


Un proyecto de autoevaluación formativa online para materias de carácter cuantitativo en las titulaciones de Economía y Empresa: análisis y desarrollo de herramientas

Proyecto ID 2020/025

BERNARDO GARCÍA-BERNALT, bgarcia@usal.es ROCÍO DE ANDRÉS CALLE, rocioac@usal.es
J. MANUEL CASCIÓN, casbar@usal.es M. DOLORES GARCÍA, dgarcia@usal.es
M. AURORA MANRIQUE, amg@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. El traje nuevo del emperador: una fábula de pandemia	2
2. Los cuestionarios de autoevaluación	4
2.1. Evaluación formativa online. La retroalimentación	4
2.2. Descripción del proyecto	7
2.3. Recepción, evaluación de resultados y líneas de mejora	8
3. Desarrollo de herramientas	19
3.1. Cuestionarios con retroalimentación en formato L ^A T _E X	19
3.1.1. Descripción del proceso	20
3.1.2. Preámbulo y opciones del estilo	22
3.1.3. Entornos <i>quiz</i> y <i>question</i>	23
3.1.4. Elección múltiple (<i>multi</i>)	25
3.1.5. Verdadero/Falso (<i>truefalse</i>)	27
3.1.6. Numérica (<i>numerical</i>)	28
3.1.7. Pregunta corta (<i>shortanswer</i>)	30
3.1.8. Pregunta combinada (<i>cloze</i>)	31
3.2. Cuestionarios con WirisQuizzes 	34
3.3. Parametrización de ejercicios con 	41
4. Referencias bibliográficas	47

1. Introducción. El traje nuevo del emperador: una fábula de pandemia

Aun debatiéndonos cotidianamente entre análisis y contraanálisis apasionados sobre la adaptación de la actividad docente universitaria a la distópica situación desencadenada por la COVID-19, lo urgente sigue ocupando tanto espacio que apenas deja tiempo para reflexionar sobre cuánto de ello es importante. El presente trabajo, enmarcado en un proyecto de innovación docente de la Universidad de Salamanca, surge básicamente por una de esas emergencias. Su fin es generar y valorar algunas herramientas ad hoc de uso específico en distintos procesos y estadios de evaluación y autoevaluación, en asignaturas de carácter cuantitativo de los estudios de grado económico-empresariales, susceptibles de adaptarse igualmente a contextos de docencia presencial y virtual. Pero no debemos dejar de hacer antes algunas consideraciones que contextualizan el proyecto y, en muchos sentidos, lo motivan, trascendiendo de su aplicabilidad concreta.

Las insólitas situaciones que la no presencialidad provocó en nuestro sistema educativo en el segundo cuatrimestre del curso 2019-20, fueron manejadas individual y colectivamente con un éxito dispar. Mirado con la escasa perspectiva que otorga una distancia de apenas quince meses se observa que, tras un periodo breve de desconcierto derivado de la incertidumbre, la seguridad de que no se volvería a las aulas colocó inmediatamente en el centro de las preocupaciones de docentes y discentes el tema de la evaluación. Y la primera cuestión que notamos es que, de hecho, fue un asunto tan preocupante que, en algunas condiciones, se situó por encima de algo mucho más básico: la adaptación del propio proceso global de enseñanza-aprendizaje a esa situación nueva y supuestamente excepcional. En ocasiones nos preocupó más cómo evaluar que cómo transmitir y compartir conocimientos, o promover destrezas, y nuestras estrategias docentes vinieron marcadas en alguna medida por ese primer aspecto. Este hecho denota que, en una situación extrema, seguimos aferrados a la evaluación como un mero acto de “certificación” del logro de unos objetivos (conocimientos, destrezas, competencias . . .) ignorando su papel como elemento que coadyuva al aprendizaje, particularmente en un contexto virtual (Luo et al., 2017).

Bien es cierto que cuando los grupos de alumnos eran reducidos, no se produjeron cambios radicales: era viable hacer un seguimiento individualizado online que permitiera evaluar en un sentido muy amplio, pues este seguimiento era algo que, en realidad, ya se hacía –con mayor comodidad e inmediatez– en la situación de normalidad. Esta observación no es menos sustancial por su obviedad: como se viene reclamando reiteradamente (por poner un ejemplo, véase Galán Muros, 2011), el mantenimiento de una ratio alumno/profesor razonable es un elemento básico para garantizar un sistema de tutorización y seguimiento individual; y esto, por otra parte, es una de las exigencias derivadas del Plan Bolonia. Cuando los grupos de alumnos son numerosos –algo que no es extraño en el caso de asignaturas de los primeros cursos de los grados– surgen también nuevos problemas derivados de la virtualidad, que van desde las dificultades para garantizar la identidad de los estudiantes hasta las brechas tecnológicas de acceso, uso y competencias (Fernández Enguita, 2020), pasando por cuestiones de carácter ético y de falta de honestidad académica de algunos

estudiantes, que no son, desde luego, menores. Muchos de estos aspectos se añaden a la problemática de una “evaluación continua” (otro de los paradigmas del Espacio Europeo de Educación Superior) que en realidad se acaba sustanciando en un modelo de evaluación fragmentada en múltiples pruebas de distinto peso y carácter que, de un modo que se antoja inevitable, parece ser la única evaluación factible en situaciones de masificación en las aulas (Nieva Fenoli y Sanchís Crespo 2017, p. 86).



Para completar el panorama, el ejemplo de las decisiones que se tomaron para la evaluación y la titulación en ESO, Bachillerato y FP (Orden EFP/365/2020, de 22 de abril) levantó unas singulares expectativas también en el alumnado universitario y simultáneamente condujo a una cierta relajación de la exigencia y autoexigencia que debe ser habitual. Ninguna de estas actitudes encontró, precisamente, un muro de contención en las recomendaciones surgidas de la Conferencia General de Política Universitaria de 15 de abril de 2020.

Como el muchacho de “El traje nuevo del emperador”, el conocido cuento de Hans Christian Andersen, la situación de confinamiento evidenció la desnudez de una parte importante del sistema educativo universitario español, mostrando carencias básicas y haciendo patentes con crudeza algunas características de muchos de los agentes que estamos involucrados en él. Masificación, desigualdad, fraude, indolencia... y también, claro está, dedicación, trabajo, esfuerzo, rigor, o excelencia. Todo ello está revestido por tal cantidad de lugares comunes, de actitudes acomodaticias o de autocomplacencia, que hemos llegado a aceptar como cierto aquello que todos decimos que lo es o, como mínimo, adoptamos en ocasiones la equívoca postura del emperador que, aun barruntando la verdad de su desnudez, pensó que había que aguantar impertérrito hasta el fin del irrisorio cortejo.

Es este contexto el que nos movió a iniciar como grupo de trabajo en innovación docente una reflexión general sobre la evaluación en nuestras materias de grado. Este asunto de calado, sin embargo, se ha visto desplazado por lo urgente, pues resulta imprescindible y perentoria la creación e implantación efectiva de planes y artefactos de evaluación para afrontar con mayores seguridades un curso que nuevamente se ha presentado como incierto. De una rápida reflexión general se infiere que estas herramientas deben ser híbridas y flexibles en varios sentidos. En primer término, porque han de ser fácilmente adaptables a la variedad de situaciones de presencialidad o virtualidad que se puedan dar. En segundo, porque se deben situar en el ámbito de la evaluación como herramienta de aprendizaje autónomo y, simultáneamente, constituir marcadores fiables del nivel de consecución de los objetivos que se hayan propuesto. En tercer lugar, porque tales artefactos de evaluación deben adaptarse lo más cómodamente posible a las plataformas de enseñanza virtual tipo Moodle, que muestran algunas rigideces para implementar en ellas contenidos con un lenguaje formalizado y simbólico como el de las Matemáticas, la Estadística, la Econometría, etc., lo que genera una problemática muy específica. Y finalmente, porque parece relevante que tales planes e instrumentos incorporen elementos que impidan, o al menos dificulten, esas actitudes académicas poco honestas que, lamentablemente, vimos con alguna frecuencia a finales del pasado curso 2019-2020.

El presente trabajo recoge la descripción y análisis de una de estas tentativas, desarro-

llada e implementada como experiencia piloto en la asignatura de Álgebra del primer curso del Grado en Administración y Dirección de Empresas. La propuesta se ha implantado también en la asignatura de Análisis Matemático, que se imparte a lo largo del segundo cuatrimestre, realizando algunas modificaciones derivadas de la experiencia anterior ¹. El importante número de alumnos en estas materias (alrededor de 250 estudiantes) hace que en ellas se vea de un modo especialmente claro y acuciante la problemática antes mencionada. Por otra parte, de cara a la interpretación y análisis de resultados, es importante que haya una cierta homogeneidad en el “grupo piloto”, y esta no se garantizaría si se mezclaran estudiantes de distintos grados y cursos.

Los materiales se organizan como sigue. Primeramente, analizaremos algunos de los aspectos generales de los procedimientos de autoevaluación online a través de cuestionarios de respuesta múltiple con retroinformación. Posteriormente describiremos brevemente la implantación de esta herramienta en la asignatura de Álgebra del primer curso del grado en Administración y Dirección de Empresas en la Universidad de Salamanca a lo largo del primer cuatrimestre del curso 2020-2021. Finalmente analizaremos tanto la recepción de este tipo de autoevaluación por parte de los estudiantes como su reflejo en la consecución de objetivos del curso. En el segundo bloque de este trabajo se hace un recorrido por las diferentes herramientas de evaluación desarrolladas, atendiendo de modo primordial a las especificidades y dificultades generadas por el uso del lenguaje simbólico. Por este motivo ofrecemos además un “manual de instrucciones” que pretende facilitar la implantación de estas herramientas, incluyendo “documentos plantilla” en formato L^AT_EX, **WirisQuizzes**  o ², susceptibles de ser importados con facilidad desde algunas de las herramientas del entorno Moodle.

2. Los cuestionarios de autoevaluación

2.1. Evaluación formativa online. La retroalimentación

Ya hemos comentado en la introducción cómo la problemática de consumo de tiempo y recursos que presenta una evaluación formativa en grupos grandes hace que, en muchas ocasiones, esta se tenga que acabar convirtiendo en un modelo más o menos seccionado de evaluación de carácter puramente sumativo. En este contexto el empleo de algunos instrumentos de aprendizaje y evaluación online puede ayudar a revertir –al menos parcialmente– la situación, resultando de gran utilidad. Una utilidad que se ve acrecentada en momentos de incertidumbre como los presentes, en los que, en previsión de contingencias, se ha solicitado que las fichas de las asignaturas tengan una agenda donde estén previstos modelos de evaluación para situaciones de presencialidad, semipresencialidad y estricta virtualidad.


¹Dado que en la fecha de redacción del presente documento aún no ha concluido el proceso de evaluación en esta asignatura de Análisis Matemático, no es posible recoger aquí el estudio de los resultados obtenidos.

²Hemos omitido referencias al posible empleo de *Mathematica* en los cuestionarios puesto que esto no añadía nuevas posibilidades ni mejoraba los recursos elaborados con las herramientas citadas, a la vez que obligaba a un interfaz de comunicación prolijo. Como opción complementaria, *Mathematica* podría ser útil para la elaboración de respuestas en preguntas numéricas (Miralles et al. 2016).

Siendo así, parece razonable insistir en la búsqueda de instrumentos que sean de aplicabilidad en las fronteras de cada uno de estos escenarios, de modo que puedan adaptarse con facilidad a uno u otro sin que, además, eso suponga un inesperado y desasosegante cambio de metodología para el alumno. Si, por ejemplo, se prevé que en el caso de no presencialidad se van a utilizar algunos cuestionarios online de respuesta múltiple, no tendría sentido alguno que en situación de enseñanza presencial no se realice también algún cuestionario de este tipo aunque sea con papel y con los alumnos en el aula.

También parece claro que ninguno de los posibles instrumentos de evaluación online atenderá a todos los aspectos y resolverá todas las dificultades, por lo que deberán utilizarse varias herramientas que se complementen. Las ventajas, dificultades y carencias de una evaluación no presencial por medio de herramientas informáticas son analizadas en gran cantidad de literatura, pero hay uno de estos aspectos que debe ser destacado: buena parte de la problemática que presentan desaparece si son consideradas como instrumentos de formación y autoevaluación, no de evaluación externa estrictamente sumativa (Lawson 2002).

Por otra parte, la estrategia de evaluación que se adopte tiene un fuerte efecto en el modo en el que los estudiantes enfocarán su proceso de aprendizaje: “Lo que los estudiantes aprendan y cómo lo hagan depende en buena medida de cómo piensan que serán evaluados” (Biggs 2011, p. 191). Efectivamente, determinará el tiempo que dedicarán al estudio y su distribución a lo largo del curso, los contenidos que considerarán clave, las técnicas y habilidades que tratarán de desarrollar . . . (Bloxam y Boyd 2007, p. 16 y ss.). Pero además hay un aspecto de la mayor importancia: también es un factor que puede influir en su actitud frente a la materia de la que se trate, involucrándolo en ella en mayor o menor medida.

En su extensa revisión sobre la literatura referida a la evaluación online en matemáticas, Jorge Gaona ofrece una definición general de lo que es un sistema de este tipo: “un artefacto que permite, mediante un dispositivo conectado a internet, recoger las respuestas de los estudiantes, corregirlas automáticamente y guardar parte de la información del trabajo de quien responde” (Gaona 2020). Este sistema puede, obviamente, tener muy distintas componentes, modos y contextos de utilización, etc., desplegándose así una variada gama de instrumentos. El uso de los mismos en la formación universitaria está ampliamente documentado y analizado, de modo particular en la enseñanza de matemáticas y estadística en los primeros cursos de educación superior en distintos países. Como norma general en todos estos trabajos se hace una valoración positiva de las experiencias de evaluación online y su impacto en la implicación y mejora de resultados de los estudiantes. Los sistemas utilizados son múltiples: la realización de cuestionarios asimilables a los que proporciona la herramienta de Moodle, de distintos tipos y con distintas condiciones y periodicidades (Angus y Watson 2009, Huisman y Reedijk 2012, Lowe 2015, Gaspar Martins 2017, 2018); realización en papel de ejercicios secuenciados cuyas repuestas parciales se introducen en un sistema de validación online (Vasko et al. 2018); cuestionarios con **WirisQuizzes** , en los que es posible una parametrización que hace que las preguntas varíen (Figuerola-Canas 2017). Tampoco faltan trabajos sobre herramientas más específicas como Maple T. A. (Rønning

2017) o Tutor-Web (Jonsdottir 2017).

Vencidas algunas dificultades iniciales y realizadas varias adaptaciones que se especificarán en la segunda parte de este trabajo, la herramienta de cuestionarios de Moodle puede ser un elemento eficaz para la implantación de un sistema de evaluación externa y autoevaluación formativa continua online. Entre los elementos que se consideran ineludibles en esta destacan tanto la realimentación del estudiante como su participación como agente del acto evaluador (García Peñalvo et al. 2020, p. 6), aspectos que están estrechamente relacionados. Una realimentación rica y elaborada es una característica apreciada por los estudiantes que aumenta su implicación en el proceso de aprendizaje (Acosta-Gonzaga y Walet 2017).

El tema de la realimentación ha merecido también una profunda atención en la literatura sobre evaluación formativa (véanse, por ejemplo, Hattie y Timperley 2007, Shute 2008 o van der Kleij et al. 2012). Para comenzar, debemos distinguir entre tres tipos: la relativa al resultado obtenido por el estudiante, la relativa al conocimiento de cuál es la respuesta correcta y, finalmente el feedback elaborado en el que se da una explicación tanto de los errores posibles como de la respuesta correcta en cada caso (Stobart 2008). Las dos primeras informaciones son automáticas en las herramientas de cuestionario de Moodle y son el llamado “feedback de verificación” (Kulhavy y Stock 1989), mientras la tercera (“feedback de elaboración”) exige un cuidadoso trabajo por parte del profesor para conducir (educare) al estudiante en la dirección adecuada. Mientras aquellos alumnos que muestran un interés superficial por la materia valorarán fundamentalmente las dos primeras informaciones, la tercera será especialmente valiosa para los estudiantes más implicados. Esta retroinformación para la elaboración tiene una importancia significativamente mayor en contextos de no presencialidad.

Una característica de los sistemas online que es importante resaltar es que este feedback se obtiene de modo inmediato. Como señala Lowe esto es particularmente importante en materias como las que nos ocupan, puesto que “si no existe feedback, o este se da tarde, los estudiantes que están resolviendo cuestiones prácticas pueden estar afianzando métodos y conceptos erróneos” (Lowe 2015, p. 138). Por otra parte, la inmediatez en la retroalimentación ayuda a optimizar el trabajo del estudiante, puesto que distribuye la información a lo largo de todo el cuestionario y reduce el número de intentos (Gaona y Marquès 2018). La retroinformación diferida del tipo de las “hojas de soluciones” es, según nuestra experiencia, menos eficaz, pues estas se acaban utilizando como material inicial, sin un proceso de trabajo previo.

Elaborar una retroinformación formativa es un trabajo al menos tan delicado como preparar las tareas o preguntas del correspondiente cuestionario. La gama es amplia: se puede ir desde un texto muy elaborado que recoja los errores comunes, dando líneas estratégicas para obtener la respuesta adecuada sin decir cuál es (Narciss y Huth 2004) a simplemente indicar si la respuesta es correcta o no dando una muy breve explicación de por qué (puede verse un recorrido por las distintas tipologías en Shute 2008, p. 160). En este sentido, la cultura del TLDR –too long; didn’t read– que impera en la comunicación a través de las redes sociales, parece aconsejar ser lo más breve posible sin por ello perder precisión:

una explicación demasiado larga puede convertirse en inútil porque corre el riesgo de ser ignorada.

2.2. Descripción del proyecto

El proyecto se implementó con los estudiantes de la asignatura Álgebra (asignatura básica, de 6 créditos ECTS) que se imparte en el primer cuatrimestre del primer curso del Grado en Administración y Dirección de Empresas (ADE) y del doble Grado en Administración y Dirección de Empresas y Derecho (Facultad de Economía y Empresa, Universidad de Salamanca). La elección no ha sido arbitraria: la asignatura es la primera que impartimos a los alumnos que inician sus estudios en nuestra Facultad. De cara a la interpretación y análisis de resultados era importante además tener una cierta homogeneidad en el “grupo piloto”, y esta no se garantizaría si se mezclaran estudiantes de distintos grados y cursos.

A lo largo del cuatrimestre se realizaron cinco cuestionarios de diez preguntas cada uno, sobre los siguientes temas: lógica y teoría de conjuntos, espacios vectoriales y subespacios, bases y teoría de la dimensión, aplicaciones lineales y matrices y, finalmente, diagonalización de endomorfismos ³.

Los cuestionarios se elaboraron con L^AT_EX, utilizando como punto de partida Hendrickson (2016), que genera la versión v0.5 del correspondiente archivo de estilo moodle para L^AT_EX. Esto permitió importar los cuestionarios directamente mediante el archivo «.xml» que se crea al compilar el documento usando pdfL^AT_EX, no siendo así necesario teclear cada pregunta del cuestionario directamente en la plataforma, algo bastante prolijo de realizar. Al mismo tiempo, conseguíamos otro de los objetivos: hacer interactuar Moodle con uno de los lenguajes utilizados habitualmente para escribir Matemáticas. En esta labor se encontraron algunas dificultades que se comentarán en el apartado 3.1, y que se pudieron resolver satisfactoriamente. En fecha posterior a la realización de estos cuestionarios ha visto la luz un nuevo trabajo (Hendrickson y Guerquin-Kern 2021) que desarrolla una nueva versión del estilo moodle.sty. Este resuelve también los problemas detectados, añadiendo algunas funcionalidades más, por lo que es el estilo que hemos usado a partir de la fecha de publicación (7 de febrero de 2021) para realizar los cuestionarios que se programaron en la asignatura de Análisis (segundo cuatrimestre de 2021).

Los cuestionarios se ponían a disposición de los estudiantes una vez concluida la correspondiente materia, y cada uno de ellos estuvo abierto siete días. Cada estudiante podía realizarlo a lo largo de esa semana en cualquier momento y tantas veces como quisiera; y el calificador solo conservaba la calificación más alta. Las preguntas y posibilidades de respuesta eran siempre las mismas, pero el orden en que aparecían en cada intento era aleatorio. Se programó para que hubiera la posibilidad de responder cada pregunta tantas veces

³No se realizó cuestionario sobre el último tema que se desarrolla en el curso (formas cuadráticas), puesto que este se centra fundamentalmente en las técnicas de clasificación, sin apenas entrar en una justificación teórica que sería excesivamente compleja para nuestros alumnos. La brevedad del tema, unida a que este se imparte en los últimos días del cuatrimestre, cuando los estudiantes ya están pensando en sus exámenes finales y en concluir diversos trabajos para otras asignaturas, motivó el no incluir un cuestionario sobre el mismo.

como se quisiera: si la respuesta es errónea se muestra la retroalimentación y la posibilidad de repetir la pregunta y volver a contestar. Creemos que al estudiante que realmente utiliza los cuestionarios para organizar su estudio esta alternativa le permite afianzar conceptos y continuar avanzando. Sin embargo, valoramos cambiar el sistema obligando a repetir el cuestionario entero cada vez que se dé una respuesta errónea, para evitar que sea demasiado rápido el realizar el cuestionario por “ensayo-error” sin necesidad de leer siquiera la pregunta.

Para los alumnos cada uno de estos cuestionarios suponía un 2 % de su calificación global final. Se añadió, por tanto, un carácter sumativo a un elemento que, de modo esencial, está concebido como formativo; pensamos que esto actuaría como incentivo, como de hecho así fue. Para obtener esa puntuación de 0,2 era imprescindible haber realizado un intento en el que todas las preguntas se hubieran respondido correctamente. Por otra parte, a lo largo del curso, los estudiantes tuvieron que realizar presencialmente dos cuestionarios de respuesta múltiple en tiempo limitado, cada uno de los cuales suponía un 10 % de la calificación global. El tipo de preguntas y la dificultad de las mismas era similar a las de los cuestionarios de autoevaluación del proyecto. La previsión en el caso de que se hubiera dado una situación de docencia y evaluación no presencial era que, aparte de otra serie de tareas y ejercicios, realizaran varios test de este tipo a lo largo del curso, a través de la herramienta online de cuestionarios de Moodle, con lo que el entorno de evaluación sería conocido para aquellos que hubieran seguido el programa desarrollado en este proyecto.

2.3. Recepción, evaluación de resultados y líneas de mejora

En el curso 2020-2021 se matricularon en la asignatura de Álgebra del grado en ADE en la Facultad de Economía y Empresa de la Universidad de Salamanca, un total de 237 estudiantes. Estos se dividían en tres grupos de teoría y seis grupos de prácticas, y la organización docente se hizo de modo que todas las sesiones teóricas se desarrollaron online, así como la mitad de las sesiones prácticas, lo que suponía que solamente una cuarta parte del horario lectivo de los alumnos era presencial. Casi un 29 % de estos estudiantes no participó (o lo hizo de modo muy esporádico) en las sesiones de la asignatura, ni realizó ninguno de los elementos de evaluación, incluidos exámenes finales. Como consecuencia los datos que manejaremos se referirán a 169 estudiantes «activos». Este porcentaje de absentismo es superior a la media de los cinco últimos cursos, que se cifra en el 20 % (Figura 1), y entendemos que puede estar relacionado con la situación excepcional derivada de la escasa presencialidad, aspecto muy preocupante porque puede estar relacionado con alguna de las brechas tecnológicas antes mencionadas. La excepcional situación generada por la epidemia de COVID-19 y su incidencia en la actividad docente no solo ha motivado el presente proyecto: también su sombra se cierne sobre los resultados obtenidos⁴.

El sistema de evaluación de la asignatura contempla dos partes: la valoración del trabajo realizado por el alumno a lo largo del curso (evaluación continua) y la realización de una

⁴El absentismo se ha convertido en un problema de mayor envergadura aún en el segundo cuatrimestre. Aun cuando los resultados no están cerrados, se puede anticipar que en el caso de la asignatura de Análisis subió a una cifra algo superior al 25 %.

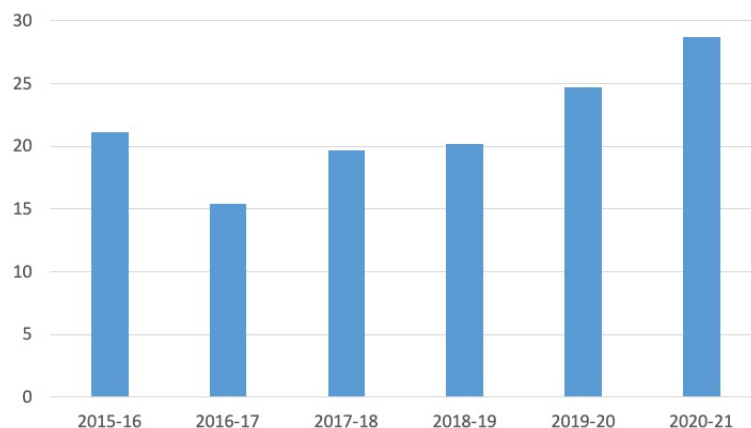


Figura 1: Evolución de la tasa de abandono de la asignatura 2015-2021

prueba final. La calificación final obtenida por los alumnos en la asignatura será a lo que denominemos nota final (NF). Los instrumentos de evaluación de la parte continua utilizados en la asignatura son: cinco test de autoevaluación, con una puntuación máxima de un punto en total (TA) y dos controles tipo test presenciales, cada uno de ellos con una puntuación máxima de un punto (TP1 y TP2, respectivamente). La suma de la nota de estos dos test presenciales es recogida en la variable STP (nota máxima 2 puntos).

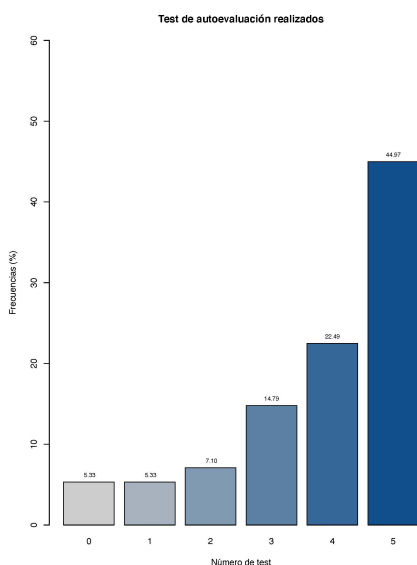


Figura 2: Número de tests de autoevaluación completados por los estudiantes

La implementación de los test de autoevaluación tuvo una acogida muy favorable por parte de los alumnos. El 67,46 % de ellos completaron satisfactoriamente al menos cuatro

de los cinco test que se propusieron (véase Figura 2). El Cuadro 1 y la Figura 3 recogen los estadísticos descriptivos más importantes de las notas obtenidas en los diferentes instrumentos de evaluación. Tal y como se puede observar las notas obtenidas en el primer test presencial (TP1) fueron inferiores a las obtenidas en el segundo test presencial (TP2) y a las obtenidas en los test de autoevaluación (TA). La nota máxima obtenida para el 50% de las notas más bajas en cada uno de ellos se sitúa en 0,24 para el TP1, en 0,34 para el TP2, en 0,80 para el TA y en 5,50 para la nota final (NF). En los test TP1 y TP2 los resultados obtenidos no son buenos situándose las notas medias por debajo del aprobado 0,24 y 0,36, respectivamente, mientras que la nota media en los test de autoevaluación se sitúa en 0,76 y para la nota final en 5,40.

	TP1	TP2	STP	TA	NF
Min.	0,00	0,00	0,00	0,00	1,00
Q_1	0,07	0,10	0,31	0,60	3,80
$Q_2 = Me$	0,24	0,34	0,57	0,80	5,50
Media	0,24	0,36	0,60	0,76	5,40
Q_3	0,34	0,54	0,78	1,00	6,68
Max.	0,87	1,00	1,74	1,00	10,00

Cuadro 1: Estadísticos de las notas recogidas en el curso

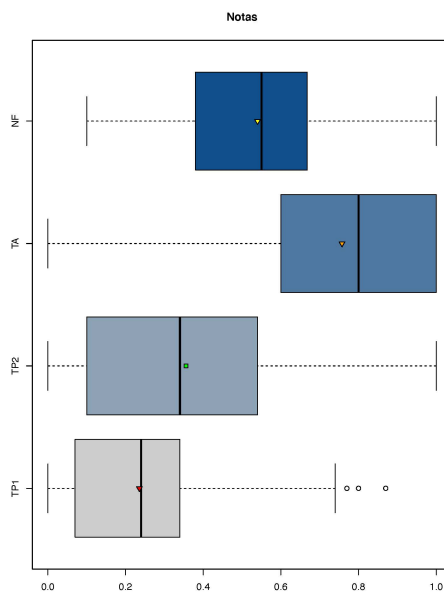


Figura 3: Box-plot notas normalizadas

La Figura 4 presenta el histograma de la distribución de la nota final de la asignatura

(NF). Realizando los análisis estadísticos pertinentes se comprueba que la distribución de estas notas es asimétrica negativa y mesocúrtica.

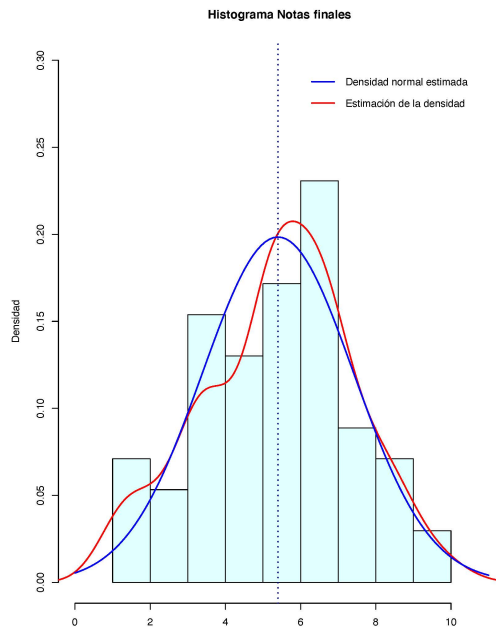


Figura 4: Distribución notas finales

Con respecto a la homogeneidad de las calificaciones, la media aritmética es representativa en el caso de la nota final (NF) y de los test de autoevaluación (TA). No ocurre esto en el caso de los test presenciales: los promedios no son representativos del conjunto de datos, por lo que resultarán “heterogéneos” (véase Cuadro 2).

TP1	TP2	STP	TA	NF
0,82	0,76	0,62	0,39	0,37

Cuadro 2: Coeficientes de variación de las notas recogidas en el curso

En cuanto a la relación existente entre las notas obtenidas mediante los diferentes instrumentos de evaluación, el Cuadro 3 muestra las covarianzas entre las diferentes calificaciones. El Cuadro 4 muestra los valores de los coeficientes de correlación existentes entre las variables. En esta tabla cabe señalar dos valores en particular, el valor de la correlación entre la nota final y la nota de los controles presenciales (0,71) y el valor de la correlación entre la nota final y la nota de los test de autoevaluación (0,46). En ambos casos se establece una relación positiva entre las notas aunque de carácter mucho más marcado en el caso de la nota final y los test presenciales. En la Figura 5 se representa la recta de regresión “suavizada” de las notas finales en función de las notas de los test presenciales.

	TP1	TP2	STP	TA	NF
TP1	0,04	0,01	0,05	0,01	0,17
TP2		0,07	0,08	0,02	0,35
STP			0,13	0,04	0,52
TA				0,09	0,27
NF					4,04

Cuadro 3: Matriz de varianzas-covarianzas

	TP1	TP2	STP	TA	NF
TP1	1,00	0,24	0,70	0,24	0,44
TP2		1,00	0,86	0,30	0,65
STP			1,00	0,34	0,71
TA				1,00	0,46
NF					1,00

Cuadro 4: Matriz de correlaciones

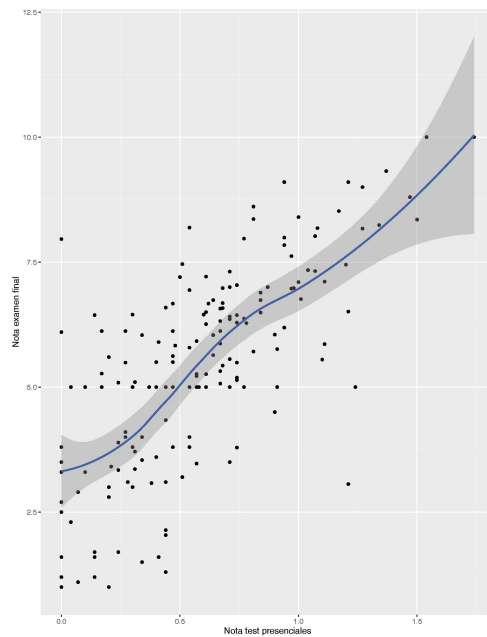


Figura 5: Nota final en función de los test presenciales

Por otra parte, la Figura 6 recoge la nube de puntos resultante al representar la nota final en términos de la notas de los test de autoevaluación. Analizando en mayor profundidad

dichas relaciones, existen evidencias significativas que nos indican que hay relación entre las notas finales y las notas de los test presenciales para $\alpha = 0,05$.

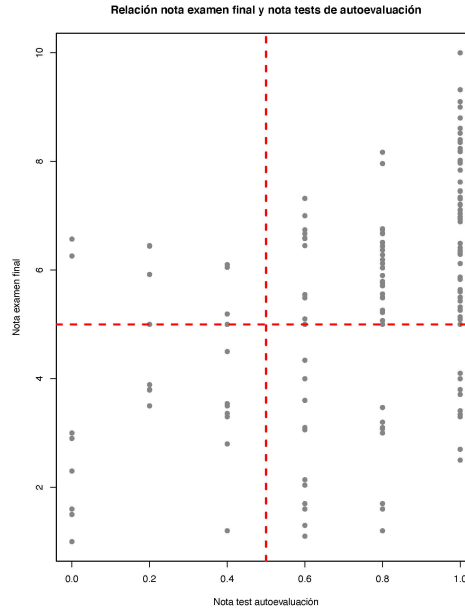


Figura 6: Relación nota test autoevaluación y nota final

El Cuadro 5 muestra el porcentaje de aprobados y suspensos en cada instrumento de evaluación. Si relacionamos las variables dos a dos, los Cuadros 6 y 7 recogen las tablas de contingencia de las notas de los test de autoevaluación y la nota final y la nota de los test presenciales y la nota final, respectivamente. Observando ambos se comprueba que el porcentaje de aprobados simultáneamente en la nota final y en los test de autoevaluación (0,63) es superior al porcentaje de aprobados simultáneos en la nota final y en los test presenciales (0,19).

	Test autoevaluación	Test presenciales	Nota final
Suspensos (%)	0.18	0.80	0.30
Aprobados (%)	0.82	0.20	0.70

Cuadro 5: Aprobados vs. suspensos

TA \ NF	Suspense	Aprobado
Suspensos	0.11	0.07
Aprobados	0.19	0.63

Cuadro 6: Tabla de contingencia: Test autoevaluación y nota final

STP \ NF	Suspense	Aprobado
Suspensos	0.29	0.51
Aprobados	0.01	0.19

Cuadro 7: Tabla de contingencia: Test presenciales y nota final

A pesar de que la lectura de estos datos puede invitar a pensar que el proyecto tuvo una incidencia escasa en las calificaciones obtenidas por los alumnos, hay algunos aspectos que orientan en sentido contrario y revelan que la estrategia implementada ha tenido una repercusión positiva en el proceso de aprendizaje. Restringiéndonos en todos los casos a los que hemos considerado “alumnos activos”, la calificación media de todo el grupo fue la más alta de los seis cursos del periodo 2015-2021 (Figura 7). Esta diferencia fue más significativa en el caso de los alumnos que aprobaron la asignatura (Figura 8), lo que puede ser un indicio de que los tests son especialmente útiles para aquellos estudiantes que más implicados están en la materia, contribuyendo a que mejoren sus resultados.

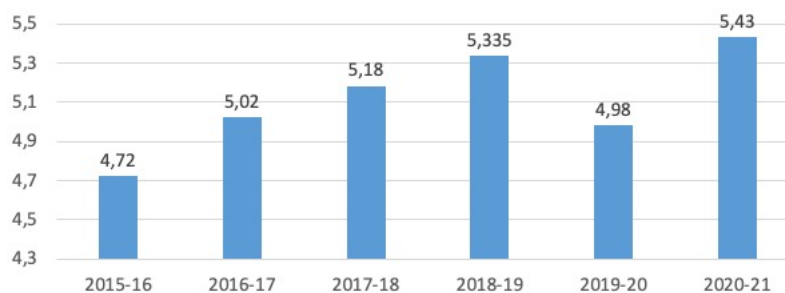


Figura 7: Evolución de la nota media de la asignatura (2015-2021)

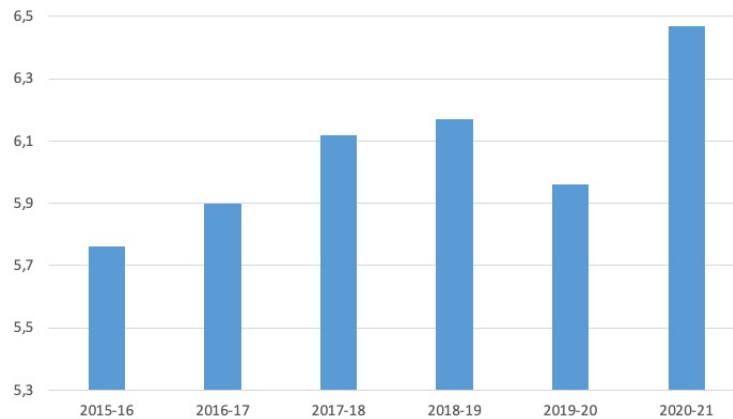


Figura 8: Evolución de la nota media de los alumnos que aprueban la asignatura (2015-2021)

Esta sensación se ve respaldada por la valoración que los propios estudiantes realizaron del proyecto. Al finalizar la asignatura se realizó una breve encuesta anónima por medio de un formulario Google. Esta constaba de ocho preguntas en las que se pedía su valoración sobre distintos aspectos de los cuestionarios (Figuras 9 a 16) y una pregunta abierta para que se hiciera una valoración general así como críticas y sugerencias. Contestaron a la encuesta 113 alumnos, lo que supone las dos terceras partes del total de participantes. Las respuestas ponen de manifiesto que consideraron adecuado el número de test realizados, la extensión de cada uno, así como la retroalimentación que se les proporcionaba. Pero quizá sea más importante la positiva percepción sobre la utilidad de este proyecto para ayudar a la comprensión de la asignatura, y como elemento que facilita y organiza el estudio.

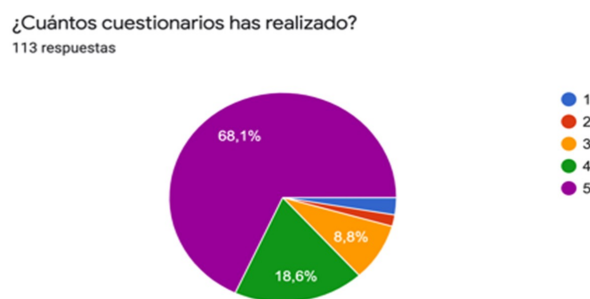


Figura 9: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 1



Figura 10: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 2



Figura 11: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 3

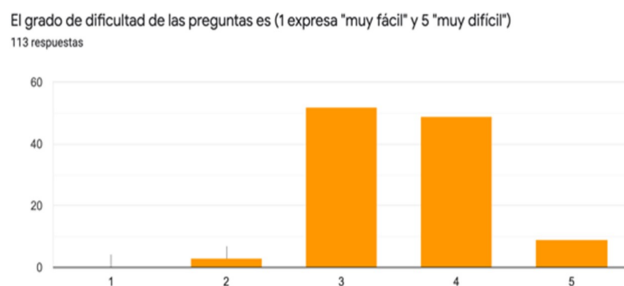


Figura 12: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 4

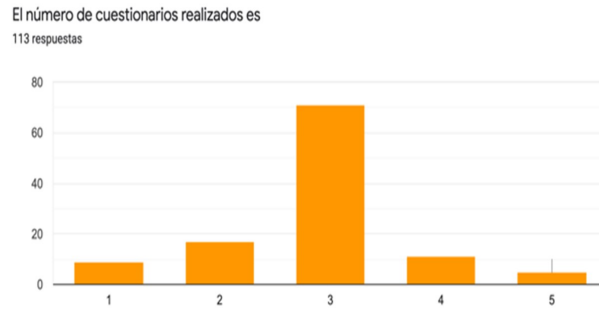


Figura 13: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 5



Figura 14: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 6



Figura 15: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 7

¿Querías que hubiera cuestionarios de este tipo en la asignatura de Análisis?
113 respuestas

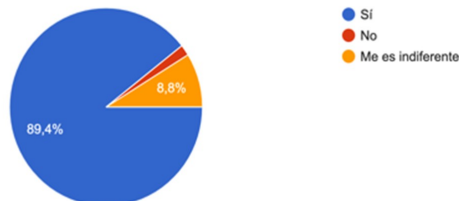


Figura 16: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación. Item 8

Las sugerencias y comentarios que se recogieron fueron muy numerosos, lo que corrobora el interés que despertó en los alumnos o, al menos, en los «alumnos interesados», lo cual no es nada desdeñable. Entre ellas las tres sugerencias más frecuentes fueron:

- Incorporar retroalimentación también en las respuestas correctas.
- Implantar un sistema similar con ejercicios.
- Dejar los cuestionarios accesibles, una vez que se cierren, para poder revisarlos en cualquier momento.


Las tres se incorporaron en el desarrollo de la asignatura de Análisis, que se impartió a lo largo del segundo cuatrimestre. Las modificaciones e implementación de las dos primeras han exigido realizar modificaciones en el archivo de estilo para cuestionarios moodle en \LaTeX , así como el desarrollo de otras herramientas, como se detalla en la siguiente sección.

3. Desarrollo de herramientas

El objetivo de esta sección es presentar los fundamentos básicos de las herramientas que se han empleado para el diseño de los cuestionarios online y la propuesta de plantillas que permitan la replicación y adaptación de este trabajo a otros ámbitos y/o asignaturas.

No cabe duda de que el entorno Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) ofrece multitud de posibilidades para el desarrollo del aprendizaje online, por lo que, en el último año, se ha convertido en una herramienta omnipresente e indispensable en nuestro quehacer diario. Entre estas posibilidades está la creación de cuestionarios que pueden incluir preguntas de diversas modalidades: de elección múltiple (`multi`), de respuesta corta, (`shortanswer`), de verdadero/falso (`truefalse`), numéricas (`numerical`), de emparejamiento (`matching`), cuestiones para desarrollar (`essay`) o preguntas combinadas (`cloze`). 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.

Por otro lado, la revisión de los cuestionarios una vez que han sido generados no es sencilla, pues aunque el sistema permite la visualización de las preguntas, la corrección de errores o erratas exige acceder de nuevo a la interfaz web donde cada pregunta es editada en una página web diferente. Y a todo ello se añade la especificidad que exige en las entradas el lenguaje formalizado de las matemáticas.

En resumen, el proceso de creación y revisión de cuestionarios en Moodle consume una cantidad ingente de tiempo. Las herramientas que presentamos en esta segunda parte del trabajo pretenden facilitar esta labor, pues soslayan gran parte de los obstáculos que acabamos de comentar (\LaTeX o \R), o añaden nuevas funcionalidades a los cuestionarios (`WirisQuizzes` .

3.1. Cuestionarios con retroalimentación en formato \LaTeX

\LaTeX es un sistema de edición de texto de alta calidad (<https://www.latex-project.org>), orientado a la producción de material científico (libros, tesis, artículos) y que es ampliamente usado en la docencia de enseñanzas técnicas para generar múltiples materiales (apuntes, manuales, presentaciones, exámenes, etc). \LaTeX recibe un archivo fuente (escrito en texto plano) que transforma en un documento (generalmente) de tipo pdf. La personalización del documento se puede realizar a través de los denominados archivos de estilo que son cargados al inicio del archivo fuente (preámbulo). En este documento asumiremos que el usuario está familiarizado con el entorno \LaTeX : edición del archivo fuente y compilación, y por otro lado que conoce las opciones de Moodle que permiten añadir y configurar una actividad cuestionario a partir de un banco de preguntas.

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 in-

corporados 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 y numéricas. 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).

Como ya fue comentado en la sección 2.2, en el inicio de este proyecto se trabajó con la versión v0.5 del estilo `moodle.sty` que presentaba ciertas debilidades para el tratamiento de la retroalimentación. Para el correcto desarrollo del proyecto 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 L^AT_EX.
- Inclusión de gráficos.
- 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.

3.1.1. 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>.
2. Crear o editar el código fuente. Presentamos a continuación una plantilla, denominada `ejemplo.tex`

```
1 \documentclass[12pt]{article}
2 \usepackage{latexsym,amssymb,amsthm,amsfonts,amsmath}
3 \usepackage{moodle}
4 \moodleregisternewcommands
5 \newcommand\R{\mathbb{R}}
6 \begin{document}
7 \begin{quiz}{AnálisisMatemático.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 17 se muestran salidas parciales de estos archivos.

LatexToMoodle.Tema 1

1. T1P01

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

- A es un conjunto cerrado (−33.33333%) → *Es cierta porque un conjunto es compacto si y solo si es cerrado y acotado*
- A es un conjunto acotado (−33.33333%) → *Es cierta porque un conjunto es compacto si y solo si es cerrado y acotado*
- 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*
- 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 17: 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 18 se presenta este proceso



Figura 18: Proceso para la importación del cuestionario en Moodle-Studium

- 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 19 aparece la cuestión sobre el entorno Moodle y la retroalimentación que recibiría el alumno durante el proceso de revisión.

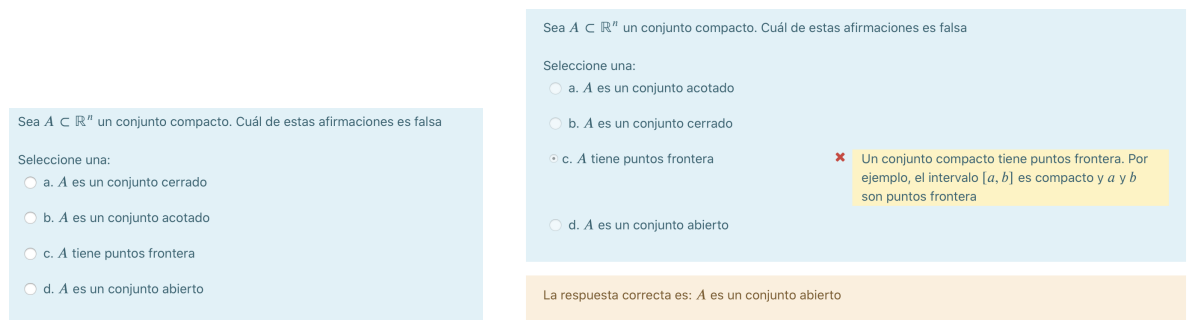


Figura 19: Cuestión de elección múltiple en el entorno Moodle-Studium (izquierda) y retroalimentación durante el proceso de revisión (derecha)

3.1.2. 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 20.

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 acentos o 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 20).

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

3.1.3. 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 cuestión. Un archivo `.tex` puede contener varios entornos `quiz`.

El entorno `quiz` presenta la siguiente estructura:

$$\backslashbegin{quiz}\{<category name>\}
... questions
\end{quiz}$$

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 múltiple.

`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 característica 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.

3.1.4. 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 con 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 múltiple 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. 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

- $\lambda \neq 0$ (-33.33333%) → *El 0 también puede ser un valor propio*
- $\det A \neq 0$ (-33.33333%) → *Sería cierto si $\lambda \neq 0$, pero no si $\lambda = 0$*
- $\det A = 0$ (-33.33333%) → *Sería cierto si $\lambda = 0$, pero no en otro caso*
- $\det(A - \lambda I) = 0$ (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. Se proporciona retroalimentación en todas las respuestas.

```

\begin{multi}[multiple,points=2]{T1P004}
  Si  $A$  y  $B$  son conjuntos tales que  $A \subseteq B$ , se~nala 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

3.1.5. 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 caso 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 combinación de vectores de la imagen pertenece a la
  imagen}]*
  \item[feedback={Toda combinación de vectores de la imagen pertenece a la
  imagen}]
\end{truefalse}
```

T4P001

TRUEFALSE 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

TRUEFALSE 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** ✓

3.1.6. 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 $\langle \text{question options} \rangle$ el parámetro **tolerance** que permite fijar una tolerancia para validar la respuesta. En esta cuestión 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 carácter *, 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  $(e^{-x^3})' = -3x^2 e^{-x^3}$ . 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*

3.1.7. 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 si 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}^3 \to \mathbb{R}^5 $ aplicaci\ 'on lineal, si $ \mbox{dim}(\mbox{Ker} f) = 2 $,
f es una aplicaci\ 'on
  \item[feedback={Dado que $ \mbox{dim}(\mbox{Im} f) = 3 $ $f$ es epiyectiva}]
  Epiyectiva
  \item[feedback={Dado que $ \mbox{dim}(\mbox{Im} f) = 3 $ $f$ es epiyectiva}]
  Epiyectiva.
  \item[fraction=0,feedback={Para deducir el resultado basta utilizar la
f\ 'ormula que relaciona dimensiones de n\ 'ucleo e imagen.}] *
\end{shortanswer}
```

T3P05

SHORTANSWER 1 point 0.10 penalty Case-Insensitive

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

- Epiyectiva ✓ \rightarrow Dado que $\dim(\text{Im } f) = 3$ f es epiyectiva
- Epiyectiva. ✓ \rightarrow Dado que $\dim(\text{Im } f) = 3$ f es epiyectiva
- * (0%) \rightarrow 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.


```

\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}

```


Optimización

Considerar el siguiente problema de optimización:

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

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

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

.0001

.0001

.0001

.0001

Carácter (Mínimo local, Máximo local, Punto silla)

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

.0001

.0001

.0001

.0001


Carácter (Mínimo local, Máximo local, Punto silla)




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


<input type="checkbox"/> Ambos son extremos globales. ✓	
<input type="checkbox"/> Solo el mínimo es extremo global.	
<input type="checkbox"/> Solo el máximo es extremo global.	
<input type="checkbox"/> Ninguno de los puntos es extremo global.	
<input type="checkbox"/> No es posible determinar si son extremos globales	

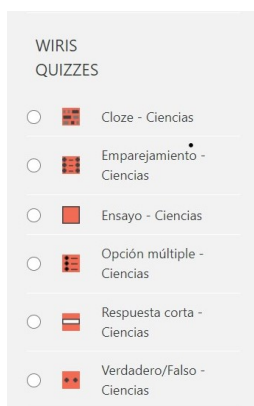
Justificar la afirmación anterior:

3.2. Cuestionarios con WirisQuizzes

En esta subsección describimos brevemente la creación de preguntas en Moodle con la herramienta **WirisQuizzes** . Hemos elaborado esta guía a partir de la documentación que aparece en https://docs.wiris.com/es/quizzes/basic_guide_quizzes. Presentamos a modo de ejemplo la vista previa en Moodle de varias cuestiones 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. La documentación de la versión actualizada (versión 3 de **WirisQuizzes** ) se encuentra en <https://docs.wiris.com/es/quizzes/start> aunque una versión mejorada con nuevas funcionalidades será publicada pronto (ver https://docs.wiris.com/es/quizzes/quizzes4_integration). 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 y en la retroalimentación.

Para crear una pregunta con **WirisQuizzes**  en Moodle comenzamos, como siempre, seleccionando el tipo de pregunta deseado.



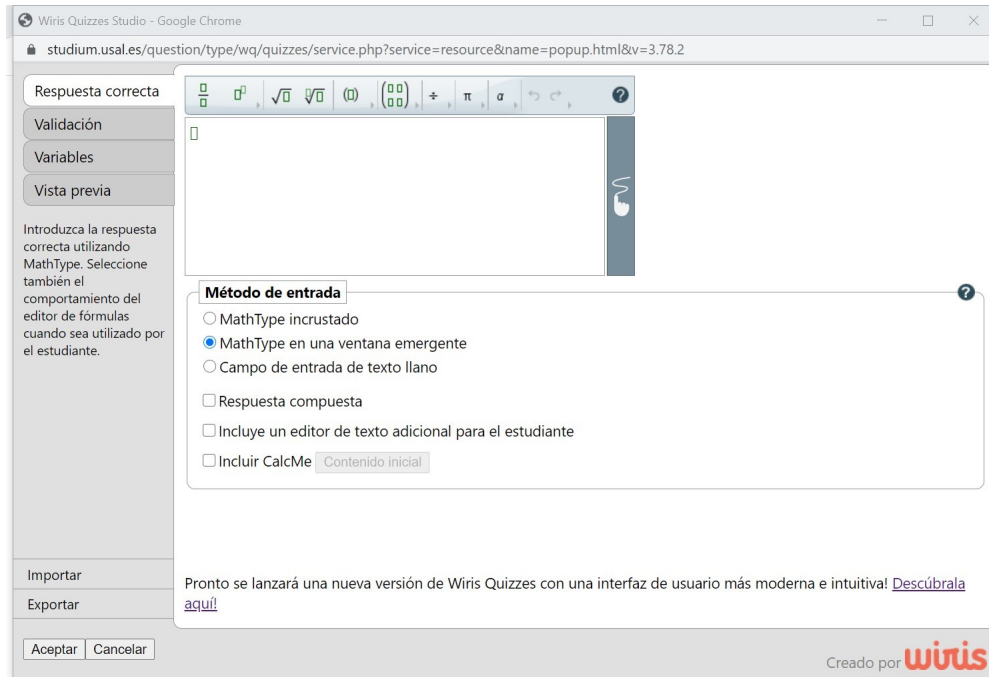
A continuación, para definir variables aleatorias que se incluirán en el enunciado de la pregunta se selecciona




y se accede a la interfaz de *Wiris Quizzes Studio* (ver <https://docs.wiris.com/es/quizzes/studio>).

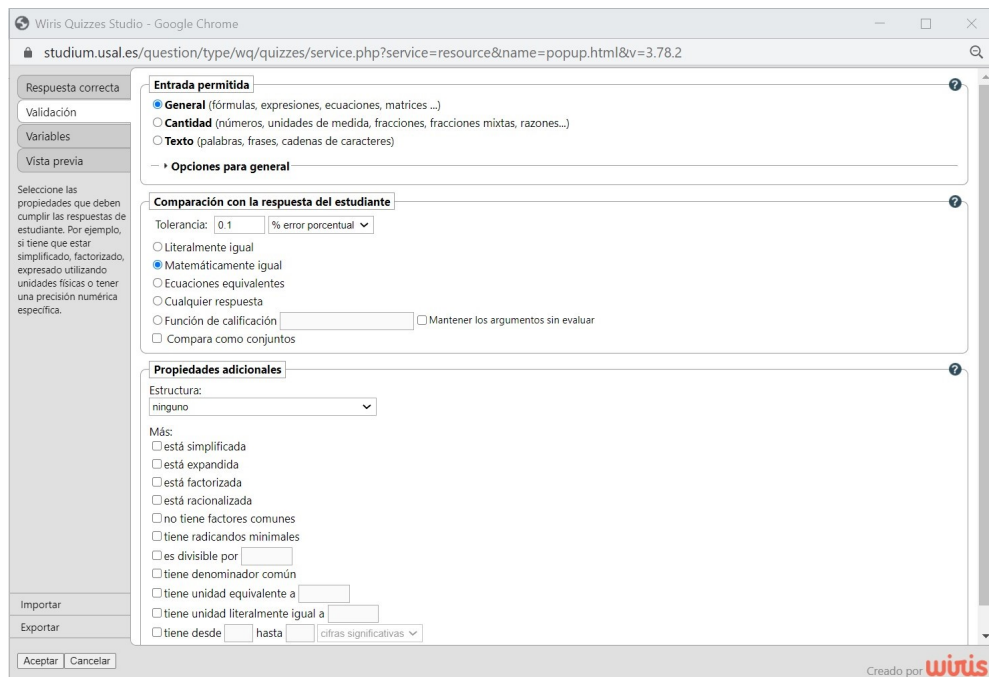
La interfaz de *Wiris Quizzes Studio* se organiza en varias pestañas en función del tipo de pregunta elegido: respuesta correcta, validación, variables y vista previa en preguntas de respuesta corta; respuesta correcta, validación y variables en preguntas Cloze; respuesta correcta y variables en las preguntas ensayo, de emparejamiento, opción múltiple y verdadero/falso.

La pestaña de respuesta correcta incluye además el método de entrada:

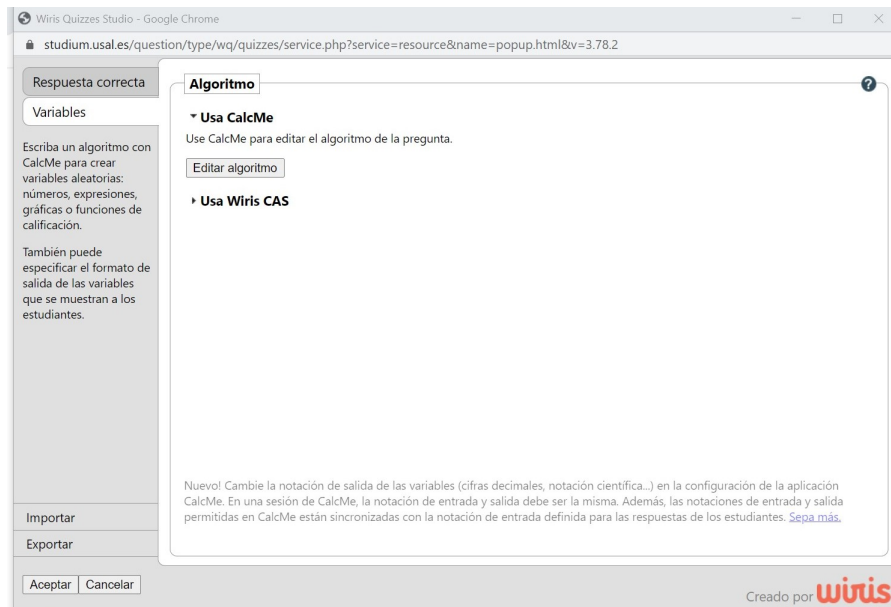


Si se activa la opción *MathType en una ventana emergente*, los estudiantes podrán escribir fórmulas en su respuesta con el editor haciendo clic en el botón de *MathType*.

La pestaña de validación permite controlar cómo interpreta **WirisQuizzes**  la respuesta correcta y varía según el método de entrada elegido.



Las variables aleatorias y funciones se definen en la primera versión en *CAS*, un sistema algebraico computacional (ver https://docs.wiris.com/es/quizzes/basic_guide_cas) y en las nuevas versiones en *CalcMe*, una calculadora en línea bastante potente basada en Javascript que puede realizar ecuaciones simbólicas (ver https://docs.wiris.com/es/calc/basic_guide_calc).




Al seleccionar la opción *Editar algoritmo*, se abre la ventana de *CalcMe* en la que hay que escribir el algoritmo que genere las variables aleatorias. Esta ventana incluye una pequeña selección de funciones habitualmente usadas. Un manual con todas las funciones admitidas en **WirisQuizzes** puede encontrarse en <https://cv.uoc.edu/webapps/calculadora/manual/es/pdf/manual.pdf>.

A modo de ejemplo, el algoritmo para definir dos polinomios sería

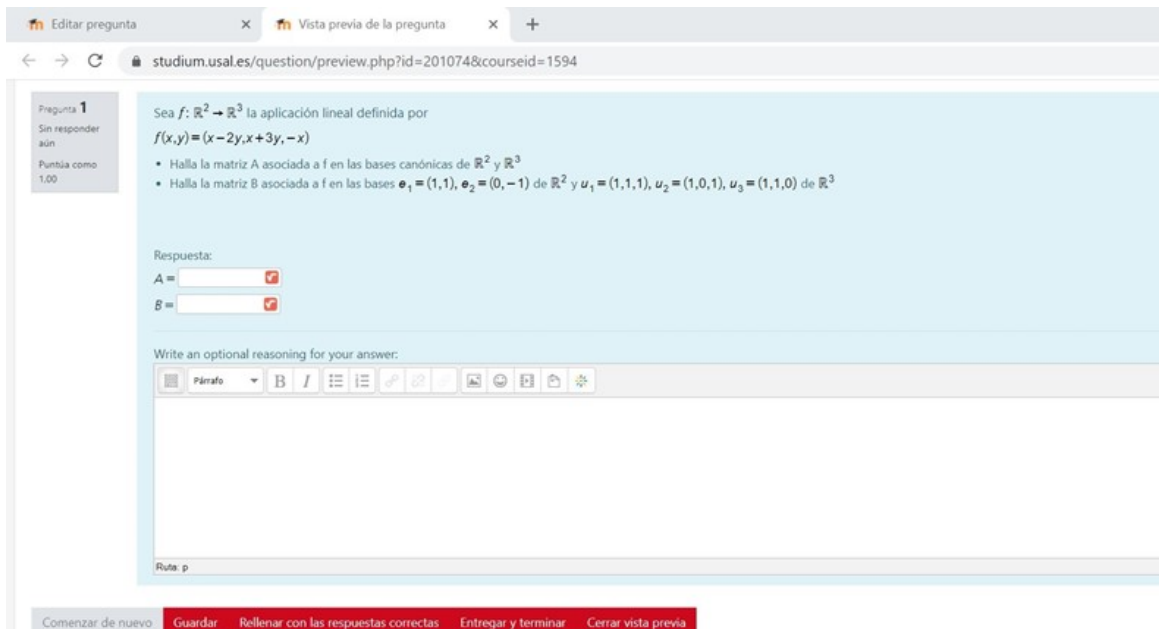
Wiris CAS	CalcMe
<pre> ▲ variables ▲ r() := aleatorio(-10,10) c1 = aleatorio(2,6) p = ∑_{i=0}^{c1} r(i) · xⁱ c2 = aleatorio([1..6] / [c1]) c3 = aleatorio([1..6] / [c1,c2]) </pre>	<pre> r() := aleatorio(-10,10) Definir c1 = aleatorio(2,6) Definir p = ∑_{i=0}^{c1} r(i) · xⁱ Definir c2 = aleatorio([1..6]/[c1]) Definir c3 = aleatorio([1..6]/[c1,c2]) Definir </pre>

y en el enunciado de la pregunta escribiríamos el primer polinomio como #c1 y el segundo como #c2.

Para una descripción detallada de las funciones admitidas en **WirisQuizzes**  puede consultarse <https://cv.uoc.edu/webapps/calculadora/manual/es/pdf/manual.pdf>.

En las **preguntas de tipo ensayo** los estudiantes escriben su respuesta en un editor de texto que permite insertar fórmulas utilizando el botón de *MathType*. Esta pregunta no tiene calificación automática por lo que no se define ninguna respuesta correcta.

En las **preguntas de respuesta corta** se escribe la solución en forma de texto, número o una fórmula con *MathType*, siendo posible elaborar respuestas compuestas a varias preguntas. En este caso se puede también elegir si todas las repuestas deben ser correctas o asignar pesos a cada una de ellas.



Editar pregunta x Vista previa de la pregunta x +

← → ↻ studium.usal.es/question/preview.php?id=201074&courseid=1594
















































Pregunta 1
Sin responder aún
Puntúa como 1,00

Sea $f: \mathbb{R}^2 \rightarrow \mathbb{R}^3$ la aplicación lineal definida por
 $f(x,y) = (x-2y, x+3y, -x)$

- Halla la matriz A asociada a f en las bases canónicas de \mathbb{R}^2 y \mathbb{R}^3
- Halla la matriz B asociada a f en las bases $e_1 = (1,1)$, $e_2 = (0,-1)$ de \mathbb{R}^2 y $u_1 = (1,1,1)$, $u_2 = (1,0,1)$, $u_3 = (1,1,0)$ de \mathbb{R}^3

Respuesta:
A =
B =

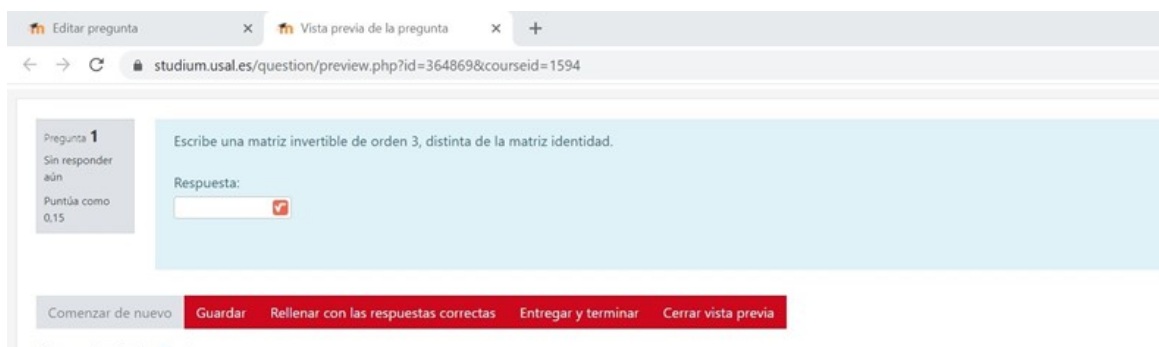
Write an optional reasoning for your answer:

Parrafo B I                                               

Ruta: p

Comenzar de nuevo Guardar Rellenar con las respuestas correctas Entregar y terminar Cerrar vista previa

Además, el tipo de respuesta corta permite preguntas de contestación abierta, como en el siguiente ejemplo, donde se solicita una matriz invertible de orden 3 distinta de la matriz identidad.



Editar pregunta x Vista previa de la pregunta x +

← → ↻ studium.usal.es/question/preview.php?id=364869&courseid=1594

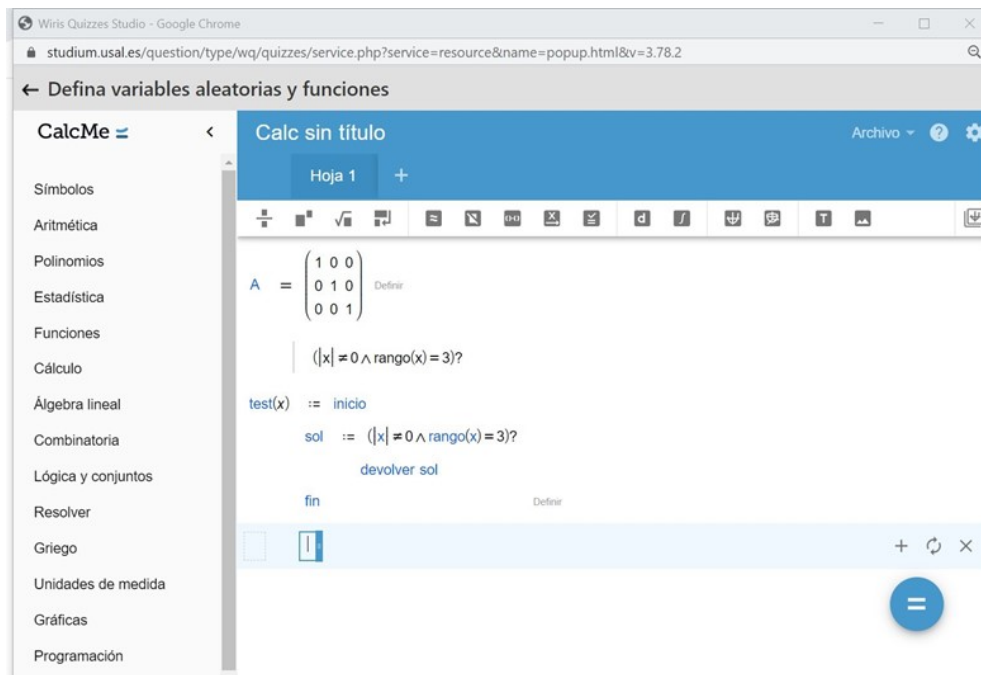
Pregunta 1
Sin responder aún
Puntúa como 0,15

Escribe una matriz invertible de orden 3, distinta de la matriz identidad.

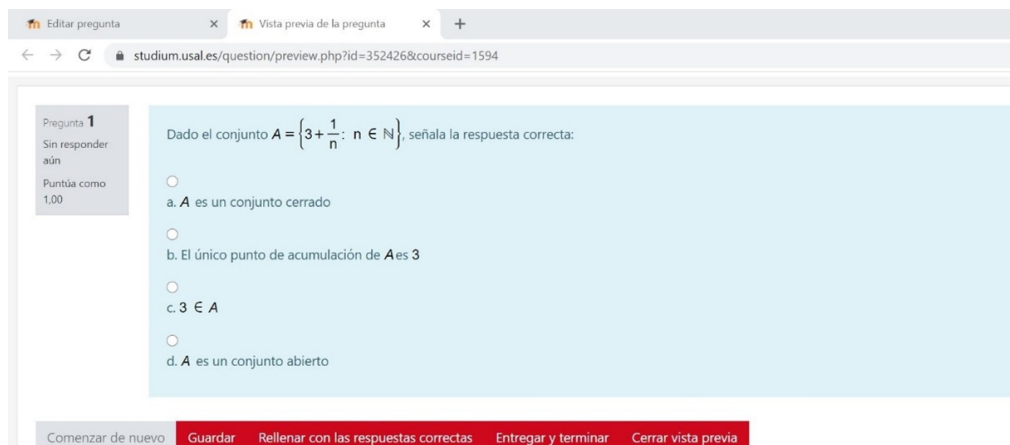
Respuesta:

Comenzar de nuevo Guardar Rellenar con las respuestas correctas Entregar y terminar Cerrar vista previa

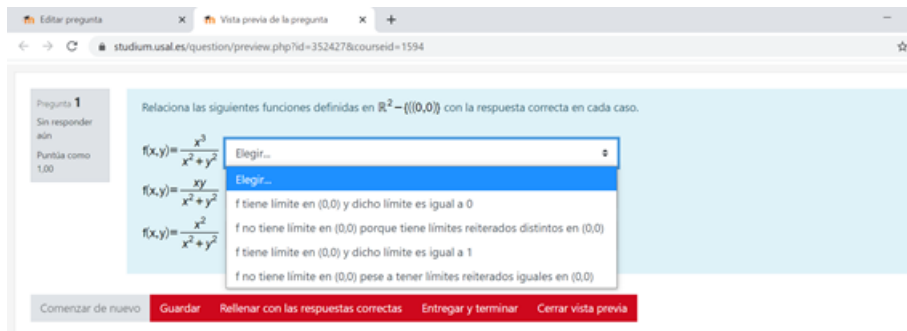
En este caso el algoritmo sería el siguiente:



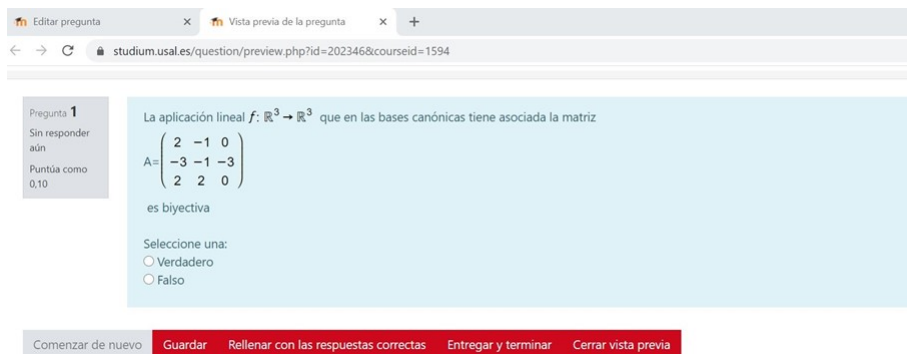
En las **preguntas de opción múltiple** el estudiante ha de elegir una o varias opciones correctas entre varias. En este caso también es posible utilizar variables aleatorias para las opciones de respuesta



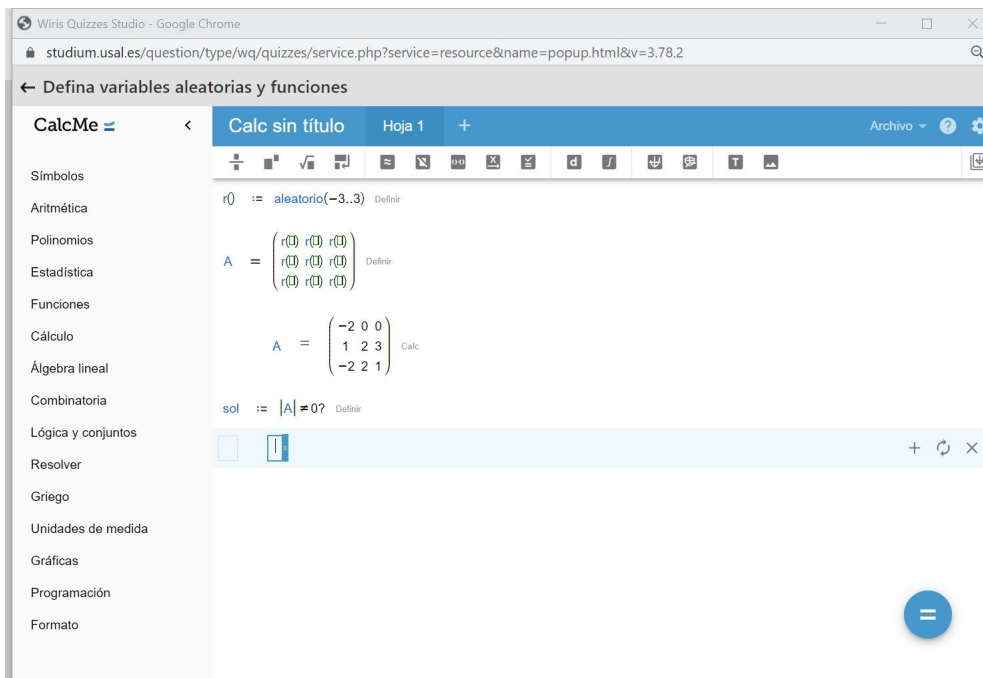
En las **preguntas de emparejamiento**, el estudiante elige una etiqueta para cada elemento de una lista, con la limitación de que las etiquetas se utilizan solo una vez. En las respuestas solo puede haber texto.



En las **preguntas de Verdadero/Falso**, los estudiantes solo eligen entre estas dos opciones.



Es importante definir la variable booleana de respuesta correcta porque si no, la respuesta correcta sería siempre la misma. En este ejemplo se trata de comprobar si la matriz dada es invertible o no.



Finalmente, en las **preguntas tipo Cloze** (con respuestas incrustadas) es posible insertar diferentes tipos de pregunta en una sola. En este tipo de preguntas es posible incluir variables aleatorias en los campos de respuesta y en la retroalimentación, pero hay que escribirlas como `\#a` en lugar de `#a`. (Véase [https://docs.moodle.org/310/en/Embedded_Answers_\(Cloze\)_question_type](https://docs.moodle.org/310/en/Embedded_Answers_(Cloze)_question_type) para las preguntas tipo Cloze con respuestas incrustadas en Moodle).

La pregunta del siguiente ejemplo incluye una de opción múltiple con una única respuesta válida y una pregunta corta compuesta.

The screenshot shows a Moodle question preview interface. On the left, a sidebar indicates 'Pregunta 1', 'Sin responder aún', and 'Puntaje como 3,00'. The main content area displays the following text:

Dada la función $f(x,y) = \begin{cases} \frac{x^2y}{x^2+y^2} & \text{si } (x,y) \neq (0,0) \\ 0 & \text{si } (x,y) = (0,0) \end{cases}$

Selecciona la respuesta correcta

Below this text is a multiple-choice dropdown menu with three options:

- f no es continua en (0,0)
- f es continua en (0,0) pero no es diferenciable en (0,0)
- f es continua y diferenciable en (0,0)

Below the dropdown, the text reads: 'Halla, si existen, las derivadas parciales de f en (0,0)'. There are two input fields for the partial derivatives:


$\frac{\partial f}{\partial x}(0,0) =$


$\frac{\partial f}{\partial y}(0,0) =$


At the bottom of the question area, there is a red bar with buttons: 'Comenzar de nuevo', 'Guardar', 'Rellenar con las respuestas correctas', 'Entregar y terminar', and 'Cerrar vista previa'.

Una interesante colección de ejemplos de preguntas creadas con **WirisQuizzes** puede encontrarse en <https://stemcollection.com/c/220>. Las preguntas se pueden descargar en un archivo Moodle XML para su importación en Moodle.

3.3. Parametrización de ejercicios con



El paquete `R/exams`⁵ permite crear documentos de e-learning para Moodle en formato `pdf` o `html`, a través del componente `Sweave` del lenguaje de programación . En particular, esta herramienta posibilita la generación automática de preguntas estandarizadas parametrizables (de respuesta única, de respuesta corta, de opción múltiple, de respuesta numérica o tipo `cloze`), algo que es especialmente útil en el caso de grupos de gran tamaño, pues posibilita que los estudiantes resuelvan la misma cuestión con distintos datos numéricos.

Para emplear esta herramienta es necesario que los usuarios tengan algún conocimiento básico de . Los archivos necesarios que permiten generar este tipo de documentos parametrizables son básicamente dos:

- un archivo con extensión `.Rnw` en el que se incluyen los ejercicios que se quieren proponer. Este contiene código  para la generación de datos y código `LATEX` para la descripción de los problemas/soluciones y los metadatos.
- un archivo con extensión `.R` que controla el diseño del documento final en sus diversos formatos, al que llamaremos archivo “generador”.

Con el objeto de mostrar brevemente cómo funciona este paquete a continuación presentamos algunos ejemplos utilizados en Análisis y Estadística. Cada ejemplo es un único archivo (`.Rnw`), que contiene la pregunta y la solución correspondiente y plantillas dinámicas en código R para la aleatorización. Por otra parte, también se presenta en cada caso el archivo generador (`.R`).

Comenzamos presentando un ejemplo de **pregunta de respuesta numérica** para la asignatura de Análisis. Este ejemplo está basado en el presentado por Zeileis et al. [31], y está relacionado con el cálculo de la matriz *hessiana* de una función de tres variables en un punto. La Figura 21 recoge la imagen del fichero con extensión `.Rnw` (archivo Sweave) que incluye los siguientes elementos:

- El primer fragmento contiene código  para la generación de datos aleatorios y de la correspondiente solución. Este se encuentra encorsetado dentro de los símbolos `<<>>=` y `@` (en la figura es el código que aparece desde la línea 1 hasta la 17).
- En segundo lugar, aparecen las descripciones de la pregunta y de la solución contenidas en entornos `LATEX`. Ambos pueden contener fragmentos de código  nuevamente o incluir datos a través de la función `\Sexpr{}` (en la figura mencionada aparece de la línea 19 hasta la 70).
- Por último aparece lo que podríamos llamar *metainformación* sobre el tipo de ejercicio que se plantea: si es numérico, de opción múltiple, etc. Todos los comandos de este apartado están en estilo `LATEX` pero en realidad están comentados y ocultos (de la línea 72 a la 74).

⁵Disponible en <http://CRAN.R-project.org/package=exams>.

```

1 <<echo=FALSE, results=hide>>
2 coef <- sample(c(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, 0.2))
8 ixt <- c("coeficiente 11", "coeficiente 12", "coeficiente 13", "coeficiente 21", "coeficiente 22", "coeficiente 23", "coeficiente 31", "coeficiente 32", "coeficiente 33")[ix]
9 ixn <- c("11", "12", "13", "21", "22", "23", "31", "32", "33")[ix]
10 sol <- H[ix]
11
12 err <- unique(H[-ix])
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 funci\on
21
22 \begin{eqnarray*}
23 f(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[1]} x_1^2 \Sexpr{plus[2]} \Sexpr{coef[2]} x_1 x_2 \Sexpr{plus[3]} \Sexpr{coef[3]} x_1 x_3 \Sexpr{plus[4]} \Sexpr{coef[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  $S(x_1, x_2, x_3) = (\Sexpr{x[1]}, \Sexpr{x[2]}, \Sexpr{x[3]})$ .
28
29 ¿Cu\al es el valor del  $\Sexpr{ixt}$  de la matriz hessiana?
30
31 <<echo=FALSE, results=tex>>
32 answerlist(sc$questions)
33 @
34 \end{question}
35
36 \begin{solution}
37 Las derivadas parciales de orden 1 son
38
39 \begin{eqnarray*}
40 f'_{.1}(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'_{.2}(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'_{.3}(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
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  $\Sexpr{ixt}$  de la matriz hessiana de  $f$  en el punto  $S(\Sexpr{x[1]}, \Sexpr{x[2]}, \Sexpr{x[3]})$  es igual a
68  $\Sexpr{sol}$ .
69 \end{solution}
70
71 % \xtype{schoice}
72 % \xsolution{\Sexpr{mchoice2string(sc$solutions)}}
73 % \xname{Hessian}
74
75
76:1 (Top Level) :

```

Figura 21: Archivo .Rnw.

La Figura 22 muestra el archivo generador, con extensión .R, cuya estructura es la siguiente:

- Primeramente, se carga el paquete **exams** (línea 1).
- En segundo lugar, se introduce generación aleatoria de los datos (línea 3). El comando *set.seed* de **R** permite fijar una semilla para la generación de números pseudoaleatorios y facilitará que el código sea reproducible.
- A continuación se indica el tipo de formato que queremos para el ejercicio: html (exams2html, línea 4), pdf (exams2pdf, línea 7), moodle (exams2moodle, línea 10).

- Finalmente, se debe indicar cuál el número de versiones que queremos del ejercicio, en este caso 2 ($n = 2$).

```

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 22: Archivo generador .R.

La correspondiente salida en Moodle, retroinformación incluida, puede verse en la Figura 23.

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?

Seleccione 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

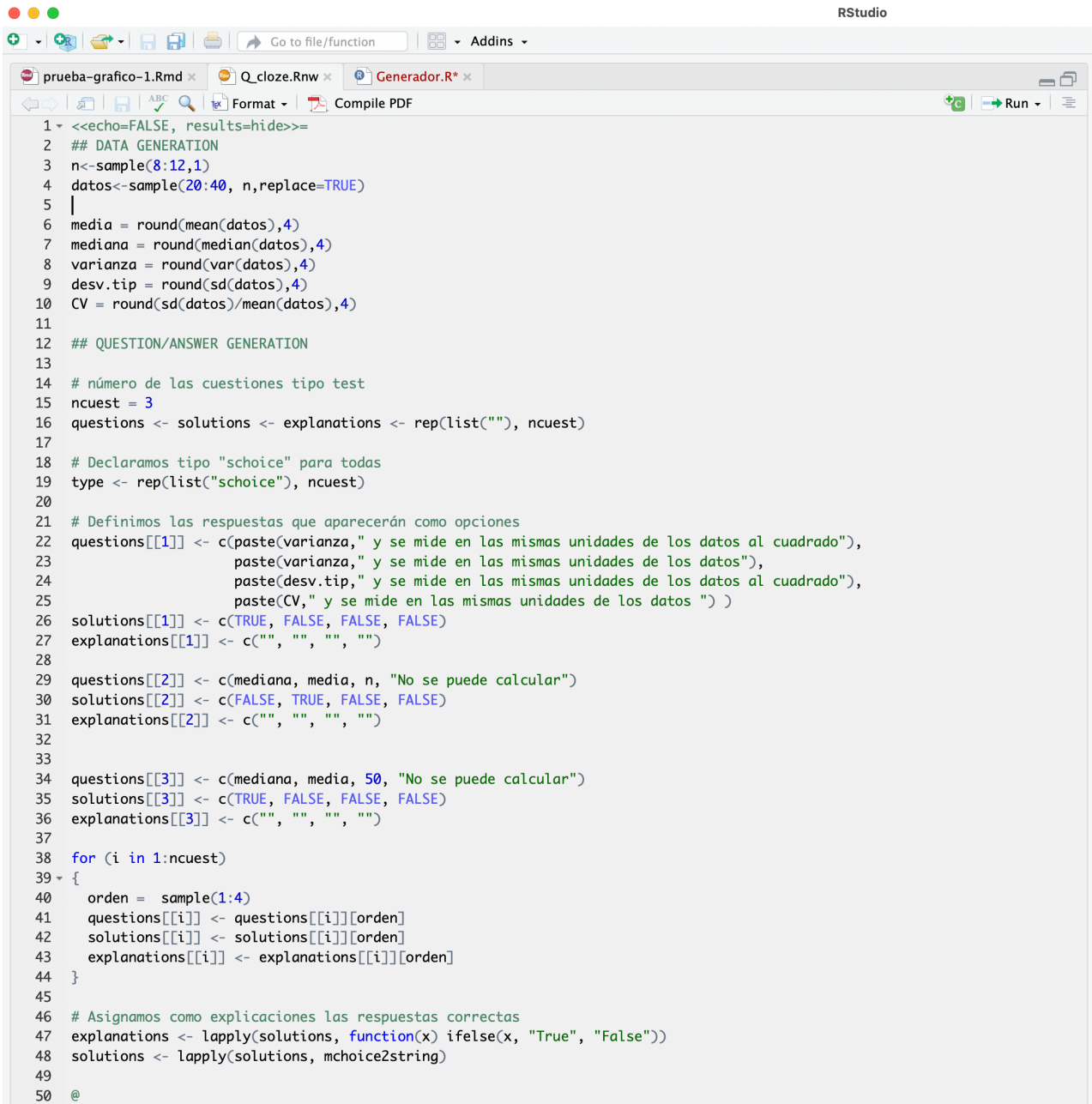
$$H_f(x_1, x_2, x_3) = \begin{pmatrix} -8 & -3 & 8 \\ -3 & -16 & 2 \\ 8 & 2 & 6 \end{pmatrix}$$

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 23: 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 basado en [31]. En este caso está relacionada con las medidas de dispersión en las variables descriptivas. Las Figuras 24 y 25 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 ncuest = 3
16 questions <- solutions <- explanations <- rep(list(""), ncuest)
17
18 # Declaramos tipo "schoice" para todas
19 type <- rep(list("schoice"), ncuest)
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:ncuest)
39 {
40   orden = sample(1:4)
41   questions[[i]] <- questions[[i]][orden]
42   solutions[[i]] <- solutions[[i]][orden]
43   explanations[[i]] <- explanations[[i]][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 24: 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 %% \extype{cloze}
82 %% \exsolution{\Sexpr{paste(solutions, collapse = "|")}}
83 %% \exclozetype{\Sexpr{paste(type, collapse = "|")}}
84 %% \exname{Q_cloze}
85 %% \extitle{Q_cloze}
86
--

```

Figura 25: Archivo .Rnw ejercicio de Estadística (segunda parte).

Omitimos el archivo generador ya que sería idéntico al presentado en la Figura 22 pero con $n = 300$, pues en este caso se generaron 300 variantes de la misma pregunta. Finalmente, las Figuras 26 y 27 muestran las salidas correspondientes en Moodle.

Crear nuevo curso

- Estadística I
- Participantes
- Asignar grupos UXXI
- Importar usuarios
- Desmatricular alumnos manuales
- Crear fichas PDF
- Insignias
- Competencias
- Calificaciones
- General
- Tema 1
- Tema 2
- Tema 3
- Tema 4
- Tema 5 (SOLO ALUMNOS ECONOMÍA)
- Tema 6 (SOLO ALUMNOS ECONOMÍA)
- Tema 7
- Tema 8
- Tema 9
- Media Gallery
- Área personal

Preguntas Categorías Importar Exportar

Banco de preguntas

Seleccionar una categoría:

No se está aplicando ningún filtro por etiquetas

Filtrar por etiquetas...

Mostrar el enunciado de la pregunta en la lista de preguntas

Opciones de búsqueda

Mostrar también preguntas de las sub-categorías

Mostrar también preguntas antiguas

[Crear una nueva pregunta...](#)

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10 ... 15 »

T	Pregunta	Acciones	Creado por	Última modificación por
<input type="checkbox"/>	Nombre de la pregunta / ID number		Nombre / Apellido(s) / Fecha	Nombre / Apellido(s) / Fecha
<input checked="" type="checkbox"/>	R001 Q1 : Q_cloze	Editar	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50
	Consideremos los siguientes datos: 34, 33, 26, 34, 25, 25, 23, 25, 21, 25, 20, 24			
	1. La varianza: {#1}			
	2. La media: {#2}			
	3. La mediana: {#3}			
<input checked="" type="checkbox"/>	R002 Q1 : Q_cloze	Editar	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50
	Consideremos los siguientes datos: 40, 27, 25, 22, 23, 33, 38, 36, 33, 40, 40, 35			
	1. La varianza: {#1}			
	2. La media: {#2}			
	3. La mediana: {#3}			
<input checked="" type="checkbox"/>	R003 Q1 : Q_cloze	Editar	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50
	Consideremos los siguientes datos: 28, 40, 34, 30, 24, 30, 34, 36, 40, 24			
	1. La varianza: {#1}			
	2. La media: {#2}			
	3. La mediana: {#3}			
<input checked="" type="checkbox"/>	R004 Q1 : Q_cloze	Editar	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50
	Consideremos los siguientes datos: 38, 26, 32, 31, 28, 38, 31, 40			
	1. La varianza: {#1}			
	2. La media: {#2}			
	3. La mediana: {#3}			
<input checked="" type="checkbox"/>	R005 Q1 : Q_cloze	Editar	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50
	Consideremos los siguientes datos: 25, 39, 38, 29, 29, 25, 30, 40, 20, 24, 20			
	1. La varianza: {#1}			
	2. La media: {#2}			
	3. La mediana: {#3}			
<input checked="" type="checkbox"/>	R006 Q1 : Q_cloze	Editar	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50	Administrador Studium 19 de mayo de 2020, 12:50
	Consideremos los siguientes datos: 32, 21, 20, 34, 20, 39, 38, 27, 31, 28, 26, 24			
	1. La varianza: {#1}			

Figura 26: Vista previa en Moodle. En este caso, se generaron 300 variantes de la misma pregunta.

Pregunta 1
Respuesta guardada
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:

Comenzar de nuevo Guardar Rellenar con las respuestas correctas Entregar y terminar Cerrar vista previa

Información técnica

Figura 27: Vista previa en Moodle del ejercicio de Estadística.

4. Referencias bibliográficas

Referencias

- [1] Acosta-Gonzaga, E. & Walet, N. (2017). The role of attitudinal factors in mathematical on-line assessments: a study of undergraduate STEM students. *Assessment and Evaluation in Higher Education*, 43(5), pp. 710–726. <https://doi.org/10.1080/02602938.2017.1401976>
- [2] Angus, S. D.; Watson, J. (2009). Does regular online testing enhance student learning in the numerical sciences? Robust evidence from a large data set. *Brit. J. Edu. Technol.*, vol. 40, no. 2, pp. 255–272.
- [3] Biggs, J.; Tang, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does*. Mc Graw Hill, 4^a ed. (1^o ed. 1999).
- [4] Bloxham, S., and P. Boyd. (2007). *Developing Effective Assessment in Higher Education: A Practical Guide*. Maidenhead: McGraw-Hill International.
- [5] Fernández Enguita, M. (30 de marzo de 2020). Una pandemia imprevisible ha traído la brecha previsible. Recuperado de <https://blog.enguita.info/2020/03/una-pandemia-imprevisible-ha-traido-la.html>
- [6] Figueroa-Canas, J. & Sancho-Vinuesa, T. (2017). Exploring the Efficacy of Practicing with Wiris-Quizzes in Online Engineering Mathematics. *Revista Iberoamericana de Tecnologías del Aprendizaje*, 12(3), pp. 141–146. <https://doi.org/10.1109/RITA.2017.2735499>
- [7] Galán Muros, V. (2011). La adaptación de los métodos de enseñanza al plan Bolonia. *eXtoicos* n^o 4, pp. 109-111.
- [8] Gaona J. (2020). Panorama sobre los sistemas de evaluación automática en línea en matemáticas. *Revista Paradigma* 41 (n^o extra 2) <http://doi.org.10.37618/paradigma.1011-2251.0.p53-80.id853>
- [9] Gaona, J.; Marquès, D. (2018). Développer dans moodle une base d'exercices mathématiques en ligne. Problématiques croisées entre didacticiens et informaticiens : le cas de wiris au Chili". En J.B. Lagrange y M. Abboud (ed.). *Environnements numériques pur l'apprentissage, l'enseignement et la formaion: prespectives didactiques sur la conception et le développement*. Institut de recherche sur l'enseignement de mathématiques. Univ. Paris Diderot, pp. 11-22. Recuperado de <http://www.irem.univ-paris-diderot.fr/>
- [10] García Peñalvo F.J.; Corell A.; Abella-García V.; Grande M. (2020). La evolución online en la educación superior en tiempos de la COVID-19". *Education in the Knowledge Society* 21. <https://doi.org/10.14201/eks.23086>

- [11] Gaspar Martins, S. (2017). Weekly online quizzes to a mathematics course for engineering students. *Teaching Mathematics and its Applications*, 36(1), pp. 56–63. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrw011>
- [12] Gaspar Martins, S. (2018). A study of the application of weekly online quizzes in two courses of mathematics for engineering students - is it a fair and effective strategy to increase student learning? *International Journal of Innovation in Science and Mathematics Education*, 26(1), pp. 46–59.
- [13] Grün B, Zeileis A (2009). Automatic Generation of Exams in R. *Journal of Statistical Software*, 29(10), 1–14. <http://www.jstatsoft.org/v29/i10/>.
- [14] Hattie, J., & Timperley, H. (2007). The power of feedback. *Review of Educational Research*, 77, pp. 81–112. doi:10.3102/003465430298487
- [15] Hendrickson, A. (2016). The moodle package: generating Moodle quizzes via Latex
- [16] Hendrickson, A.; Guerquin-Kern, M. (2021). The moodel package: generating Moodle quizzes via LaTeX. Recuperado de <https://www.ctan.org/pkg/moodle>
- [17] Huisman, R.; Reedijk H. E. (2012). The impact of individual online tests in addition to group assignments on student learning. *ICICTE 2012 Proceedings*, pp. 654-667.
- [18] Jonsdottir, A. H., Bjornsdottir, A. & Stefansson, G. (2017). Difference in learning among students doing pen-and-paper homework compared to web-based homework in an introductory statistics course. *Journal of Statistics Education*, vol. 25, n^o. 1, pp. 12-20. <https://doi.org/10.1080/10691898.2017.1291289>
- [19] Kleij, F. M. van der; Eggen, T. J. H. M. ; Timmers, C. F.; Veldkamp, B.P. (2012). Effects of Feedback in a Computer-based Assessment for Learning. *Computers & Education*, 58 (1), pp. 263–272.
- [20] Kulhavy, R. W., & Stock, W. (1989). Feedback in written instruction: The place of Response Certitude. *Educational Psychology Review*, vol. 1, no. 4, pp. 279-308.
- [21] Lawson, D. (2002). Computer-aided assessment in mathematics: panacea or propaganda. *CAL-laborate*, 9, pp. 6-12.
- [22] Lowe T.W. (2015). Online quizzes for distance learning of mathematics. *Teaching Mathematics and Its Applications* 34, pp. 138-148. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrv009>
- [23] Luo, T., Murray, A. y Cropton, H. (2017). Designing Authentic Learning Activities to Train Pre-Service Teachers About Teaching Online. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 18(7), pp. 141-156. doi:<https://doi.org/10.19173/irrodl.v18i7.3037>

- [24] Miralles Canals, J.J., Cañas Carretón, M. & Vergara Pla, G. (2016). Symbolic computation through Mathematica and Moodle. EDULEARN16 Proceedings.
- [25] Narciss, S., & Huth, K. (2004). How to design informative tutoring feedback for multimedia learning. En H. M. Niegemann, D. Leutner, & R. Brunken (ed.), *Instructional design for multimedia learning*. Munster, NY: Waxmann, pp. 181-195
- [26] Nieva Fenoli, J., & Sanchís Crespo, C. (2017). Modelos de evaluación y plan Bolonia: la evaluación de la docencia a examen. *Direito e Desenvolvimento*, 2(3), pp. 73 - 87. <https://doi.org/10.26843/direitoedesenvolvimento.v2i3.169>
- [27] Rønning, F. (2017). Influence of computer-aided assessment on ways of working with mathematics. *Teaching Mathematics and its Applications*, 36(2), 94–107. <https://doi.org/10.1093/teamat/hrx001>
- [28] Shute, V. J. (2008). Focus on formative feedback. *Review of Educational Research*, 78, pp. 153–189. doi:10.3102/0034654307313795
- [29] Stobart, G. (2008). *Testing Time: Uses and Abuses of Assessment*. Routledge.
- [30] Vasko, M., Ritter, S. & Metzger, G. (2018). Online homework in engineering mathematics: can we narrow the performance gap? *International Journal of Engineering Pedagogy*, 8(1), pp. 29–42.
- [31] 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/>.