la afirmaci\on anterior:

```

\begin{shortanswer}
\item El conjunto factible es un compacto. Teorema de Weierstrass.
\end{shortanswer}
\end{cloze}

```

Optimizaci3n

0.10 penalty

Considerar el siguiente problema de optimizaci3n:

$$\text{Optimizar } 2x + \frac{y}{2} - 2z$$

$$\text{s.a. } 2x^2 + y^2 + z^2 = 4$$

Calcular y clasificar sus puntos cr\iticos: Coordenadas $(x, y, z; \lambda)$:

.0001 ✓

.0001 ✓

.0001 ✓

.0001 ✓

Car\acter (M\inimo local, M\aximo local, Punto silla)

✓

Coordenadas $(x, y, z; \lambda)$:

.0001 ✓

.0001 ✓

.0001 ✓

.0001 ✓

Carácter (Mínimo local, Máximo local, Punto silla)

SHORTANSWER 1 point Case-Insensitive

Máximo local ✓

Con respecto a la clasificación de los puntos críticos anteriores, como extremos globales, qué podemos afirmar sobre ellos

MULTI 1 point Single Shuffle

Ambos son extremos globales. ✓	
Solo el mínimo es extremo global.	
Solo el máximo es extremo global.	
Ninguno de los puntos es extremo global.	
No es posible determinar si son extremos globales	

Justificar la afirmación anterior:

SHORTANSWER 1 point Case-Insensitive

El conjunto factible es un compacto. Teorema de Weierstrass. ✓

4. Cuestionarios con WirisQuizzes ✓

4.1. Introducción

En esta sección vamos a describir la creación de preguntas en Moodle con la herramienta **WirisQuizzes** ✓. Introduciremos brevemente la interfaz de usuario de **Wiris Quizzes Studio**, la interfaz de usuario y los comandos más básicos de **CalcMe** = y la creación de los diferentes tipos de preguntas con **WirisQuizzes** ✓.

Hemos elaborado esta guía a partir de la documentación que aparece en <https://docs.wiris.com/quizzes/en/getting-started.html> y del *Curso Estándar de Wiris Quizzes* ofrecido de forma gratuita por *Wiris Training Team*. En la última subsección presentaremos, a modo de ejemplo, la vista previa en Moodle de varias preguntas desarrolladas para las asignaturas de Álgebra y Análisis.

WirisQuizzes ✓ es un sistema de calificación informatizado para preguntas de matemáticas y ciencias que mejora los cuestionarios con parámetros aleatorios. Una de las principales ventajas de **WirisQuizzes** ✓ es que permite enunciados dinámicos que varían cada vez que se accede al cuestionario, incluyendo variables aleatorias en el texto de la pregunta, en la respuesta y en la retroalimentación, de forma que cada estudiante debe responder una

pregunta distinta.

Para crear una pregunta con **WirisQuizzes** en Moodle comenzamos, como siempre, seleccionando el tipo de pregunta deseado (ver figura 24).

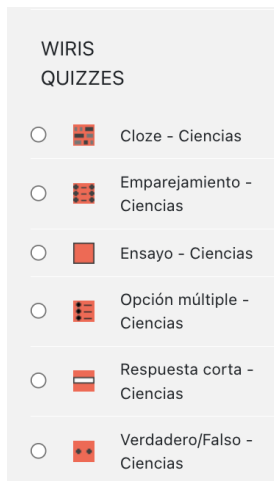


Figura 24: Tipos de preguntas en Wiris Quizzes.

A continuación, aparece la sección *General* con los mismos apartados que cualquier pregunta de Moodle. En el espacio del texto del enunciado y de la retroalimentación hay dos iconos adicionales, *MathType* y *ChemType*, (ver figura 25), que permiten acceder al editor de fórmulas para insertar fórmulas matemáticas o químicas.

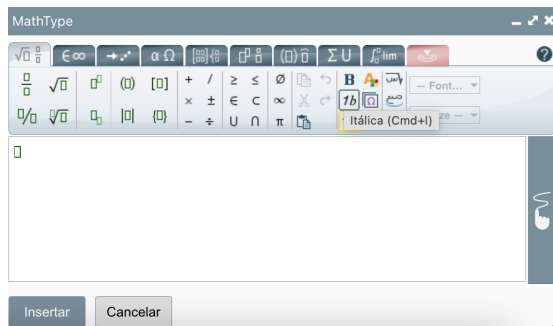


Figura 25: Editor de fórmulas MathType.

En la sección de *Respuesta*, seleccionando el icono



se accede a la interfaz de *Wiris Quizzes Studio* (ver <https://docs.wiris.com/quizzes/en/user-interface/wirisquizzes-studio.html>).

4.2. Interfaz de usuario de Wiris Quizzes Studio

Antes de describir los tipos de preguntas, presentamos brevemente la interfaz de usuario de *Wiris Quizzes Studio*, (ver figura 26), desde la que se va a definir gran parte del contenido matemático de la pregunta.

La interfaz está dividida en varias secciones según el tipo de pregunta elegido: respuesta correcta, validación, variables y vista previa en preguntas de respuesta corta; respuesta correcta, validación y variables en preguntas Cloze; respuesta correcta y variables en las preguntas ensayo, de emparejamiento, opción múltiple y verdadero/falso. Las imágenes que presentamos aquí corresponden a una pregunta de respuesta corta porque es la que tiene más opciones de configuración.

En la pantalla inicial se elige el tipo de respuesta, la respuesta correcta o/y el contenido inicial para que los estudiantes lo vean al abrir la pregunta.

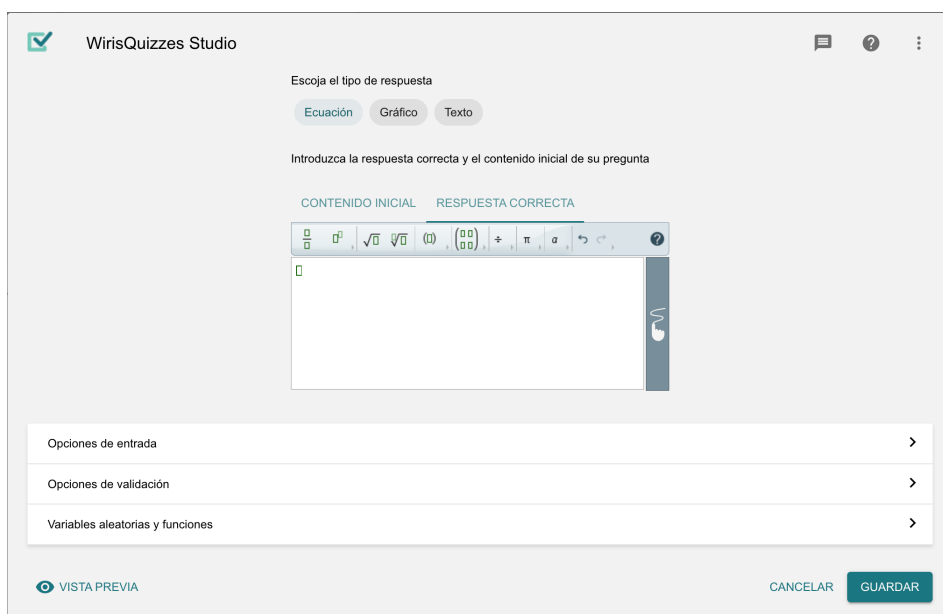


Figura 26: Interfaz de usuario de Wiris Quizzes Studio.

En la respuesta tipo *Texto* el estudiante responde con un texto sin formato y sin contenido matemático. En la respuesta tipo *Gráfico* el alumno debe dibujar en un lienzo; en ese caso, la herramienta de dibujo reemplaza el editor de ecuaciones. En la respuesta tipo *Ecuación* se admite cualquier expresión matemática, incluyendo la posibilidad de añadir unidades o monedas.

Desde esta pantalla se puede acceder a las secciones: de *Opciones de entrada*, *Opciones de validación*, *Variables aleatorias y funciones* y *Vista previa*

En la pantalla de *Opciones de entrada* que aparece por defecto al mostrar *Opciones relevantes*, (ver figura 27), hay que elegir el tipo de campo de entrada de la respuesta correcta (Editor de matemáticas incrustado, Editor de matemáticas en una ventana nueva o Campo de texto), y el campo de entrada auxiliar (Muestra una calculadora CalcMe auxiliar, Muestra un campo de texto auxiliar o No muestres campo de entrada auxiliar).

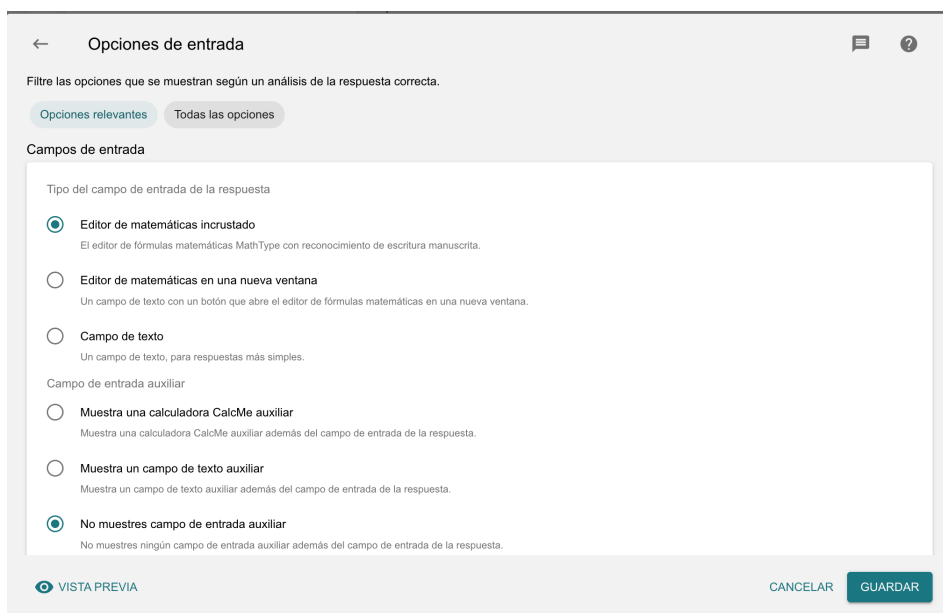


Figura 27: Ventana de Opciones de entrada.

Si se selecciona Editor de matemáticas incrustado, el estudiante deberá escribir su respuesta en el editor de fórmulas matemáticas **MathType** ✓ (ver figura 28), con reconocimiento de escritura manuscrita.

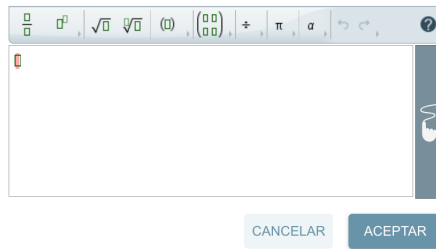
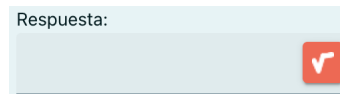


Figura 28: Editor de matemáticas, incrustado o en una nueva ventana, en Campos de entrada.

Si se elige Editor de matemáticas en una ventana nueva, el editor se abrirá al seleccionar




en



Si en la pantalla de *Opciones de entrada* se selecciona *Todas las opciones*, aparecen además las secciones *Respuesta compuesta* (si se pide más de una respuesta en la misma pregunta), y *Sintaxis de entrada*, donde se elige qué tipo de entrada se espera del estudiante y cómo se valida la respuesta correcta en función de la respuesta dada.

En la pantalla de *Opciones de validación*, (ver figura 29), es posible ajustar los parámetros de validación para el análisis de la respuesta correcta y definir el formato que debe tener la respuesta del estudiante para ser evaluada como correcta. Se divide en tres subsecciones: *Comparación con la respuesta del estudiante*, *Números* y *Simplificación*. Si se seleccionan *Todas las opciones*, aparece además la subsección *Unidades de medida*.

La pantalla de *Vista previa*, (ver figura 30), permite comprobar el comportamiento de la pregunta directamente sin tener que guardarla ni salir del editor. Se divide en tres elementos: *Respuesta del estudiante*, *Respuesta correcta* (con un icono de actualización si se han definido variables) y *Retroacción*.

Al seleccionar la opción *Variables aleatorias y funciones* se accede a la interfaz de CalcMe , un sistema algebraico computacional donde se pueden definir todas las variables y escribir el algoritmo para generar las variables aleatorias, números, expresiones, gráficos o funciones de evaluación, que pueden ser utilizadas en el enunciado de la pregunta, en la respuesta y en la retoralimentación.

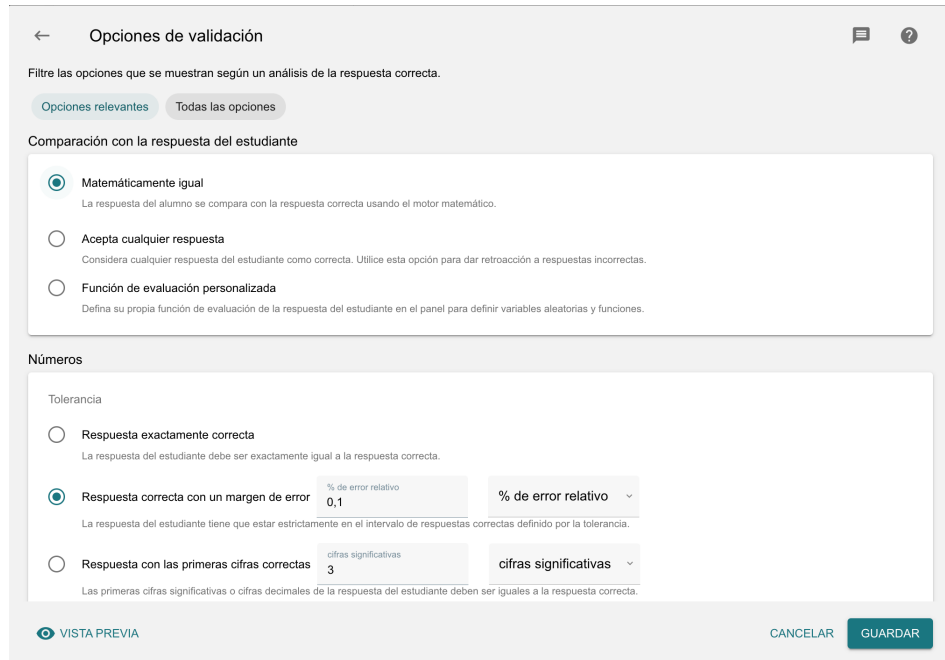





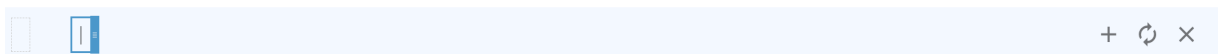
Figura 29: Ventana de opciones de validación.

4.3. CalcMe

CalcMe  es una calculadora en línea (<https://calcme.com/a>) basada en Javascript integrada en **WirisQuizzes** , que ofrece un sistema de cálculo y dibujo y cubre necesidades matemáticas básicas y avanzadas como generación de números aleatorios, polinomios, expresiones generales, vectores, matrices, listas, geometría, estadística, funciones de usuario y programación, entre otras.

La interfaz de **CalcMe**  se organiza en cuatro secciones: la hoja, el tablero, la barra de herramientas y el menú.

La hoja es el área principal y en ella se llevan a cabo los cálculos. Está organizada en líneas. Cada línea tiene tres botones a la derecha



que permiten, respectivamente, insertar una nueva línea antes que la actual, recalcular todo y borrar la línea.

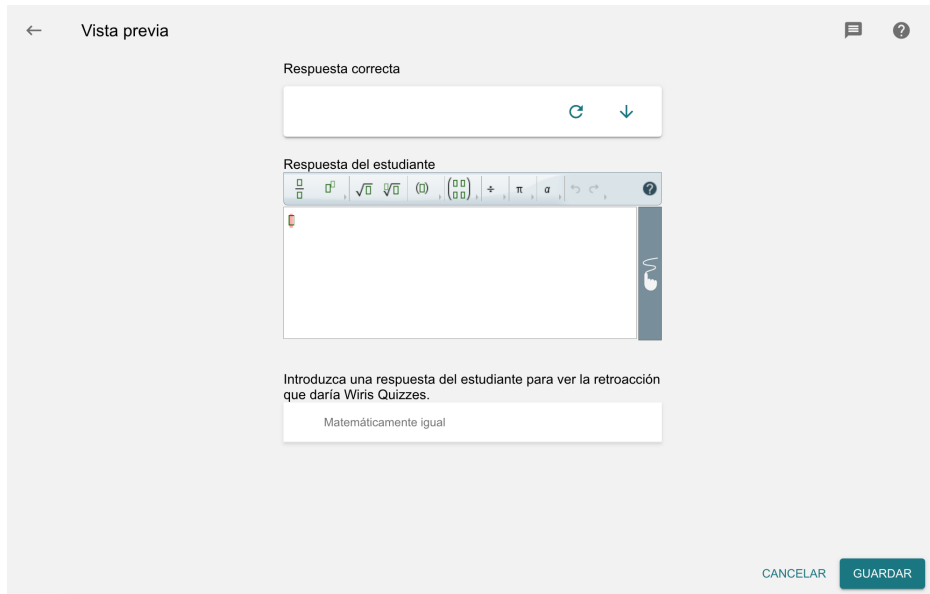


Figura 30: Pantalla de vista previa.

El icono



representa la acción más común. Se encuentra en la parte inferior derecha de la hoja y, dependiendo de la entrada, calcula una expresión numérica, reduce o simplifica una expresión simbólica, ejecuta una instrucción y resuelve una ecuación o sistema.

El tablero es el área donde se pueden representar funciones o gráficos, y solo aparece cuando se dibuja o se dibuja algo.

En la barra de herramientas



están las operaciones más frecuentes: fracción, potencia, raíz cuadrada y nueva línea; las acciones aproximar, simplificar, factorizar, sustituir, verificar, derivar, integrar, dibujar en 2 dimensiones, dibujar en 3 dimensiones, escribir texto, insertar imagen; abrir el editor de código para escribir un algoritmo, convertir la hoja en un algoritmo y abrir el tablero de dibujo.

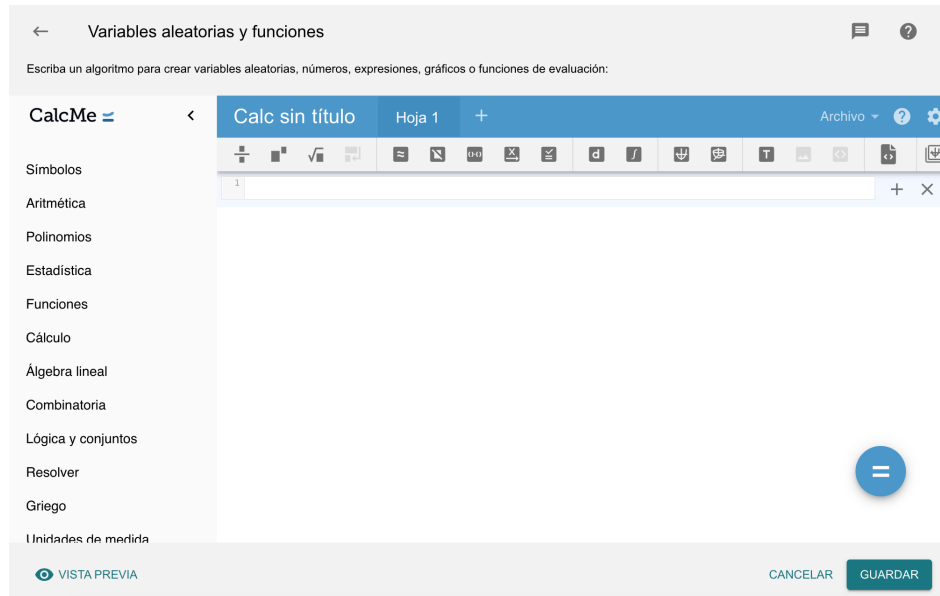


Figura 31: Interfaz de CalcMe.

Encima de la barra de herramientas está la barra de título y la sección de herramientas



para guardar el archivo en Drive o en el dispositivo, exportar como archivo pdf, acceder a la ayuda online o cambiar los ajustes globales de la aplicación.

El menú, en la parte izquierda, contiene una lista de símbolos e instrucciones, (ver figura 32), agrupados en secciones desplegadas, incluyendo comandos de programación.

Se puede definir variables y funciones en la hoja o en el editor de código. En la hoja hay que escribir el nombre de la variable en el área a la izquierda, elegir el tipo de asignación, (ver figura 33), y definir la variable en el área de la derecha. En el editor de código se escribe directamente siguiendo el mismo esquema `nombre_variable = valor_variable` o `nombre_variable := valor_variable`. El nombre puede incluir subíndices. Al utilizar las variables fuera de CalcMe su nombre debe ir precedido del símbolo # .

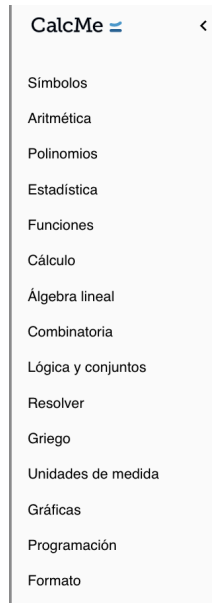


Figura 32: Lista de símbolos e instrucciones en CalcMe.

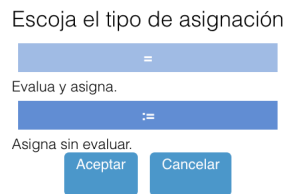


Figura 33: Tipo de asignación en la hoja de CalcMe.

Al crear una pregunta es posible hacer que las variables tomen valores aleatorios, consiguiendo así que cada estudiante responda una pregunta distinta. Para ello, **CalcMe** tiene la función `aleatorio()` que permite generar números aleatorios en diferentes conjuntos con distintas restricciones.

A modo de ejemplo, la figura 34 presenta el algoritmo para definir dos polinomios de grado distinto escrito en el editor de código.

```

1 r() := aleatorio(-10,10)
2 c1 = aleatorio(2,6)
3 p = operador_sumatorio(i en 0..c1) r()* x^i
4 c2 = aleatorio([1,6]/[c1])
5 q = operador_sumatorio(i en 0..c2) r()* x^i

```

$$p = 9 \cdot x^2 + 2 \cdot x - 2$$

$$q = -x^6 - 2 \cdot x^5 - 6 \cdot x^4 - 8 \cdot x^3 + 8 \cdot x^2 + 2$$

Figura 34: Ejemplo de algoritmo (editor de código) en CalcMe.

Dicho algoritmo generaría los polinomios p y q que se muestran en la hoja de [CalcMe](#). Como se ha indicado anteriormente, al utilizarlos fuera de [CalcMe](#) el primer polinomio se escribe como #p y el segundo como #q.

En la figura 35 se presenta el algoritmo correspondiente escrito en la hoja de [CalcMe](#).

```

r() := aleatorio(-10,10) Definir
c1 = aleatorio(2,6) Definir
p =  $\sum_{i=0}^{c1} r(i) x^i$  Definir
c2 = aleatorio([2..6] / [c1]) Definir
q =  $\sum_{i=0}^{c2} r(i) x^i$  Definir

```

$$p = 9 \cdot x^5 + 7 \cdot x^4 + 5 \cdot x^3 + 7 \cdot x^2 + 2 \cdot x + 1$$

$$q = -4 \cdot x^4 - 7 \cdot x^3 - 6 \cdot x^2 + 9 \cdot x + 3$$

Figura 35: Ejemplo de algoritmo (hoja) en CalcMe.

Para iniciarse en [CalcMe](#) puede ser muy útil consultar en la documentación online la *Guía super básica de CalcMe* (<https://docs.wiris.com/calcmee/en/getting-started/very-very-basic-guide-to-calcmee.html>). Esta documentación incluye además una lista de los comandos disponibles con su descripción, sintaxis y ejemplos (<https://docs.wiris.com/calcmee/en/commands.html>).

4.4. Tipos de preguntas en [WirisQuizzes](#)

Los diferentes tipos de preguntas en [WirisQuizzes](#)  son:

- *Ensayo*: el estudiante debe contestar escribiendo texto en un editor. También puede añadir fórmulas. En este tipo de preguntas no se define ninguna respuesta correcta, por lo que no tienen calificación automática.
- *Respuesta corta*: la respuesta del estudiante puede ser tipo texto, gráfico o ecuación. Es importante seleccionar la configuración de forma que el sistema acepte y rechace correctamente las respuestas de los estudiantes.

En las preguntas tipo *Texto*, es mejor definir la respuesta correcta en un campo de texto sin formato. Si se genera usando un algoritmo de `CalcMe` la respuesta correcta debe ser una cadena de caracteres. Hay varias opciones para convertir una expresión (e.g., 123) a una cadena:

- Crear una cadena estática `a='123'`
- Concatenar una variable numérica con una cadena, que puede ser también la cadena vacía `123|''`
- Usar el comando `cadena(123`
- Usar el comando `sustituir_cadena('#'.123)`

En las preguntas tipo *Gráfico* el estudiante debe dibujar en el tablero. En este caso, la herramienta de dibujo reemplaza el editor de ecuaciones. Es posible personalizar la barra de herramientas de forma que el alumno no tenga acceso a todos los recursos gráficos sino solo a una versión reducida. La sección de *Opciones de validación*, dividida en las secciones de *Elementos* y *Criterios* permite definir cómo queremos evaluar la respuesta del estudiante. El ejemplo tipo Gráfico de las figuras 36 y 37 está tomado del *Curso Estándar de Wiris Quizzes*.

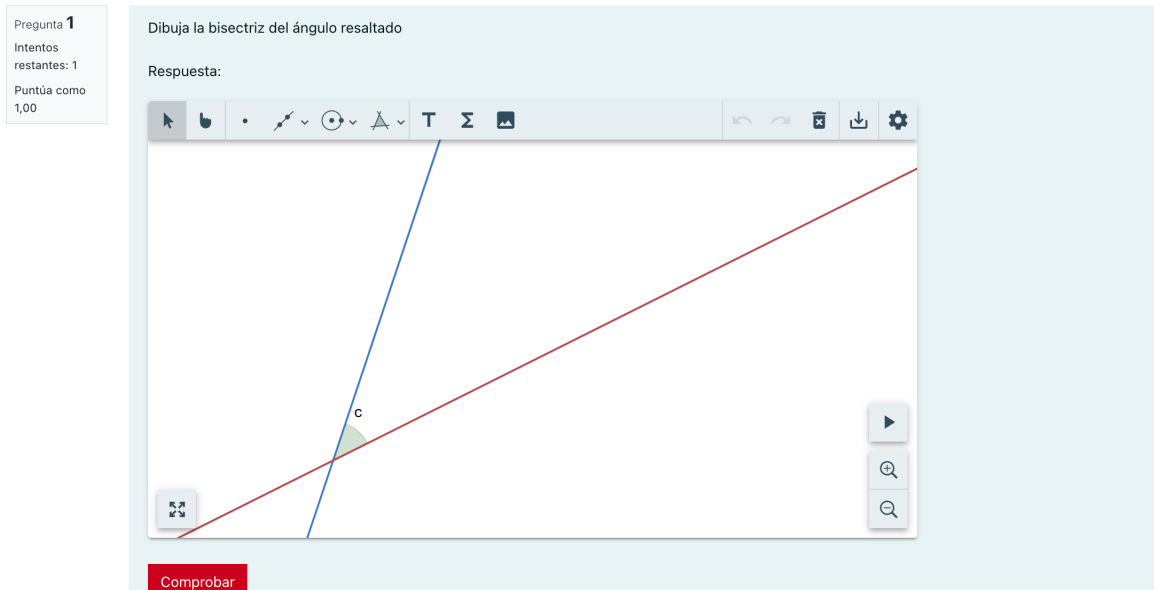


Figura 36: Ejemplo de pregunta tipo gráfico. Vista previa. Fuente: *Curso Estándar de Wiris Quizzes*.

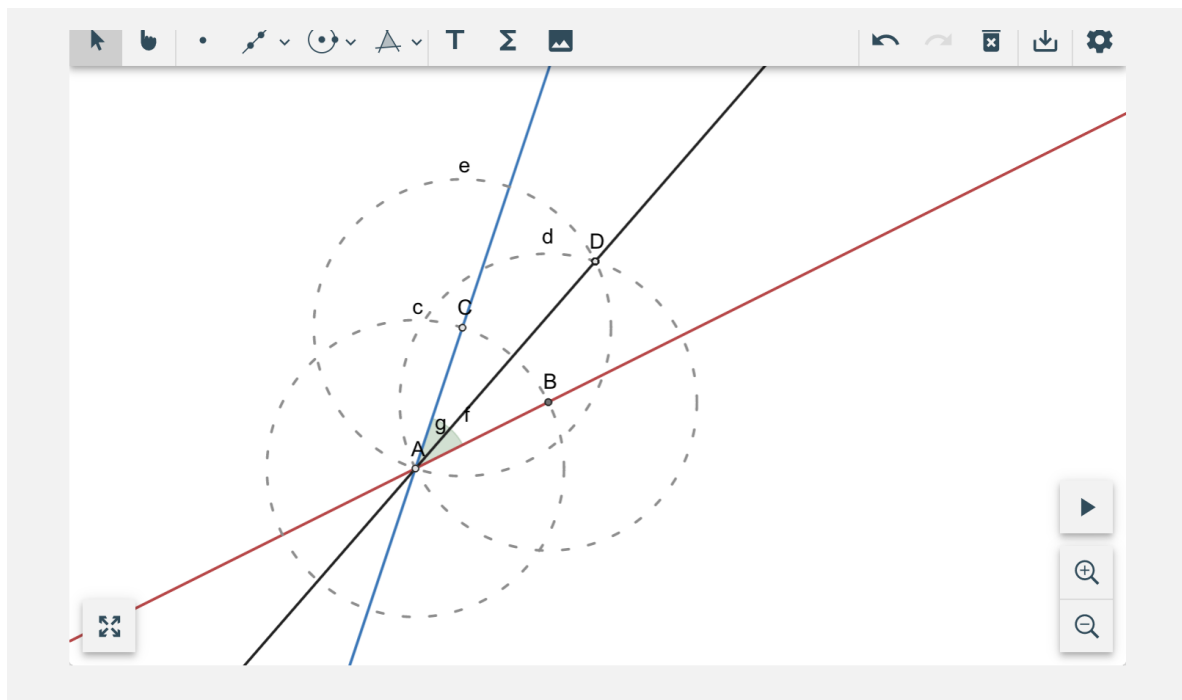


Figura 37: Ejemplo de pregunta tipo Gráfico. Respuesta. Fuente: *Curso Estándar de Wiris Quizzes*.

Es posible también elaborar *respuestas cortas compuestas*, si se plantean varias cuestiones en la misma pregunta (ver figura 38). En la sección de *Respuesta correcta* hay que escribir cada respuesta con una etiqueta seguida de un igual y del nombre de la variable precedida por el símbolo #. Se puede exigir que todas las repuestas sean correctas o asignar calificación parcial a cada una de ellas.

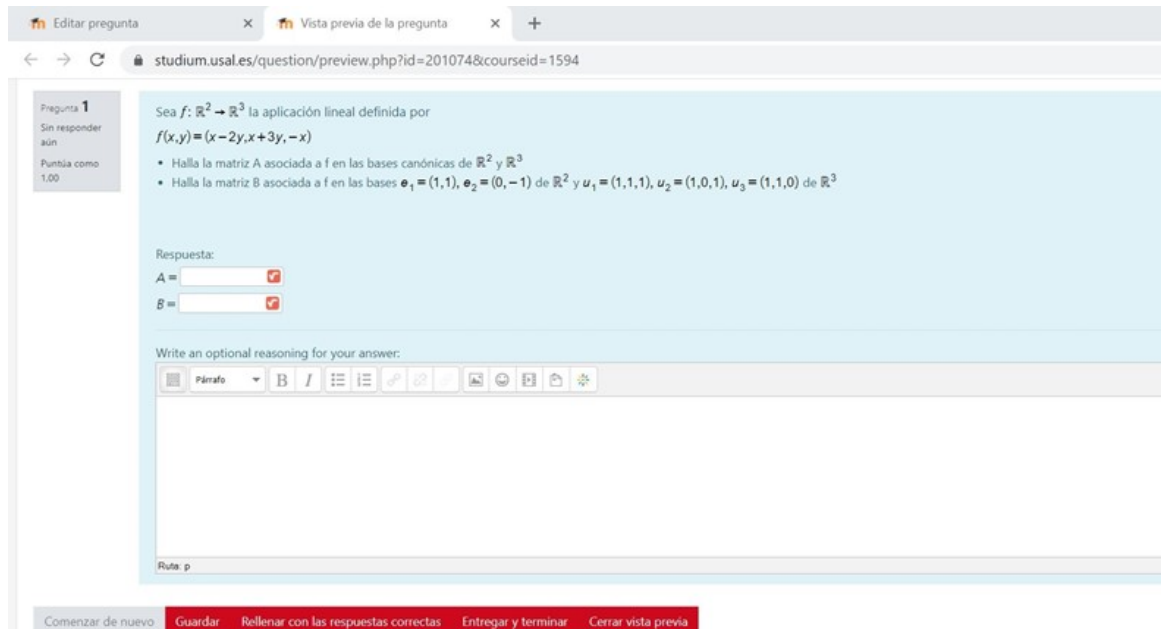


Figura 38: Ejemplo de pregunta de respuesta corta compuesta. Vista previa.

También se ofrece la posibilidad de definir funciones de evaluación personalizada que permiten ajustar la calificación en función de la respuesta del estudiante: si la respuesta ha de verificar varias condiciones, la nota variará en función de cuáles se satisfacen y cuáles no.

Además, el tipo de respuesta corta permite preguntas de contestación abierta en las que la respuesta no es única. En el ejemplo de la figura 39 los estudiantes deben escribir una matriz invertible de orden 3 no simétrica.

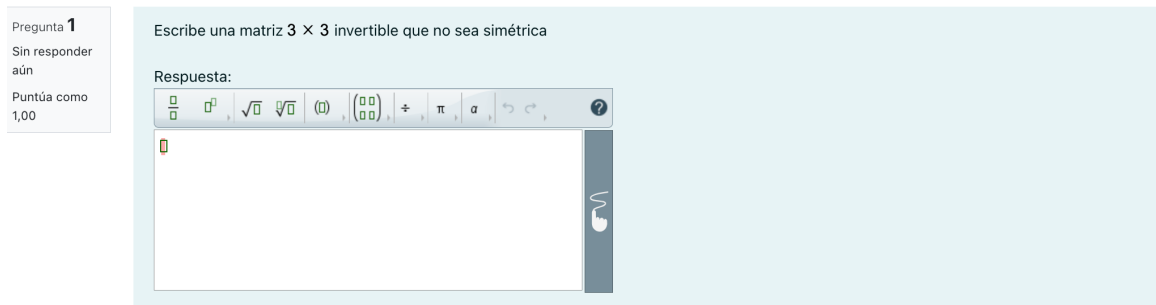


Figura 39: Ejemplo de pregunta de respuesta corta con respuesta abierta.
Vista previa.

El algoritmo, que incluye una función de evaluación personalizada, se muestra en la figura 40 .

```

1 credit1=0
2 gf(x) := inicio
3 si (simétrica?(x)=falso && rango(x)=3 && determinante(x)!=0)? entonces
4   credit1=1
5 fin
6 devolver credit1
7 fin

```

Figura 40: Ejemplo de pregunta de respuesta corta con respuesta abierta.
Algoritmo.

- *Opción múltiple* el estudiante ha de elegir una o varias opciones correctas entre varias (ver figura 41). En este caso también es posible utilizar variables aleatorias para las opciones de respuesta

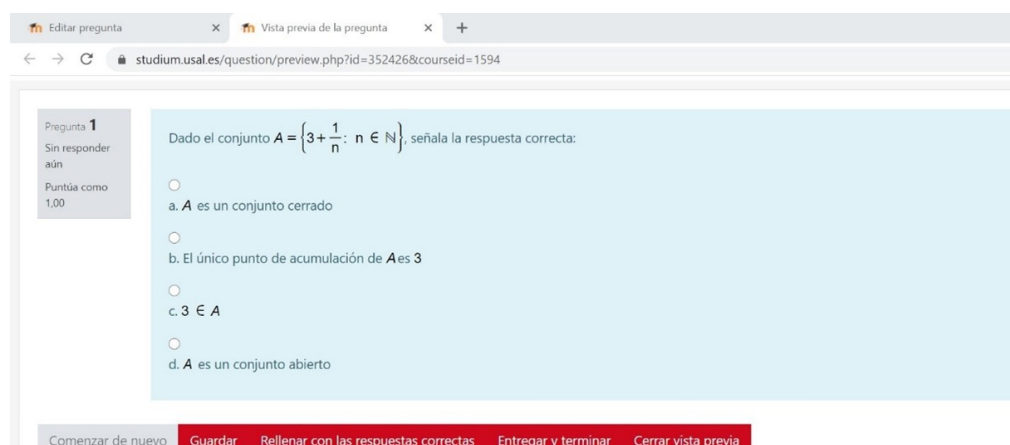


Figura 41: Ejemplo de pregunta de opción múltiple. Vista previa.

- *Emparejamiento*: el estudiante debe elegir una etiqueta para cada elemento de una lista, con la limitación de que las etiquetas se utilizan solo una vez (ver figura 42). Es posible añadir respuestas incorrectas para que la pregunta sea más difícil. En las respuestas es mejor incluir solo texto.

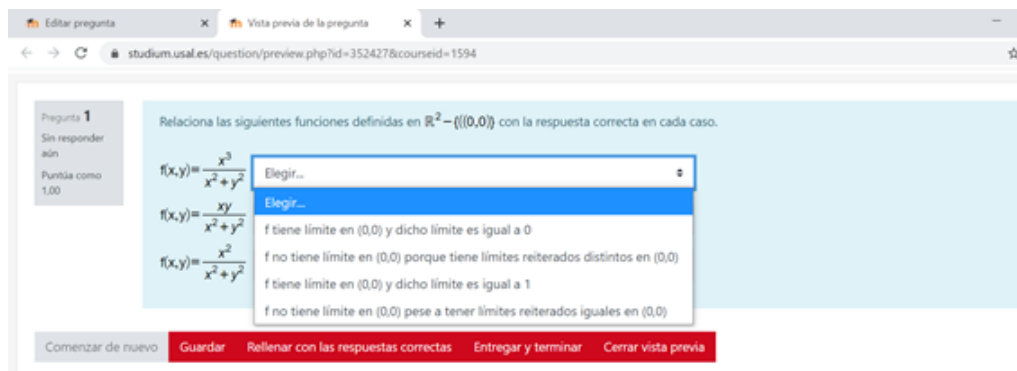


Figura 42: Ejemplo de pregunta de emparejamiento. Vista previa.

- *Verdadero/Falso*: el estudiante solo elige entre estas dos opciones. Es importante marcar como correcta la variable de respuesta correcta en el apartado *Variable de la respuesta correcta*.

En el ejemplo de la figura 43 se trata de decidir si la matriz dada es simétrica o no lo es. El algoritmo aparece en la figura 44 .

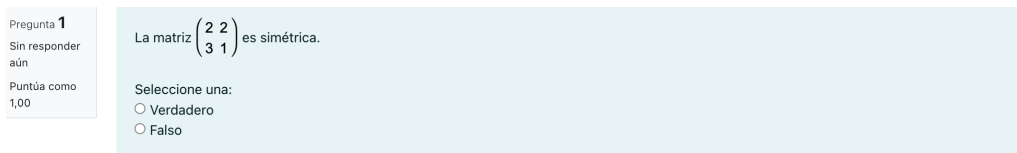


Figura 43: Ejemplo de pregunta Verdadero/Falso. Vista previa.

```

1 a() := aleatorio(-3,3)
2 A := [[a() con i en 1..2] con j en 1..2]
3 sol := simétrica?(A)

```

Figura 44: Ejemplo de pregunta Verdadero/Falso. Algoritmo.

- *Cloze o de respuestas anidadas.* Esta opción permite combinar preguntas de respuesta corta y de opción múltiple (ver figura 45). En este caso hay que escribir las variables aleatorias como $\backslash\#a$ en lugar de $\#a$.

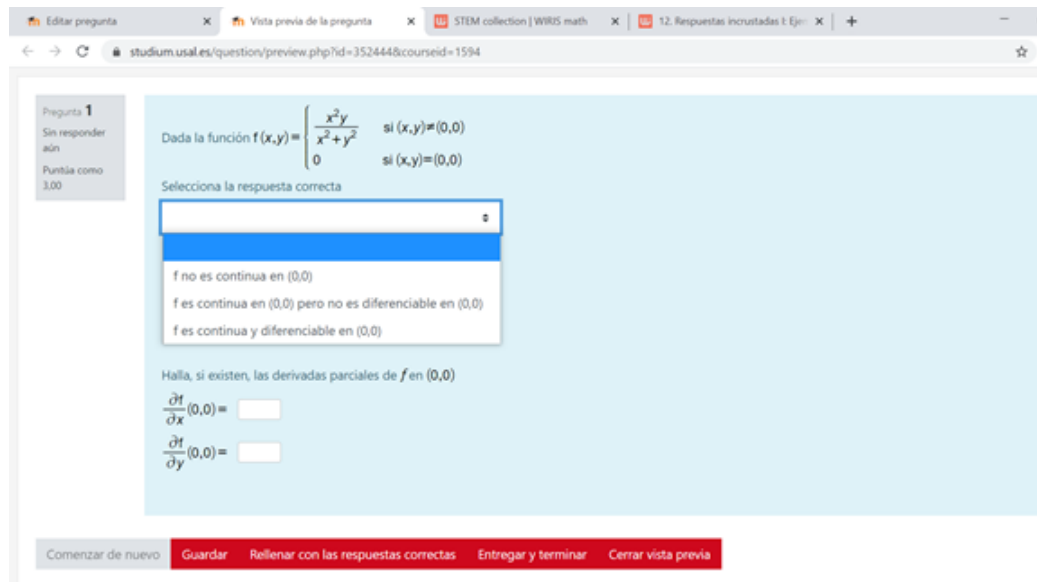





Figura 45: Ejemplo de pregunta Cloze. Vista previa.

Una interesante colección de preguntas creadas con **WirisQuizzes**  se encuentra en <https://stemcollection.com/c/220>. En particular, puedes ser especialmente útil las preguntas de la categoría *Wiris Math: Ejemplos del manual de usuario*:

<https://stemcollection.com/c/220>.

Además de visualizar y editar cada pregunta, (en ese caso, será preciso convertir el algoritmo a **CalcMe** ) , es posible descargarla en un archivo Moodle XML para su importación en Moodle.

5. Introducción a

 es una plataforma de software libre para computación y gráficos. Está disponible para los entornos de Linux, Windows y MacOS.

El lenguaje de R ofrece una serie de funciones, comandos o instrucciones que se pueden ejecutar a través de su consola. Junto con R, normalmente instalaremos el programa RStudio (R Studio), que proporciona un entorno de trabajo sencillo y potente. RStudio permite trabajar de forma gráfica e interactiva y ofrece numerosas funcionalidades.

R tiene grandes ventajas. Estas son algunas de las más importantes:

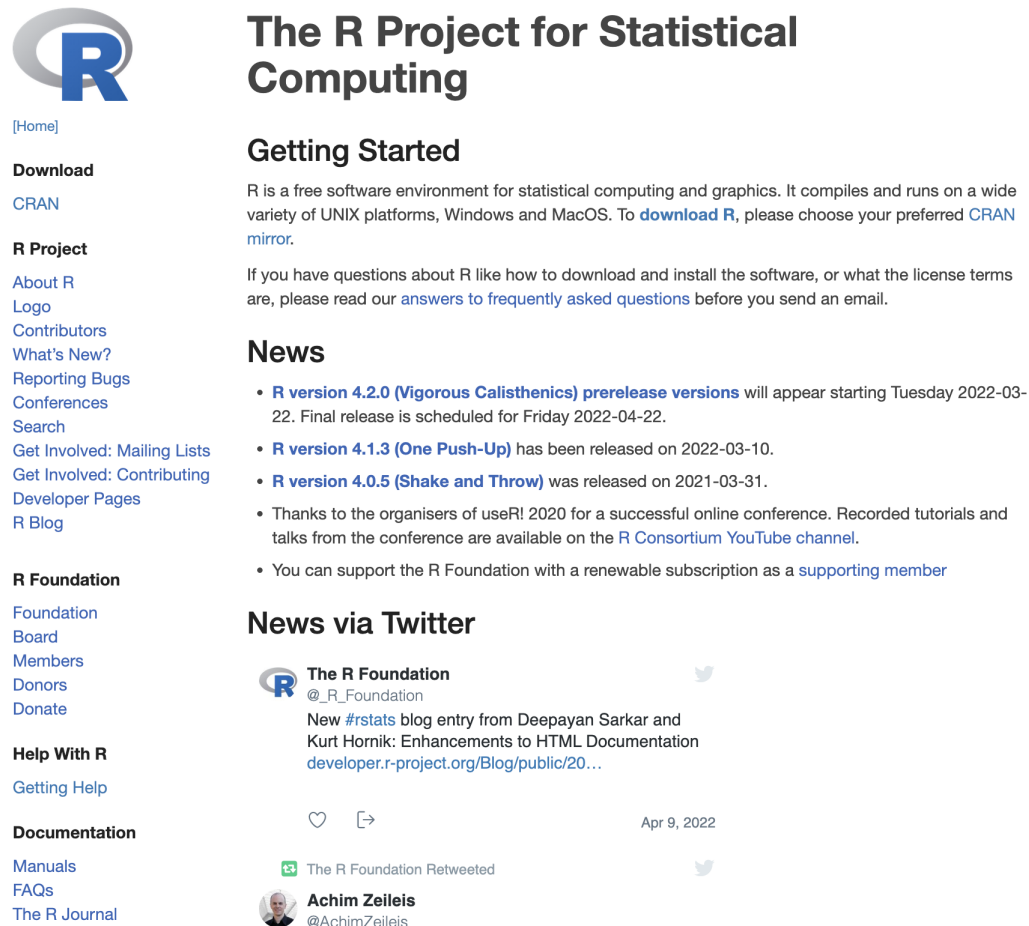
1. Es un software libre. Las versiones de escritorio y servidor son gratuitas.
2. Dispone de un entorno gráfico de ejecución (RStudio) potente y fácil de utilizar.
3. Permite importar y exportar los documentos de trabajo en numerosos formatos.
4. Existe una gran comunidad de usuarios y desarrolladores que ponen a disposición sus propias librerías en numerosos campos de investigación, aunque inicialmente R estaba orientado a estadística y gráficos.
5. El trabajo con datos es muy versátil, potente e intuitivo a través de los objetos de tipo *dataframe* (matrices de datos donde cada fila corresponde a una observación y cada columna a una variable).

Los paquetes o librerías de R son las unidades fundamentales del código R. Estas librerías incluyen funciones de R reutilizables. Actualmente, el repositorio oficial CRAN (acrónimo de *Comprehensive R Archive Network*) aloja cerca de 10.000 paquetes oficiales y también existen otros muchos más publicados en Internet. La proliferación de paquetes aportados por los propios creadores, desarrolladores e investigadores permite realizar cualquier tarea imaginable: desde la lectura de datos en cualquier formato y desde cualquier fuente, generalmente remota, hasta cualquier tipo de análisis especializado (estadística, ingeniería, genética, medicina, economía, etc.).

Destacamos la familia de paquetes *tidyverse* que ofrece un tipo de objeto llamado *tibble*, una versión mejorada de los dataframes y también el operador *después* (`%>%`). Este operador permite concatenar pequeñas tareas, de forma que podemos desarrollar una tarea grande de forma intuitiva y fácil.

La página oficial de R es <https://www.r-project.org>. Este sitio ofrece: noticias, recursos, descargas, información, enlaces, acceso a comunidades de usuarios y desarrolladores,

etc. La figura 46 nos muestra una captura de la página inicial de R Project.



The R Project for Statistical Computing

[Home]

Download
CRAN

R Project
About R
Logo
Contributors
What's New?
Reporting Bugs
Conferences
Search
Get Involved: Mailing Lists
Get Involved: Contributing
Developer Pages
R Blog

R Foundation
Foundation
Board
Members
Donors
Donate

Help With R
Getting Help

Documentation
Manuals
FAQs
The R Journal

Getting Started

R is a free software environment for statistical computing and graphics. It compiles and runs on a wide variety of UNIX platforms, Windows and MacOS. To [download R](#), please choose your preferred [CRAN mirror](#).

If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

News

- **R version 4.2.0 (Vigorous Calisthenics) prerelease versions** will appear starting Tuesday 2022-03-22. Final release is scheduled for Friday 2022-04-22.
- **R version 4.1.3 (One Push-Up)** has been released on 2022-03-10.
- **R version 4.0.5 (Shake and Throw)** was released on 2021-03-31.
- Thanks to the organisers of useR! 2020 for a successful online conference. Recorded tutorials and talks from the conference are available on the [R Consortium YouTube channel](#).
- You can support the R Foundation with a renewable subscription as a [supporting member](#)

News via Twitter

The R Foundation @_R_Foundation
New #rstats blog entry from Deepayan Sarkar and Kurt Hornik: Enhancements to HTML Documentation developer.r-project.org/Blog/public/20...

Apr 9, 2022

The R Foundation Retweeted

Achim Zeileis @AchimZeileis

Figura 46: Página web oficial de  (<https://www.r-project.org>).

5.1. Instalación de y Studio

Una de las grandes ventajas de R consiste en ser software libre, de forma que podemos tener siempre instalada la última versión. Hay que tener en cuenta que siempre nos interesa instalar tanto R como RStudio.

El proceso de instalación de R es simple e intuitivo. Accedemos a la página oficial de R (<https://www.r-project.org>). En el apartado de descargas (downloads) escogemos el CRAN mirror más conveniente. Es decir, de las numerosas copias espejo del repositorio

de recursos de R, escogemos el mirror más cercano y rápido. En nuestro caso puede ser el Spanish National Research Network de Madrid (<https://cran.rediris.es>).

A través de este enlace ya podemos descargar e instalar R para nuestro sistema operativo (UNIX, Windows o MacOS). Se puede instalar la última versión a partir del repositorio CRAN utilizando las opciones por defecto. La figura 47 nos muestra el mirror del CRAN en Rediris.



CRAN
[Mirrors](#)
[What's new?](#)
[Task Views](#)
[Search](#)

About R
[R Homepage](#)
[The R Journal](#)

Software
[R Sources](#)
[R Binaries](#)
[Packages](#)
[Other](#)

Documentation
[Manuals](#)
[FAQs](#)
[Contributed](#)

The Comprehensive R Archive Network

Download and Install R

Precompiled binary distributions of the base system and contributed packages, **Windows and Mac** users most likely want one of these versions of R:

- [Download R for Linux \(Debian, Fedora/Redhat, Ubuntu\)](#)
- [Download R for macOS](#)
- [Download R for Windows](#)

R is part of many Linux distributions, you should check with your Linux package management system in addition to the link above.

Source Code for all Platforms

Windows and Mac users most likely want to download the precompiled binaries listed in the upper box, not the source code. The sources have to be compiled before you can use them. If you do not know what this means, you probably do not want to do it!

- The latest release (2022-03-10, One Push-Up) [R-4.1.3.tar.gz](#), read [what's new](#) in the latest version.
- Sources of [R alpha and beta releases](#) (daily snapshots, created only in time periods before a planned release).
- Daily snapshots of current patched and development versions are [available here](#). Please read about [new features and bug fixes](#) before filing corresponding feature requests or bug reports.
- Source code of older versions of R is [available here](#).
- Contributed extension [packages](#)

Questions About R

- If you have questions about R like how to download and install the software, or what the license terms are, please read our [answers to frequently asked questions](#) before you send an email.

What are R and CRAN?

R is 'GNU S', a freely available language and environment for statistical computing and graphics which provides a wide variety of statistical and graphical techniques: linear and nonlinear modelling, statistical tests, time series analysis, classification, clustering, etc. Please consult the [R project homepage](#) for further information.

Figura 47: Mirror del CRAN en Rediris (<https://cran.rediris.es/>).

En segundo lugar debemos instalar RStudio, de manera gratuita, desde la página oficial de RStudio (<https://www.rstudio.com>). Una vez que accedemos a dicha página, haremos clic en el apartado de descargas (<https://www.rstudio.com/products/rstudio/download>) que nos permite descargar el instalador apropiado para nuestra versión de sistema operativo y después realizar su instalación. La figura 48 nos muestra la página de descargas de RStudio.

Recordamos que RStudio debe instalarse después de tener instalado R. Con las opciones por defecto, identificará la versión de R que acabamos de instalar y ya podremos trabajar a través del icono correspondiente de la aplicación RStudio.

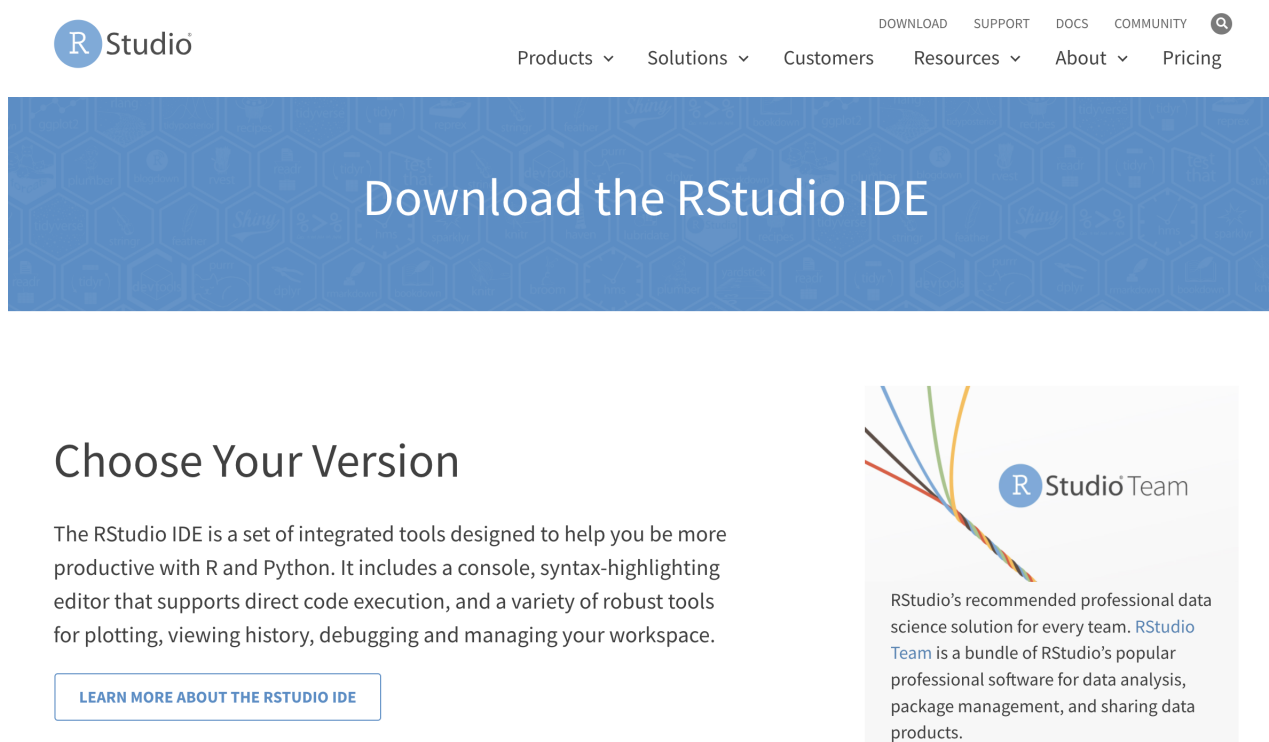


Figura 48: Página de descargas de la web oficial de RStudio (<https://www.rstudio.com/products/rstudio/download>).

5.2. Entorno de RStudio

El entorno RStudio consiste en una serie de ventanas que permiten realizar distintas tareas. Las áreas más importantes son:

- **Consola R:** Esta ventana interactiva permite escribir directamente código R, y muestra también los resultados del código que ejecuta. El código escrito en la consola R no se guarda directamente, aunque se puede acceder a las ordenes anteriores con la flecha hacia arriba.
- **Entorno R:** En este espacio se muestra el conjunto de objetos que R tiene cargados en memoria. Estos objetos serán conjuntos de datos, variables, vectores, funciones,

etc. También existen solapas que permiten otras funcionalidades (por ejemplo, acceder al historial o el código ejecutado recientemente).

- **Área de Ficheros, Gráficos, Librerías, Ayuda, Visor:** Este espacio tiene varias pestañas. La pestaña Files permite explorar y trabajar con los archivos de la carpeta de trabajo. La pestaña Plots muestra los gráficos creados con R y permite su manipulación. La pestaña Packages permite comprobar qué paquetes de R están instalados, cargarlos e instalar/actualizar los paquetes. La pestaña Help permite acceder a la ayuda de R integrada. Por último, la pestaña Viewer contiene los resultados producidos por R que corresponden a otro tipo de objetos (por ejemplo, los ficheros html).
- **Editor R (Scripts):** Al abrir un proyecto por primera vez, no aparece esta zona de RStudio, pero tiene una función fundamental. Ofrece dos funcionalidades primordiales:
 1. Un editor que permite la escritura y ejecución del código. Los ficheros de código de R son siempre ficheros de texto, que pueden tener la extensión .R (sólo código) o .RMD (RMarkdown, código combinado con generación de documentos). Para ejecutar el código de un script, seleccionamos las líneas de código a ejecutar y presionamos Ctrl + Enter o hacemos clic en el botón Run del editor.
 2. Se pueden visualizar los objetos que tenemos en la ventana del entorno R. Simplemente hacemos clic en el objeto y se abre una pestaña en la zona del editor que permite visualizar el contenido del mismo.

La figura 49 nos muestra el aspecto general de RStudio.

La web oficial de RStudio ofrece numerosos documentos de ayuda (*cheat sheets*) que resumen las funciones principales de cada paquete. Están disponibles a través de este enlace <https://www.rstudio.com/resources/cheatsheets/>. La figura 50 nos muestra el documento de ayuda del paquete *dplyr* de transformación de datos.

5.3. Instalación de paquetes en

La instalación estándar de R ofrece un paquete con las funciones básicas del lenguaje R. Sin embargo, la gran potencia de R reside en sus paquetes. Un paquete de R es un

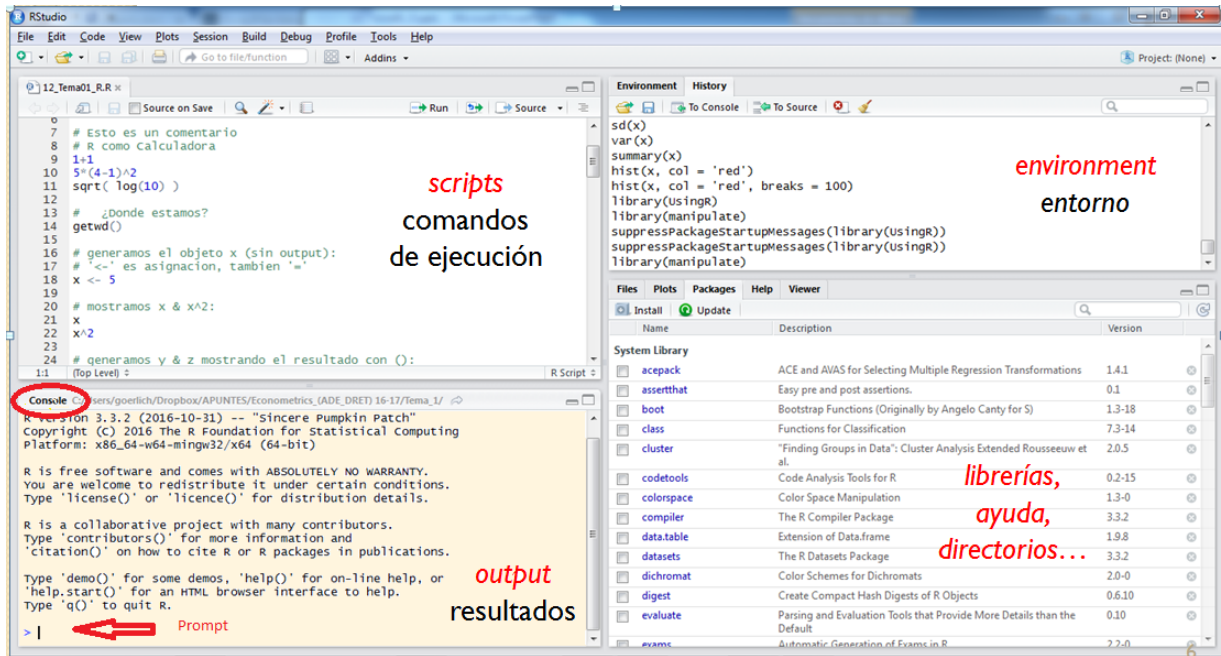


Figura 49: Aspecto general de las cuatro áreas de trabajo del programa R Studio (Fuente: <https://www.uv.es/vcoll/primeros-pasos.html>).

conjunto de funciones y/o de objetos de datos que corresponden a un propósito concreto. Los paquetes de CRAN son contribuciones libres de sus autores. Son oficiales en la medida en que han superado una serie de pruebas y su documentación sigue el formato estándar.

Para poder trabajar con los paquetes tenemos que instalarlos en el ordenador. La instalación de los paquetes se realiza de varias formas: (1) en la pestaña *Packages* con el icono *install*, (2) en el menú *Tools > Install packages...*, ó (3) con la función `install.packages`.

Muchos paquetes proporcionan viñetas con ejemplos que nos explican el funcionamiento del paquete. Por ejemplo, la figura 51 nos muestra la viñeta para el paquete *tidyr* (paquete de la familia *tidyverse* para la manipulación/ordenación de datos).

5.4. Proyectos en R Studio

El proyecto es la forma apropiada de trabajar en RStudio para cada una de nuestras tareas. Un proyecto se asocia a una carpeta de nuestro ordenador. Una vez creado el proyecto,

Data transformation with dplyr : CHEAT SHEET

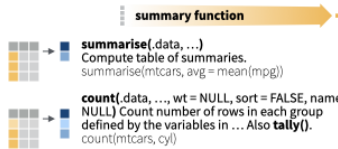


dplyr functions work with pipes and expect tidy data. In tidy data:



Summarise Cases

Apply **summary functions** to columns to create a new table of summary statistics. Summary functions take vectors as input and return one value (see back).



Group Cases

Use **group_by()** (data, ..., add = FALSE, drop = TRUE) to create a "grouped" copy of a table grouped by columns in ... dplyr functions will manipulate each "group" separately and combine the results.



Use **rowwise()** (data, ...) to group data into individual rows. dplyr functions will compute results for each row. Also apply functions to list-columns. See tidy cheat sheet for list-column workflow.



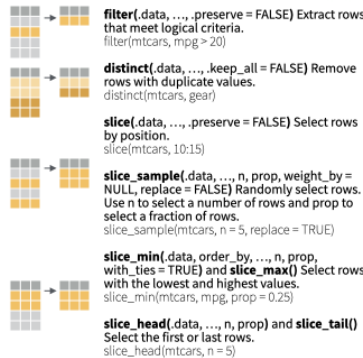
ungroup() (x, ...) Returns ungrouped copy of table.



Manipulate Cases

EXTRACT CASES

Row functions return a subset of rows as a new table.

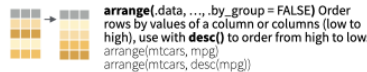


Logical and boolean operators to use with filter()

=	<	<=	is.na()	%in%		xor()
!=	>	>=	!is.na()	!	&	

See ?base::Logic and ?Comparison for help.

ARRANGE CASES



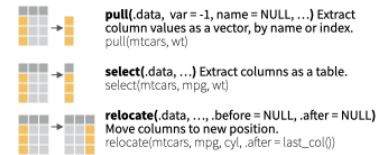
ADD CASES



Manipulate Variables

EXTRACT VARIABLES

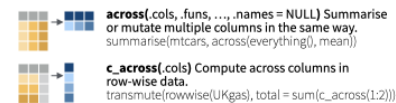
Column functions return a set of columns as a new vector or table.



Use these helpers with **select()** and **across()**

e.g. `select(mtcars, mpg:cyl)`
contains() `num_range(prefix, range)` ; e.g. `mpg:cyl`
ends_with() `all_of(x)/any_of(x, ..., vars)` ; e.g. `gear`
starts_with() `matches(match)` ; `everything()`

MANIPULATE MULTIPLE VARIABLES AT ONCE



MAKE NEW VARIABLES

Apply **vectorized functions** to columns. Vectorized functions take vectors as input and return vectors of the same length as output (see back).

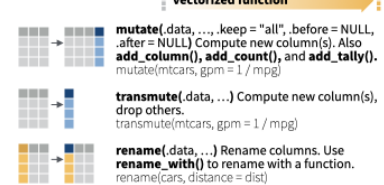


Figura 50: Cheat sheet de transformación de datos con dplyr (Fuente: <https://www.rstudio.com/resources/cheatsheets>).

RStudio genera en esa carpeta un fichero con la extensión .Rproj. Normalmente esta carpeta contiene todos los ficheros asociados a esta tarea (ficheros de datos externos/internos, scripts, gráficos, etc.).

5.5. Objetos y funciones en R

La información que utilizamos en el lenguaje R se estructura en forma de objetos. Los objetos más utilizados son: vectores, matrices, listas, dataframes y factores. En general, cada tipo de objeto se define mediante una serie de atributos. Las funciones genéricas (por ejemplo, summary o plot) reconocen estos atributos y realizan distintos tipos de acciones en función del tipo de objeto.

Tidy data

(This is an informal and code heavy version of the full [tidy data paper](#). Please refer to that for more details.)

Data tidying

It is often said that 80% of data analysis is spent on the cleaning and preparing data. And it's not just a first step, but it must be repeated many times over the course of analysis as new problems come to light or new data is collected. To get a handle on the problem, this paper focuses on a small, but important, aspect of data cleaning that I call **data tidying**: structuring datasets to facilitate analysis.

The principles of tidy data provide a standard way to organise data values within a dataset. A standard makes initial data cleaning easier because you don't need to start from scratch and reinvent the wheel every time. The tidy data standard has been designed to facilitate initial exploration and analysis of the data, and to simplify the development of data analysis tools that work well together. Current tools often require translation. You have to spend time munging the output from one tool so you can input it into another. Tidy datasets and tidy tools work hand in hand to make data analysis easier, allowing you to focus on the interesting domain problem, not on the uninteresting logistics of data.

Defining tidy data

Happy families are all alike; every unhappy family is unhappy in its own way — Leo Tolstoy

Like families, tidy datasets are all alike but every messy dataset is messy in its own way. Tidy datasets provide a standardized way to link the structure of a dataset (its physical layout) with its semantics (its meaning). In this section, I'll provide some standard vocabulary for describing the structure and semantics of a dataset, and then use those definitions to define tidy data.

Data structure

Most statistical datasets are data frames made up of **rows** and **columns**. The columns are almost always labeled and the rows are sometimes labeled. The following code provides some data about an imaginary classroom in a format commonly seen in the wild. The table has three columns and four rows, and both rows and columns are labeled.

Figura 51: Viñeta en CRAN del paquete *tidyr*. Fuente: <https://cran.r-project.org/web/packages/tidyr/vignettes/tidy-data.html>.

El lenguaje R se asimila a un lenguaje natural: las funciones hacen el papel de los verbos, dan ordenes respecto a qué hacer. Los argumentos que toman las funciones pueden ser funciones o cualquier otro objeto de R. Las funciones pueden escribirse de dos formas: en notación funcional (por ejemplo, $f(a, b)$) o mediante el uso de operadores, de forma similar al lenguaje natural y las matemáticas básicas (por ejemplo, $2+2$, $10/5$ ó $a \%>\% f(b)$).

A continuación escribimos algunos ejemplo de tareas y el código R correspondiente:

1. El vector x con elementos 2, 4 y 6 se construye con el código:

```
x <- c(2, 4, 6)
```

2. La sucesión 1, 2, 3, 4 y 5 se genera con el código:

1:5

3. La matriz `mimatriz` con 4 filas y 5 columnas con los primeros 20 números positivos se escribe con el código siguiente en la consola:

```
mimatriz <- matrix(data=1:20, nrow=4, ncol=5, byrow=FALSE)
```

4. La cadena `string1` con el texto “*Esta es una cadena de caracteres*” se construye con la siguiente asignación:

```
string1 <- 'Esta es una cadena de caracteres'
```

5.6. Scripts en R

Los scripts en R son archivos de texto que el lenguaje R puede leer, así como ejecutar el código que contienen. Tienen la extensión de archivo `.R` (por ejemplo, `miScript.R`). La figura 52 nos muestra cómo crear un script en RStudio.

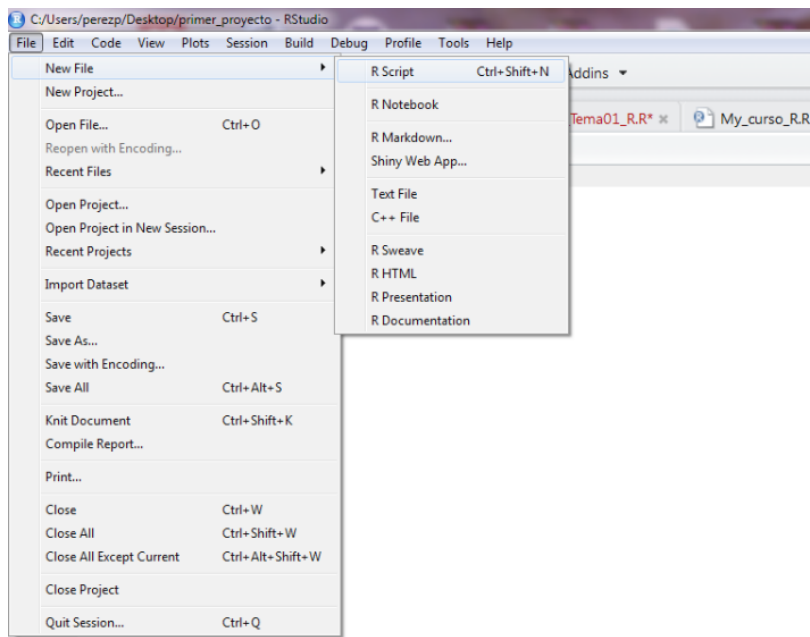


Figura 52: Creación de un script en RStudio.

Cuando utilizamos RStudio y abrimos un script, este programa abre un panel en el que podemos ver su contenido. De este modo podemos ejecutar todo o parte del código que

contiene. La figura 53 nos muestra nuestro primer script `miScript.R`.

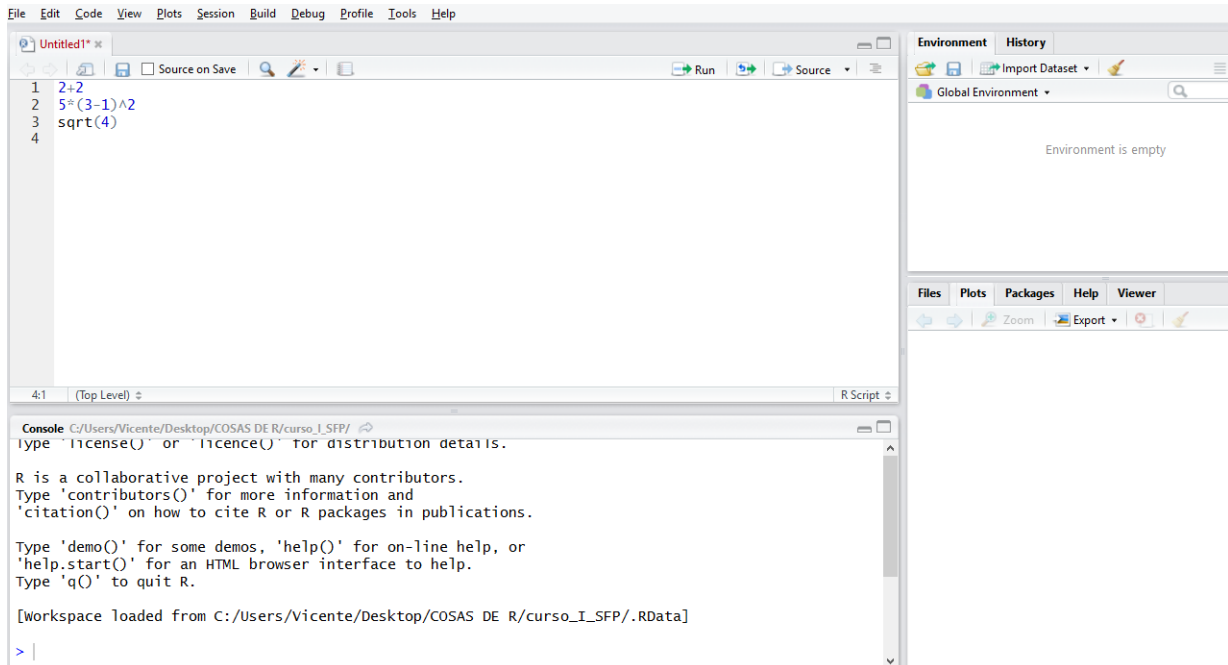



Figura 53: Ejemplo de script `miScript.R`.

Aunque R permite el uso interactivo a través de la consola, es recomendable guardar el código en un script. De esta manera puede ser utilizado o modificado posteriormente, así como ser compartido con otras personas. Normalmente, nuestros proyectos tendrán múltiples scripts con distintos fines.

6. Paquete exams de

En esta sección vamos a describir brevemente la creación de preguntas con el paquete `R/exams`, así como la generación de exámenes.

6.1. Paquete `R-exams`: Introducción

El paquete `exams`² es una herramienta que se apoya en  para generar ejercicios/exámenes que pueden ser utilizados en diferentes situaciones (exámenes escritos, cuestionarios

²Disponible en <http://CRAN.R-project.org/package=exams>.

online, cuestionarios interactivos, etc.).

La mayor ventaja de **exams** es que permite crear ejercicios/exámenes con tantas variantes como el docente crea oportuno, compartiendo el mismo enunciado pero con diferentes datos (*individualización*). Adicionalmente, el paquete posibilita generar las soluciones para corregir las diferentes versiones de los enunciados (*automatización*). Estos hechos hacen que este sea especialmente útil en el caso de grupos de gran tamaño. El mayor inconveniente que supone manejar y crear material con **R/exams** es que requiere de partida reunir conocimientos previos de **L^AT_EX** y **R**.

En general, las colecciones de preguntas producidas mediante el paquete son **parametrizables** atendiendo a diferentes aspectos:

- Los ejercicios:
 - Poseen el mismo enunciado y cada uno de ellos debe estar en un único fichero.
 - La solución puede estar incorporada (opcional).
 - Son dinámicos si se utiliza **R** para la aleatorización (opcional).

- Las respuestas pueden ser:
 - De elección única (**schoice**) o múltiple (**mchoice**).
 - Valores numéricos (**num**).
 - Cadenas de texto cortas (**string**).
 - Combinación de las anteriores (**cloze**).

- Las salidas obtenidas pueden estar en diferentes formatos (**pdf**, **html**, **docx**, **xml**, etc) tal y como recoge la figura 54.

A continuación procedemos a explicar los pasos a realizar para la creación de preguntas.

6.2. Paquete **R-exams**: Creación de ejercicios

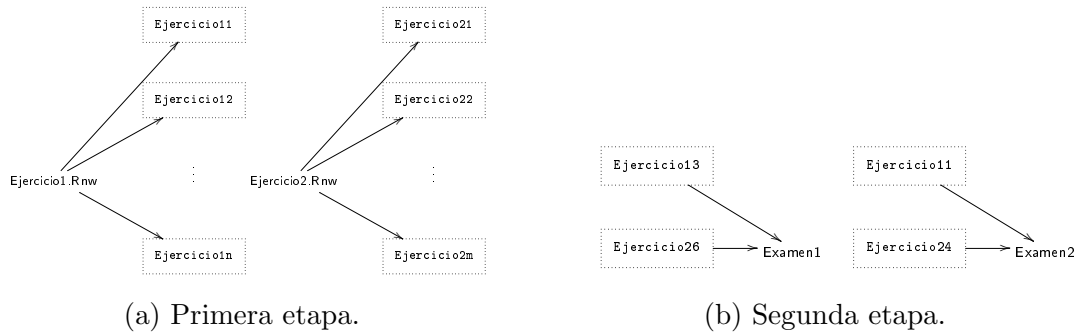
La creación de ejercicios con el paquete requiere dos componentes/archivos:

- Un archivo del **ejercicio en texto plano** que incluye la generación de datos, la descripción del problema/solución y los metadatos, que puede estar editado en:



Figura 54: Posibles salidas con R/exams.

- formato R Markdown (.Rmd),
 - formato R Sweave + \LaTeX (.Rnw).
- Un archivo **generador base** que debe estar editado en formato RScript (.R) que controla el diseño del documento final en sus diversos formatos.



Fuente: Julio Mulero, Departamento de Matemáticas, Universidad de Alicante.

Figura 55: Esquema creación de ejercicios y exámenes.

Tal y como muestra la figura 55a, los archivos .Rmd ó .Rnw permiten generar los diferentes ejercicios, y una vez establecidos estos, el archivo generador posibilitará producir las

variaciones de los mismos e incluir estas a su vez en diferentes exámenes (figura 55b).

Con el objeto de mostrar brevemente cómo generar estos archivos a continuación presentamos un breve resumen de su funcionamiento así como algunos ejemplos básicos. Para ello nos centraremos únicamente en archivos de texto plano con formato `.Rnw`.

6.2.1. Archivo texto plano

La estructura del archivo en texto plano presenta, en términos generales, los siguientes apartados (ver figura 56):

1. Generación de datos aleatorios (opcional).
2. Enunciado.
3. Solución (opcional).
4. Metainformación.

```
<<echo=FALSE, results=hide>>=
## DATA GENERATION
CODIGO R


## QUESTION/ANSWER GENERATION
CODIGO R
@

\begin{question}
CODIGO LATEX Y R
\end{question}

\begin{solution}
CODIGO LATEX Y R
\end{solution}

%% META - INFORMATION
%% \extype{}
%% \exsolution{}
```

Figura 56: Esquema fichero `.Rnw`.

El primer fragmento incluye código R que recoge instrucciones que deben ser ejecutadas en . Este se encuentra encorsetado dentro de los símbolos `<<>>=` y `@`.

Si nos fijamos con detalle, este primer fragmento incluye diversos argumentos entre los que cabe destacar³ (ver figura 57):

- El argumento `echo=FALSE` indica que no debe imprimir el código en el ejercicio final.
- El argumento `results=hide` indica que no debe imprimir el resultado en el ejercicio final.

Por otra parte, en esta primera parte del código se introduce la parte aleatoria de generación de los datos con los comandos:

- `datos<-sample(20:60, size=10)`
- `suma<-suma(datos)`

```
1 <<echo=FALSE , results=hide >>=
2 ## DATA GENERATION
3 datos<-sample(20:60,size=10)
4 ## QUESTION/ANSWER GENERATION
5 suma<-sum(datos)
6 @
```

Figura 57: Primer fragmento fichero `.Rnw`.

En segundo fragmento, aparecen las descripciones de la pregunta y de la solución contenidas en entornos `LATEX`. El argumento `\Sexpr{}` permite aprovechar cálculos realizados en la fase previa (ver figura 58).

```
7 \begin{question}
8 Calcula la suma de los siguientes datos: \[
9 \Sexpr{paste(datos , collapse=" , " )}.
10 \]
11 \end{question}
12 \begin{solution}
13 La suma de los datos es \Sexpr{suma}.
14 \end{solution}
```

Figura 58: Segundo fragmento fichero `.Rnw`.

Por último aparece la Metainformación que recoge información sobre el tipo de ejercicio que se plantea, la solución y el nivel de tolerancia, entre otros (figura 59).

³Para más detalles: <https://stat.ethz.ch/R-manual/R-devel/library/utils/doc/Sweave.pdf>

```

16  %% META-INFORMATION
17  %% \extype{num}
18  %% \exsolution{\Sexpr{suma}}
19  %% \extol{0.01}


```

Figura 59: Metainformación .Rnw.

6.2.2. Archivo generador

El archivo al que hemos denominado “generador” es un archivo en formato .R (RScript) que permitirá producir tantas versiones de los ejercicios como se deseen, introducir estos ejercicios en exámenes y formular los mismos en las diferentes salidas que se comentaron anteriormente.

Los pasos a tener en cuenta en este archivo son los siguientes (ver figura 60):

- Primeramente cargamos el paquete `exams` mediante el comando `library()`. Este paso podría ser eliminado si estamos seguros de que en nuestra sesión en  hemos cargado previamente el paquete.
- Una vez estamos seguros de que el paquete está disponible para su uso, fijamos la semilla que queremos utilizar para la generación aleatoria de los datos mediante el comando `set.seed()`. Fijar la semilla supone el poder reproducir los datos aleatorios generados.
- Por último indicamos el formato en el que queremos que se generen las copias y la cantidad de ellas. Para obtener formato `pdf` utilizaremos el comando `exams2pdf()` donde indicaremos el número de versiones a obtener (`n=10`). Para obtener ejercicios que podamos importar a `Moodle` utilizaremos el comando `exams2moodle()`.

```

1 # Cargamos el paquete exams :
2 library("exams")
3 # Fijamos la semilla para la generación
4 #de datos aleatorios ( opcional ):
5 set.seed(1090)
6 # Generamos diez copias del Ejemplo
7 #( exams2pdf o exams2moodle ):
8 exams2pdf ("Prueba.Rnw", n=10)
9 exams2moodle ("Prueba.Rnw", n =10)

```

Figura 60: Archivo generador (.R).

Si quisiéramos generar un examen donde todas las preguntas fueran de este estilo, debemos añadir en el preámbulo de este archivo generador un vector donde se incluyeran todos los archivos de ejercicios que deseáramos introducir. La figura 61 recoge este aspecto.

En la línea 15 del archivo podemos observar como se ha denominado `myexam` al vector que incluye los archivos `.Rnw` denominados “futbol” y “Prueba”.

```
1
2 ## ver ejemplo de como incluir fichero externo en http://www.R-exams.org/templates/Rlogo/
3
4 setwd("D:\\CursoAcademico\\cuestionarios-examenes-Rmarkdown-Moodle\\ejemplo2")
5
6 ## exams -----
7
8 ## load package
9
10 library("exams")
11
12 ## exam with a simple vector of exercises in R/Markdown (.Rmd) format
13 ## -> alternatively try a list of vectors of more exercises
14
15 myexam <- c("futbol.Rnw", "Prueba.Rnw")
16
17 ## note that the currency exercise is in UTF-8 encoding
18
19
20 ## exams2moodle -----
21 ## Moodle XML output (1 file containing all exams)
22 ## -> for import into a Moodle system
23
24 set.seed(1090)
25
26 ## generate Moodle exam with three replications per question
27 exams2moodle(myexam, n = 3, name = "pruebaliga",
28             encoding = "UTF-8",
29             dir = "output",
30             edir = "D:\\CursoAcademico\\cuestionarios-examenes-Rmarkdown-Moodle\\ejemplo2")
31
32 ## hint: to quickly check (prior to Moodle export) whether each exercise can be
33 ## converted to HTML, exams2html() can be used
34 exams2html("D:\\CursoAcademico\\cuestionarios-examenes-Rmarkdown-Moodle\\ejemplo2\\futbol.Rmd",n=3)
35
```

Figura 61: Archivo generador para examen (.R).

El resultado final obtenido si lo que queremos es obtener es un ejercicio en formato pdf con diversas versiones es mostrado en la figura 62.

1. Problema

Calcula la suma de los siguientes datos:

53, 48, 45, 32, 58, 29, 55, 25, 54, 22.

Solución

La suma de los datos es 421.

Figura 62: Ejercicio final en formato pdf.

Si lo que deseamos es obtener un conjunto de preguntas para utilizar en Moodle, en nuestro directorio de trabajo aparecerá un conjunto de ficheros con extensión `.xml` que podrán ser importadas al banco de preguntas (ver figuras 63 y figura 64). La figura 65 muestra la apariencia final del ejercicio en Moodle.

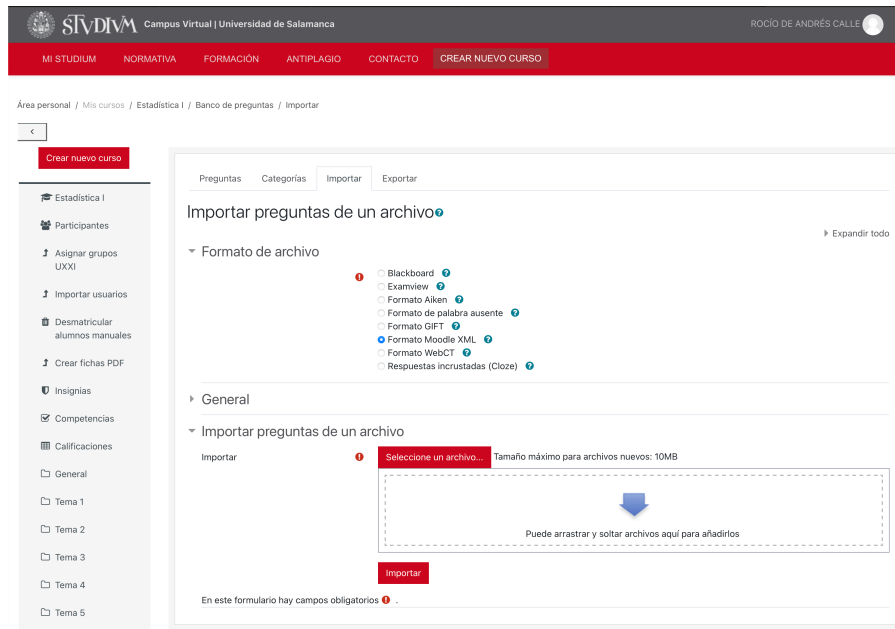


Figura 63: Importación al banco de preguntas (.xml).

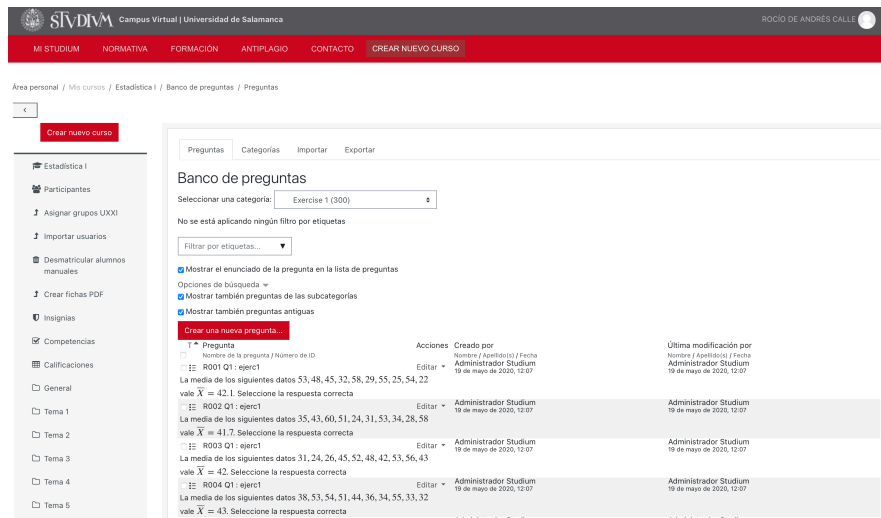


Figura 64: Preguntas importadas al banco de preguntas.

Pregunta 1
Sin responder aún
Puntúa como 3,00

Consideremos los siguientes datos: 34, 33, 26, 34, 25, 25, 23, 25, 21, 25, 20, 24

1. La varianza:

2. La media:

3. La mediana:

Figura 65: Aspecto final pregunta en Moodle.

6.3. Ejemplos

En esta subsección presentamos algunos ejemplos de ejercicios para la asignatura de Análisis y Estadística basados en los presentados por Zeileis et al. [30].

Comenzamos con un ejemplo de **pregunta de respuesta numérica** para la asignatura de Análisis relacionado con el cálculo de la matriz *hessiana* de una función de tres variables en un punto. La figura 66 recoge la imagen del fichero con extensión `.Rnw` que incluye los elementos anteriormente mencionados. La figura 67 muestra el archivo generador, con extensión `.R`. La correspondiente salida en Moodle, retroinformación incluida, puede verse en la figura 68.

```

1 <<echo=FALSE, results=hide>>
2 coef <- sample(c(2:9, -(2:9)), 6, replace = TRUE)
3 x <- sample(c(-5:5), 3, replace = TRUE)
4 H <- matrix(c(2 * coef[1], coef[2], coef[3], coef[2], 2 * coef[4], coef[5], coef[3], coef[5], 2 * coef[6]),
5           nrow = 3, ncol = 3)
6
7 ix <- sample(1:9, 1, prob=c(0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.1, 0.2))
8 ltx <- c("coeficiente 1", "coeficiente 2", "coeficiente 3", "coeficiente 21", "coeficiente 22", "coeficiente 23", "coeficiente 31", "coeficiente 32", "coeficiente 33")[ix]
9 lxn <- c("11", "12", "13", "21", "22", "23", "31", "32", "33")[ix]
10 sol <- H[lxn]
11
12 err <- unique(H[lxn])
13 err <- err[err != sol]
14 sc <- num.to.schoice(sol, wrong = err, range = -25:25, method = "delta", delta = 1, digits = 0)
15
16 plus <- ifelse(coef < 0, "", "+")
17 @
18
19 \begin{question}
20 Halla la matriz hessiana de la función
21
22 \begin{eqnarray*}
23 f(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[1]} x_1^2 \Sexpr{plus[2]} x_2 \Sexpr{coef[2]} x_1 x_2 \Sexpr{plus[3]} x_3 \Sexpr{coef[3]} x_1 x_3 \Sexpr{plus[4]} x_2^2 \Sexpr{plus[5]}
24 \Sexpr{coef[5]} x_2 x_3 \Sexpr{plus[6]} \Sexpr{coef[6]} x_3^2
25 \end{eqnarray*}
26
27 en el punto  $(x_1, x_2, x_3) = (\Sexpr{x[1]}, \Sexpr{x[2]}, \Sexpr{x[3]})$ .
28 ¿Cuál es el valor de  $\Sexpr{ltx}$  de la matriz hessiana?
29
30 <<echo=FALSE, results=hide>>
31 answerList(schoices)
32 @
33 \end{question}
34
35 \begin{solution}
36
37 Las derivadas parciales de orden 1 son
38
39 \begin{eqnarray*}
40 f'_{11}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[1,1]} x_1 \Sexpr{plus[2]} \Sexpr{H[1,2]} x_2 \Sexpr{plus[3]} \Sexpr{H[1,3]} x_3 \Sexpr{plus[4]} \\
41 f'_{21}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[2,1]} x_1 \Sexpr{plus[4]} \Sexpr{H[2,2]} x_2 \Sexpr{plus[5]} \Sexpr{H[2,3]} x_3 \Sexpr{plus[6]} \\
42 f'_{31}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[3,1]} x_1 \Sexpr{plus[5]} \Sexpr{H[3,2]} x_2 \Sexpr{plus[6]} \Sexpr{H[3,3]} x_3 \Sexpr{plus[7]} \\
43 \end{eqnarray*}
44
45 y las derivadas parciales de orden 2 son
46
47 \begin{eqnarray*}
48 f''_{11}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[1,1]} \\
49 f''_{12}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[1,2]} \\
50 f''_{13}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[1,3]} \\
51 f''_{21}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[2,1]} \\
52 f''_{22}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[2,2]} \\
53 f''_{23}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[2,3]} \\
54 f''_{31}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[3,1]} \\
55 f''_{32}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[3,2]} \\
56 f''_{33}(x_1, x_2, x_3) &=& \Sexpr{H[3,3]} \\
57 \end{eqnarray*}
58
59 Por lo tanto, la matriz hessiana de  $f$  es
60
61 \begin{eqnarray*}
62 H_f(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{toLatex(H)}
63 \end{eqnarray*}
64
65 independientemente de  $x_1, x_2$  y  $x_3$ .
66
67 Así pues, el  $\Sexpr{ltx}$  de la matriz hessiana de  $f$  en el punto  $(\Sexpr{x[1]}, \Sexpr{x[2]}, \Sexpr{x[3]})$  es igual a
68  $\Sexpr{sol}$ .
69 \end{solution}
70
71 \end{question}
72
73 \end{document}
74
75
76
77
78
79
80
81
82
83
84
85
86
87
88
89
90
91
92
93
94
95
96
97
98
99
100

```

Figura 66: Archivo `.Rnw`.

```

1 library("exams")
2
3 set.seed(1090)
4 exams2html("hessian_nn.Rnw", encoding="UTF-8", n=2)
5
6 set.seed(1090)
7 exams2pdf("hessian_nn.Rnw", encoding="UTF-8", n=2)
8
9 set.seed(1090)
10 exams2moodle("hessian_nn.Rnw", encoding="UTF-8", n=2)
11
12
13

```

Figura 67: Archivo generador .R.

Halla la matriz hessiana de la función
 $f(x_1, x_2, x_3) = -4x_1^2 - 3x_1x_2 + 8x_1x_3 - 8x_2^2 + 2x_2x_3 + 3x_3^2$
en el punto $(x_1, x_2, x_3) = (4, -3, 3)$.
¿Cuál es el valor del coeficiente 33 de la matriz hessiana?

Selección una:

a. 2

b. 20

c. -3

d. 6

e. 23

Las derivadas parciales de orden 1 son

$$f'_1(x_1, x_2, x_3) = -8x_1 - 3x_2 + 8x_3$$

$$f'_2(x_1, x_2, x_3) = -3x_1 - 16x_2 + 2x_3$$

$$f'_3(x_1, x_2, x_3) = 8x_1 + 2x_2 + 6x_3$$

y las derivadas parciales de orden 2 son

$$f''_{11}(x_1, x_2, x_3) = -8$$

$$f''_{12}(x_1, x_2, x_3) = -3$$

$$f''_{13}(x_1, x_2, x_3) = 8$$

$$f''_{21}(x_1, x_2, x_3) = -3$$

$$f''_{22}(x_1, x_2, x_3) = -16$$

$$f''_{23}(x_1, x_2, x_3) = 2$$

$$f''_{31}(x_1, x_2, x_3) = 8$$

$$f''_{32}(x_1, x_2, x_3) = 2$$

$$f''_{33}(x_1, x_2, x_3) = 6$$

Por lo tanto, la matriz hessiana de f es

$$H_f(x_1, x_2, x_3) = \begin{pmatrix} -8 & -3 & 8 \\ -3 & -16 & 2 \\ 8 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

independientemente de x_1, x_2 y x_3 .

Así pues, el coeficiente 33 de la matriz hessiana de f en el punto $(4, -3, 3)$ es igual a 6.

Figura 68: Vista previa en Moodle. En este caso se ha incluido retroalimentación general (la misma para todas las respuestas).

Por último presentamos un ejemplo de **pregunta de tipo cloze** para la asignatura de Estadística relacionada con las medidas de dispersión en las variables descriptivas. Las figuras 69 y 70 muestran el archivo .Rnw (el archivo se ha presentado en dos figuras para facilitar su visualización).

```

1 <<echo=FALSE, results=hide>>
2 ## DATA GENERATION
3 n = sample(8:12,1)
4 datos = sample(20:40, n, replace=TRUE)
5 |
6 media = round(mean(datos),4)
7 mediana = round(median(datos),4)
8 varianza = round(var(datos),4)
9 desv.tip = round(sd(datos),4)
10 CV = round(sd(datos)/mean(datos),4)
11
12 ## QUESTION/ANSWER GENERATION
13
14 # número de las cuestiones tipo test
15 nquest = 3
16 questions <- solutions <- explanations <- rep(list(""), nquest)
17
18 # Declaramos tipo "schoice" para todas
19 type <- rep(list("schoice"), nquest)
20
21 # Definimos las respuestas que aparecerán como opciones
22 questions[[1]] <- c(paste(varianza," y se mide en las mismas unidades de los datos al cuadrado"),
23 paste(varianza," y se mide en las mismas unidades de los datos"),
24 paste(desv.tip," y se mide en las mismas unidades de los datos al cuadrado"),
25 paste(CV," y se mide en las mismas unidades de los datos ") )
26 solutions[[1]] <- c(TRUE, FALSE, FALSE, FALSE)
27 explanations[[1]] <- c("", "", "", "")
28
29 questions[[2]] <- c(mediana, media, n, "No se puede calcular")
30 solutions[[2]] <- c(FALSE, TRUE, FALSE, FALSE)
31 explanations[[2]] <- c("", "", "", "")
32
33
34 questions[[3]] <- c(mediana, media, 50, "No se puede calcular")
35 solutions[[3]] <- c(TRUE, FALSE, FALSE, FALSE)
36 explanations[[3]] <- c("", "", "", "")
37
38 for (i in 1:nquest)
39 {
40 orden = sample(1:4)
41 questions[[i]] <- questions[[1]][orden]
42 solutions[[i]] <- solutions[[1]][orden]
43 explanations[[i]] <- explanations[[1]][orden]
44 }
45
46 # Asignamos como explicaciones las respuestas correctas
47 explanations <- lapply(solutions, function(x) ifelse(x, "True", "False"))
48 solutions <- lapply(solutions, mchoice2string)
49
50 @

```

Figura 69: Archivo .Rnw ejercicio de Estadística (primera parte).

```

51
52 \begin{question}
53 Consideremos los siguientes datos:
54 \[
55 \Sexpr{paste(datos, collapse=" ")}
56 \]
57
58 1. La varianza:
59 ##ANSWER1#
60
61 2. La media:
62 ##ANSWER2#
63
64 3. La mediana:
65 ##ANSWER3#
66
67 <<echo=FALSE, results=hide, results=tex>>
68 answerlist(unlist(questions))
69 @
70 \end{question}
71
72 \begin{solution}
73
74 <<echo=FALSE, results=hide, results=tex>>
75 answerlist(paste(unlist(explanations), " ", sep = ""))
76 @
77
78 \end{solution}
79
80 %% META-INFORMATION
81 %% \xstype{cloze}
82 %% \xssolution{\Sexpr{paste(solutions, collapse = "!"}})
83 %% \xclozetype{\Sexpr{paste(type, collapse = "!"}})
84 %% \xname{Q_cloze}
85 %% \xtitle{Q_cloze}
86

```

Figura 70: Archivo .Rnw ejercicio de Estadística (segunda parte).

Omitimos el archivo generador ya que sería idéntico al presentado en la figura 67 pero con $n = 300$, pues en este caso se generaron 300 variantes de la misma pregunta. Finalmente, las figuras 71 y 72 muestran las salidas correspondientes en Moodle.

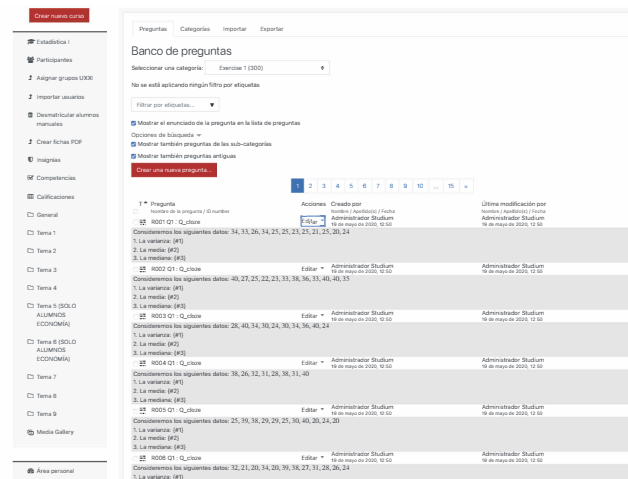


Figura 71: Vista previa en Moodle. En este caso, se generaron 300 variantes de la misma pregunta.

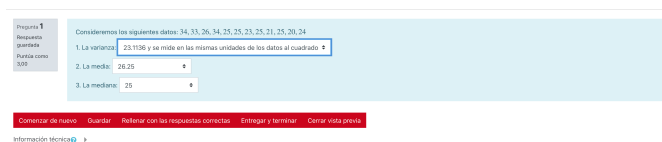


Figura 72: Vista previa en Moodle del ejercicio de Estadística.

6.4. Paquete R-exams: Comentarios finales

A continuación enumeramos varias páginas donde se puede encontrar material de ayuda para la elaboración de ejercicios y exámenes mediante el paquete `exams`.

- Página oficial <http://www.r-exams.org>
- Exámenes de otras universidades https://r-forge.r-project.org/R/?group_id=1337
- Sitio web para consultas de programación <https://stackoverflow.com/questions/tagged/r-exams>
- Videos explicativos:
 - <https://www.youtube.com/watch?v=5K9hrE3YkPs>
 - https://www.youtube.com/watch?v=MVJua_6ZF48
 - <https://www.youtube.com/watch?v=Uja5DTrT9dU>

Bibliografía

- [1] CalcMe Documentation. <https://docs.wiris.com/calcme/index.html?lang=en>.
- [2] Comprehensive TeX Archive Network, <https://ctan.org>.
- [3] Comprehensive R Archive Network, <https://cran.r-project.org>.
- [4] CervanTeX: Grupo de usuarios de TeX hispanohablantes: Manuales. <http://www.cervantex.es/manuales>.
- [5] Documentación de Moodle 3.x: Preguntas. <https://docs.moodle.org/all/es/Preguntas>.
- [6] B. García-Bernalt, R.de Andrés, J. M. Cascón, M. D. García, M. A. Manrique y G. Santos (2021). Un proyecto de autoevaluación formativa online para materias de carácter cuantitativo en las titulaciones de Economía y Empresa: análisis y desarrollo de herramientas. Repositorio GREDOS. Universidad de Salamanca. <http://hdl.handle.net/10366/146906>.
- [7] B. Grün B, A. Zeileis (2009). Automatic Generation of Exams in R. *Journal of Statistical Software*, 29(10), 1–14. <http://www.jstatsoft.org/v29/i10/>.
- [8] A. Hendrickson (2016). The moodle package: generating Moodle quizzes via Latex.
- [9] A. Hendrickson, M. Guerquin-Kern (2021). The moodel package: generating Moodle quizzes via LaTeX. Recuperado de <https://www.ctan.org/pkg/moodle>.
- [10] D.E. Knuth (1984). *The TeXbook*, Reading, Mass., Addison-Wesley.
- [11] L. Lamport, *LaTeX* (1994). A document preparation system, Addison-Wesley.
- [12] MathType Documentation. <https://docs.wiris.com/mathtype/?lang=en>.
- [13] MiKTeX project page. <https://miktex.org>.
- [14] Moodle 4.0 Documentation. <https://docs.moodle.org>.
- [15] Moodle 4.0 Documentation: Questionnaire module. https://docs.moodle.org/400/en/Questionnaire_module.
- [16] L. M. Molina. *LaTeX: Procesamiento de textos científicos en alta calidad*. Curso Uva. <http://metodos.fam.cie.uva.es/latex/apuntes/apuntes.html>.

- [17] M. Mata Pérez (2014). Bibliografía en \LaTeX : Una guía concisa de Bib \TeX
<http://logistica.fime.uanl.mx/miguel/docs/BibTeX.pdf>.
- [18] Overleaf. El editor de \LaTeX fácil de usar, online y colaborativo.
<https://es.overleaf.com>
- [19] pgf – Create PostScript and PDF graphics in \TeX . <https://www.ctan.org/pkg/pgf>.
- [20] pgfplots – Create normal/logarithmic plots in two and three dimensions.
<https://ctan.org/pkg/pgfplots>.
- [21] R/exams. <http://www.r-exams.org>.
- [22] TeXLive. <https://tug.org/texlive/>.
- [23] The \LaTeX Project. <https://www.latex-project.org>.
- [24] The MacTeX Distribution <https://www.tug.org/mactex/>.
- [25] TeXstudio, \LaTeX made comfortable. <https://www.texstudio.org>.
- [26] \TeX Users Group. <https://www.tug.org>.
- [27] Tutoriales, documentación y código para diseñar con \LaTeX
<https://manualdelatex.com>.
- [28] Stem collection: Wiris Mah: Ejemplos del manual de usuario.
<https://stemcollection.com/c/220>.
- [29] Wiris Quizzes 4.0 Documentation. <https://docs.wiris.com/en/quizzes/start>.
- [30] 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. <http://www.jstatsoft.org/v58/i01/>.