

# Herramientas de evaluación formativa online para materias de carácter cuantitativo en las titulaciones de Economía y Empresa

García-Bernalt, B. (bgarcia@usal.es)

Cascón, J. M. (casbar@usal.es)

Manrique, A. (amg@usal.es)

Andrés, R. (rocioac@usal.es)

García, M. D. (dgarcia@usal.es)

Santos, G. (santos@usal.es)

*Dpto Economía e Historia Económica. Univesidad de Salamanca  
Edificio FES. Campus Miguel de Unamuno. 37007 Salamanca*

## RESUMEN

Este trabajo describe y analiza la implantación de un modelo de evaluación parcial formativa online, por medio de cuestionarios de respuesta múltiple, en la asignatura de Álgebra de primer curso del grado en ADE en el curso 2020-2021. Tras un encuadre teórico general, se describen tanto el propio proyecto como su recepción por parte de los estudiantes y los resultados obtenidos. Finalmente se proponen varias herramientas que permiten o facilitan la creación de materiales de autoevaluación para materias de carácter cuantitativo en el entorno Moodle.

### ***Palabras clave:***

Autoevaluación formativa, evaluación online, Matemáticas en Moodle.

### ***Área temática:*** A1

## ABSTRACT

In this paper we present an online formative partial assessment model implemented in the academic year 2020-2021 with first year on-site students of the degree in Business Administration and Management (ADE) enrolled in Algebra. We have designed Moodle

---

quizzes with multiple choice (single answer) questions. After a general model theoretical framework, we describe students' participation and the results obtained. In addition, we propose several Moodle activities that can improve students' self assessment in other quantitative subjects.

## 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 un año 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 este 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 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 el mantenimiento de una ratio alumno/profesor razonable es un elemento básico para garantizar un sistema de tutorización y seguimiento individual que es, por otra parte, una de las exigencias 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 requerimientos 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. De un modo que se antoja inevitable, esta 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 ha sido apremiante la creación e implantación 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 fácil-

mente 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. 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, desarrollada e implementada como experiencia piloto en la asignatura de Álgebra del primer curso del Grado en Administración y Dirección de Empresas. El importante número de alumnos en esta materia (alrededor de 250 estudiantes) hace que en ella se vea de un modo especialmente claro y acuciante la problemática antes mencionada. 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 y analizaremos tanto la recepción de este tipo de autoevaluación por parte de los estudiantes como su reflejo en la consecución de objetivos del curso. Finalmente haremos un rápido recorrido por las diferentes herramientas desarrolladas, atendiendo de modo primordial a las especificidades y dificultades generadas por el uso del lenguaje simbólico. En el repositorio institucional de la Universidad de Salamanca ([gredos.usal.es](http://gredos.usal.es).)

---

se incluirán los materiales desarrollados, incluyendo “manuales de instrucciones” y formularios en formato L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X,  o **WirisQuizzes**  <sup>1</sup>, que pretenden facilitar la implantación de estas herramientas en el entorno Moodle.

## 2. CUESTIONARIOS DE AUTOEVALUACIÓN

### 2.1. Evaluación formativa online. La retroalimentación

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, especialmente en momentos de incertidumbre respecto a la presencialidad como los presentes. Siendo así, parece razonable insistir en la búsqueda de instrumentos que sean de aplicabilidad en las fronteras de cada uno de los posibles escenarios, de modo que puedan adaptarse con facilidad a uno u otro sin que, además, eso suponga un inesperado 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

---

<sup>1</sup>Hemos 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)

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 sumativa (Lawson 2002).

La estrategia de evaluación que se adopte tiene un fuerte efecto en el modo en el que los estudiantes enfocarán su proceso de aprendizaje (Biggs 2011, p. 191). 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 será un factor que puede influir en su actitud frente a la materia, involucrándolos en ella en mayor o menor medida.

Un sistema de evaluación online puede 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, y como norma general se hace una valoración positiva de los mismos <sup>2</sup>. Vencidas algunas dificultades iniciales y realizadas varias adaptaciones, 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 última 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 eficaz es una ca-

---

<sup>2</sup>Los sistemas utilizados son múltiples: cuestionarios asimilables a los que proporciona el entorno 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) o cuestionarios con **WirisQuizzes** , en los que es posible una parametrización que hace que las preguntas varíen (Figuroa-Canas 2017).

---

racterística apreciada por los estudiantes que aumenta su implicación en el proceso de aprendizaje (Acosta-Gonzaga y Walet 2017) <sup>3</sup>. Para comenzar, debemos distinguir entre tres tipos de retroalimentación: 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 son automáticas en los cuestionarios de Moodle y son el llamado “feedback de verificación”, mientras la tercera (“feedback de elaboración”) exige un cuidadoso trabajo por parte del profesor para conducir 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, especialmente en contextos de no presencialidad.

Que el feedback sea inmediato es particularmente importante en materias como las que nos ocupan <sup>4</sup>. 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. 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. Las posibilidades van desde un texto muy elaborado que recoja los errores comunes, dando líneas estratégicas para obtener la respuesta adecuada sin decir cuál es, a simplemente indicar si la respuesta es correcta o no dando una muy breve explicación (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

---

<sup>3</sup>El tema de la realimentación ha merecido también una profunda atención en la literatura sobre evaluación formativa. Véanse, por ejemplo, Shute 2008 o van der Kleij et al. 2012.

<sup>4</sup>“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)

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 <sup>5</sup>.

Los cuestionarios se elaboraron con L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, utilizando como punto de partida Hendrickson (2016), lo que permitió importarlos directamente mediante el archivo `xm1` que se crea al compilar el documento usando pdfL<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X. En esta labor se encontraron algunas dificultades, como poder visualizar la retroalimentación en los archivos pdf generados, que se pudieron resolver satisfactoriamente <sup>6</sup>.

---

<sup>5</sup>No 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.

<sup>6</sup>En fecha posterior a la realización de estos cuestionarios vio la luz un nuevo trabajo (Hendrick-

---

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 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

---

son y Guerquin-Kern 2021) que desarrolla una nueva versión del archivo `moodle.sty`. Este resuelve también los problemas detectados, añadiendo algunas funcionalidades más, que se especificarán en el apartado 3. Este es el estilo que hemos usado a partir de la fecha de publicación (7 de febrero de 2021) para los test que se programaron en la asignatura de Análisis (segundo cuatrimestre de 2021).

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 y la mitad de las sesiones prácticas se desarrollaron online, 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 %, y puede estar relacionado con la escasa presencialidad y 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 proyecta sobre los resultados obtenidos.

La evaluación de la asignatura incluye la valoración de la evolución del alumno a lo largo del curso (evaluación continua), que supone el 40 % de la calificación global, y la realización de una prueba final con preguntas y ejercicios de respuesta abierta que supone el 60 % restante. La calificación final obtenida por los alumnos en la asignatura la denominaremos NF. Los instrumentos de evaluación continua

	TP1	TP2	STP	TA	NF		TP1	TP2	STP	TA	NF
TP1	0.04	0.01	0.05	0.01	0.17	TP1	1.00	0.24	0.70	0.24	0.44
TP2		0.07	0.08	0.02	0.35	TP2		1.00	0.86	0.30	0.65
STP			0.13	0.04	<b>0.52</b>	STP			1.00	0.34	<b>0.71</b>
TA				0.09	0.27	TA				1.00	0.46
NF					4.04	NF					1.00

Cuadro 1: Matriz de varianzas-covarianzas

TA \ NF	Suspensos	Aprobados
Suspensos	0.11	0.07
Aprobados	0.19	0.63

Cuadro 3: Tabla de contingencia: Test autoevaluación y Examen final

Cuadro 2: Matriz de correlaciones

STP \ NF	Suspensos	Aprobados
Suspensos	0.29	0.51
Aprobados	0.01	0.19

Cuadro 4: Tabla de contingencia: Test presenciales y Examen final

fueron: los cinco test de autoevaluación, con una puntuación máxima de un punto en total (TA), dos pruebas objetivas de respuesta múltiple presenciales, valoradas cada una de ellas sobre un punto (TP1 y TP2, respectivamente, y STP la suma de ambas), y diversas entregas y pruebas de respuesta abierta de ejercicios y cuestiones breves de teoría que, en total, suman el punto restante. La implementación de los test de autoevaluación tuvo una acogida muy favorable por parte de los alumnos pues el 67.46 % de ellos completaron satisfactoriamente al menos cuatro de los cinco cuestionarios que se propusieron. La relación entre las notas obtenidas mediante los diferentes instrumentos de evaluación se muestran en los cuadros 1 a 4.

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 perio-

do 2015-2021. Esta diferencia fue más significativa en el caso de los alumnos que aprobaron la asignatura (Figura 1), 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.

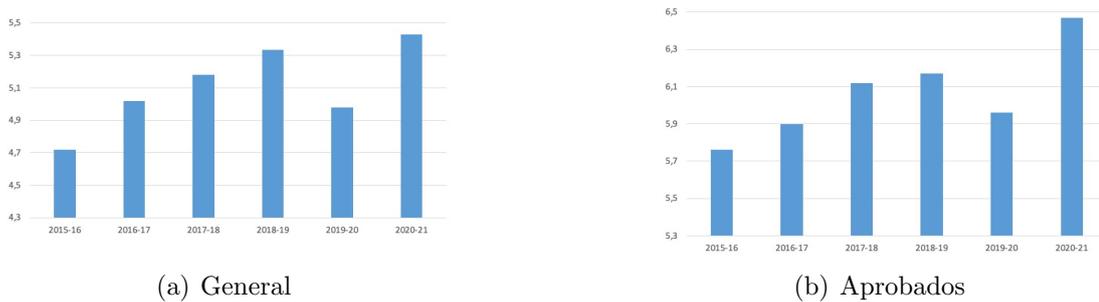
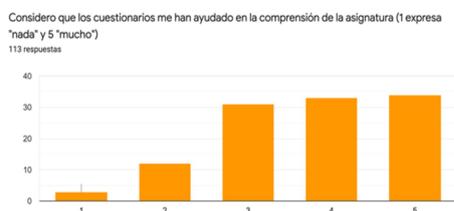


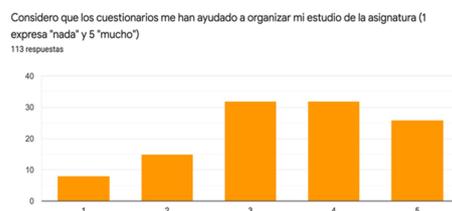
Figura 1: Evolución de la nota media de la asignatura (2015-2021)

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 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 2).

Se recogieron muchos comentarios, lo que corrobora el interés de los alumnos. Las sugerencias más frecuentes fueron: incorporar retroalimentación también en las respuestas correctas, introducir ejercicios numéricos y dejar los cuestionarios accesibles, una vez cerrados, para poder revisarlos en cualquier momento. Las tres se han



(a) Item 2



(b) Item 3

Figura 2: Cuestionario sobre la recepción de los tests de autoevaluación

incorporado en el desarrollo de la asignatura de Análisis, que se imparte a lo largo del segundo cuatrimestre <sup>7</sup>. La implementación de las dos primeras ha requerido el uso de las herramientas que se describen brevemente en la siguiente sección.

### 3. DESARROLLO DE HERRAMIENTAS

El objetivo de este epígrafe es describir sucintamente los fundamentos básicos de las herramientas que se han empleado para el diseño de los cuestionarios online y mostrar algunos ejemplos.

No cabe duda de que el entorno Moodle (*Modular Object-Oriented Dynamic Learning Environment*) ofrece multitud de posibilidades para el desarrollo del apren-

<sup>7</sup>En el caso de que se hubiera dado una situación de no presencialidad, a cada uno de los cinco test de autoevaluación hubiera seguido un cuestionario de respuesta múltiple de contenidos similares. En una sesión online de todo el grupo de prácticas los alumnos deberían completar este test, en un tiempo limitado y junto con un ejercicio de respuesta abierta. La valoración del cuestionario sería de 0,5 puntos, y la del ejercicio 0,3. En previsión de esta eventualidad se había preparado un amplio banco de preguntas y ejercicios de cada tema para poder hacer cuestionarios aleatorios y dificultar así en alguna medida las posibles actitudes de deshonestidad académica. En este sentido, los estudiantes sabían de antemano que podían ser requeridos para explicar y justificar oralmente en una tutoría individual cualquiera de las respuestas que hubieran emitido, incluso en momentos inmediatamente posteriores a la realización del test y el ejercicio, pudiendo modificarse drásticamente su calificación si sus aclaraciones no fueran satisfactorias. Obviamente estos controles son solo eficaces y disuasorios si se pueden practicar muy rápidamente y con un buen porcentaje de los alumnos, lo cual lleva de nuevo a los problemas de fondo que comentamos en la introducción.

dizaje 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 ) , o añaden nuevas funcionalidades a los cuestionarios (`WirisQuizzes` ).

### **3.1. Cuestionarios con retroalimentación en formato `LATEX`**

El paquete o estilo `moodle.sty` para `LATEX`, creado por Hendrickson (2006 - v0.5) y Guerquin-Kern (2021 - v.09) permite generar cuestionarios que se pueden incorporar al entorno Moodle. Tras el proceso de compilación, además del documento `pdf`, se genera un documento de tipo `xml` que cumple con el estándar del

---

*Formato Moodle XML* y puede ser importando desde el banco de preguntas de la plataforma Moodle. La versión v.09, de este estilo permite la inclusión de macros propios y/o paquetes adicionales de L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X, la inclusión de gráficos, la posibilidad de crear varios bancos de preguntas/cuestionarios en el mismo documento y la generación de cuestionarios en formato pdf, resolviendo, además, muchas de las carencias y disfunciones que tuvimos que soslayar y resolver hasta su aparición.

Los cuestionarios en el estilo `moodle.sty` se definen por medio del entorno `quiz`, que admite a su vez entornos para muchos de los tipos de cuestiones antes mencionados: `multi`, `truefalse`, `numerical`, `shortanswer`, `essay`, `matching` o `cloze`. Los entornos `quiz` y `question` presentan la siguiente estructura:

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

La etiqueta `<category name>` es el nombre que Moodle asignará al cuestionario tras la importación. La etiqueta `<question options>` permite configurar (con carácter opcional) algunas propiedades de la pregunta como la puntuación asignada (`points`), la penalización tras un intento (`penalty`) o la retroalimentación `feedback`. La etiqueta `<item options>` depende del tipo de pregunta, pero entre otras cuestiones permite establecer la penalización por respuesta incorrecta (`fraction`), tolerancia (para cuestiones numéricas) (`tolerance`) o retroalimentación específica (`feedback`). Eventualmente, la respuesta correcta se indica con un asterisco tras establecer las `<item options>`.

Finalizamos esta sección con un ejemplo de una cuestión de elección múltiple con una única respuesta válida (ver Figura 3). Para una descripción detallada

del estilo y su uso sugerimos la consulta del manual de usuario (Hendrickson, A.; Guerquin-Kern, M. (2021)), o la documentación generada por este proyecto docente que aparecerá en la plataforma `gredos.usal.es`.

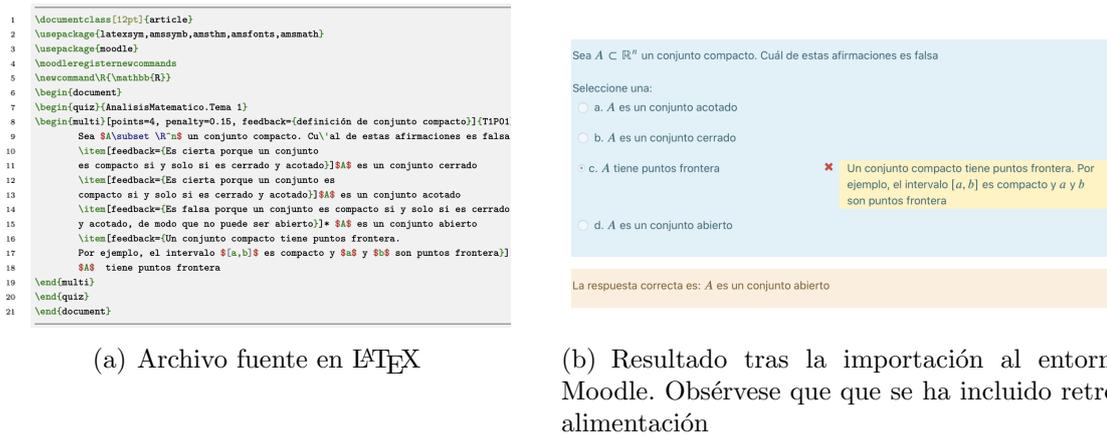


Figura 3: Ejemplo de uso del paquete de estilo `moodle.sty` con  $\text{\LaTeX}$

### 3.2. Cuestionarios con WirisQuizzes

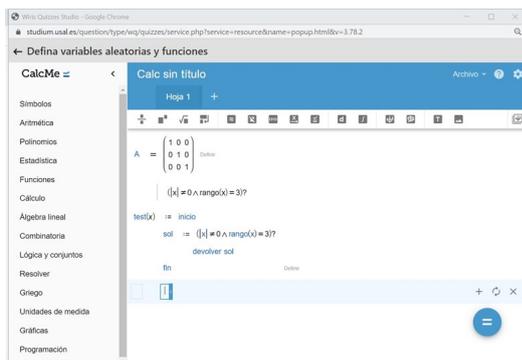
La herramienta **WirisQuizzes** <sup>8</sup> para Moodle permite crear preguntas con enunciados dinámicos que varían cada vez que se accede al cuestionario, siendo posible incluir variables aleatorias tanto en el texto de la pregunta como en la retroalimentación. En esta sección presentamos brevemente un ejemplo de pregunta corta con respuesta abierta (ver Figura 4). Para una descripción detallada puede consultarse la documentación generada por este proyecto docente en la plataforma `gredos.usal.es`.

Una vez seleccionado el tipo de pregunta elegido (pregunta corta en nuestro caso), seleccionando se accede a Wiris Quizzes Studio, que se organiza en varias pestañas (respuesta correcta, validación, variables y vista previa). La opción *<Editar algoritmo>* en la pestaña de variables permite acceder a la ventana de

<sup>8</sup>Ver <https://docs.wiris.com/es/quizzes/start>

CalcMe en la que hay que escribir el algoritmo que genere las variables aleatorias <sup>9</sup>.

En el ejemplo considerado, los estudiantes deben escribir con el editor de MathType  una matriz invertible de orden 3, distinta de la matriz identidad.<sup>10</sup>



(a) Algoritmo en CalcMe



(b) Vista previa en Moodle

Figura 4: Ejemplo de pregunta corta con respuesta abierta en **WirisQuizzes** 

### 3.3. Parametrización de ejercicios con

El paquete `R/exams` <sup>11</sup> 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 permite que los estudiantes resuelvan la misma cuestión con distintos datos numéricos.

Para emplear esta herramienta, los usuarios sólo necesitan proporcionar un conjunto de ejercicios y un archivo base que controle el diseño del documento final. Los

<sup>9</sup>Para una descripción detallada de las funciones admitidas véase <https://cv.uoc.edu/webapps/calculadora/manual/es/pdf/manual.pdf>

<sup>10</sup>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.

<sup>11</sup>Disponible en <http://CRAN.R-project.org/package=exams>.

ejercicios se especifican en archivos separados: por una parte en archivos en formato Sweave (que contienen código  para la generación de datos, y código  $\text{\LaTeX}$  para la descripción de los problemas/soluciones y los metadatos) y por otra parte, un archivo generador base. El conjunto no solo puede contener diferentes tipos de ejercicios, sino también variantes del mismo tipo.

```

1 * cochof[FALSE, result=list(
2   coef = sample(c(1:3), 3, replace = TRUE)
3   x = sample(c(-3:3), 3, replace = TRUE)
4   H = matrix(c(2 * coef[1], coef[2], coef[3], 2 * coef[4], coef[5], coef[3], 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   list <- c("coeficiente 11", "coeficiente 12", "coeficiente 13", "coeficiente 21", "coeficiente 22", "coeficiente 23", "coeficiente 31", "coeficiente 32", "coeficiente 33")(ix)
9   list <- c("11", "12", "13", "21", "22", "23", "31", "32", "33")(ix)
10  sol <- H[list]
11
12  err <- unlist(H[is])
13  err <- err[err != sol]
14  sc <- sum(to_schco(sol, wrong = err, range = -25:25, method = "delta", delta = 1, digits = 0)
15
16  plus <- ifelse(coef <= 0, "", "+")
17
18
19
20  H[begin(question)]
21  H[begin(solution)]
22
23  f(x1, x2, x3) = \Sexpr{coef[1]} x1^2 + \Sexpr{coef[2]} x1 x2 + \Sexpr{coef[3]} x1 x3 + \Sexpr{coef[4]} x2^2 + \Sexpr{coef[5]} x2 x3 + \Sexpr{coef[6]} x3^2
24  \end{equation*}
25
26  en el punto  $(x_1, x_2, x_3) = (\Sexpr{x[1]}, \Sexpr{x[2]}, \Sexpr{x[3]})$ .
27
28  ¿Cuál es el valor del  $\Sexpr{list}$  de la matriz Hessiana?
29
30
31
32
33  \end{question}
34
35  \begin{solution}
36
37  Las derivadas parciales de orden 1 son
38
39  \begin{equation*}
40  f'_1(x_1, x_2, x_3) = 2x_1 + \Sexpr{coef[2]} x_2 + \Sexpr{coef[3]} x_3
41  f'_2(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[2]} x_1 + 2x_2 + \Sexpr{coef[5]} x_3
42  f'_3(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[3]} x_1 + \Sexpr{coef[5]} x_2 + 2x_3
43  \end{equation*}
44
45  y las derivadas parciales de orden 2 son
46
47  \begin{equation*}
48  f''_{11}(x_1, x_2, x_3) = 2
49  f''_{12}(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[2]}
50  f''_{13}(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[3]}
51  f''_{21}(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[2]}
52  f''_{22}(x_1, x_2, x_3) = 2
53  f''_{23}(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[5]}
54  f''_{31}(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[3]}
55  f''_{32}(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{coef[5]}
56  f''_{33}(x_1, x_2, x_3) = 2
57  \end{equation*}
58
59
60  Por lo tanto, la matriz Hessiana de  $f$  es
61
62  \begin{equation*}
63  H_f(x_1, x_2, x_3) = \Sexpr{toLatex(H)}
64  \end{equation*}
65
66  independientemente de  $x_1, x_2$  y  $x_3$ .
67
68  Así pues, el  $\Sexpr{list}$  de la matriz Hessiana de  $f$  en el punto  $(\Sexpr{x[1]}, \Sexpr{x[2]}, \Sexpr{x[3]})$  es igual a
69
70  \end{solution}
71
72  \end{question}
73
74  \end{question}
75
76  \end{question}
77
78  \end{question}
79
80  \end{question}
81
82  \end{question}
83
84  \end{question}
85
86  \end{question}
87
88  \end{question}
89
90  \end{question}
91
92  \end{question}
93
94  \end{question}
95
96  \end{question}
97
98  \end{question}
99
100 \end{question}

```

(a) Archivo Rnw

<p>Halla la matriz Hessiana de la función</p> $f(x_1, x_2, x_3) = -4x_1^2 - 3x_1x_2 + 8x_1x_3 - 8x_2^2 + 2x_2x_3 + 3x_3^2$ <p>en el punto <math>(x_1, x_2, x_3) = (4, -3, 3)</math>.</p> <p>¿Cuál es el valor del coeficiente 33 de la matriz Hessiana?</p> <p>Seleccione una:</p> <p><input checked="" type="radio"/> a. 2</p> <p><input type="radio"/> b. 20</p> <p><input type="radio"/> c. -3</p> <p><input type="radio"/> d. 6</p> <p><input type="radio"/> e. 23</p>	<p>Las derivadas parciales de orden 1 son</p> $f'_1(x_1, x_2, x_3) = -8x_1 - 3x_2 + 8x_3$ $f'_2(x_1, x_2, x_3) = -3x_1 - 16x_2 + 2x_3$ $f'_3(x_1, x_2, x_3) = 8x_1 + 2x_2 + 6x_3$ <p>y las derivadas parciales de orden 2 son</p> $f''_{11}(x_1, x_2, x_3) = -8$ $f''_{12}(x_1, x_2, x_3) = -3$ $f''_{13}(x_1, x_2, x_3) = 8$ $f''_{21}(x_1, x_2, x_3) = -3$ $f''_{22}(x_1, x_2, x_3) = -16$ $f''_{23}(x_1, x_2, x_3) = 2$ $f''_{31}(x_1, x_2, x_3) = 8$ $f''_{32}(x_1, x_2, x_3) = 2$ $f''_{33}(x_1, x_2, x_3) = 6$ <p>Por lo tanto, la matriz Hessiana de <math>f</math> es</p> $H_f(x_1, x_2, x_3) = \begin{pmatrix} -8 & -3 & 8 \\ -3 & -16 & 2 \\ 8 & 2 & 6 \end{pmatrix}$ <p>independientemente de <math>x_1, x_2</math> y <math>x_3</math>.</p> <p>Así pues, el coeficiente 33 de la matriz Hessiana de <math>f</math> en el punto <math>(4, -3, 3)</math> es igual a 6.</p>
--	---

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

Figura 5: Ejemplo de ejercicio parametrizado con .

---

En el ejemplo<sup>12</sup> mostramos una pregunta de respuesta numérica para la asignatura de Análisis, relacionada con el cálculo de la matriz hessiana de una función de tres variables en un punto. En la Figura 5(a) aparece el fichero de extensión `.Rnw`. La correspondiente salida en Moodle, retroinformación incluida, puede verse en la Figura 5(b).

## 4. Conclusiones

La combinación de las diferentes herramientas que se han descrito permite generar una amplia gama de cuestionarios adaptados a las peculiaridades de materias fundamentales de carácter cuantitativo que se imparten en los estudios económico-empresariales. Su uso como instrumento de autoevaluación tiene una muy buena acogida por parte de los estudiantes –a pesar de que la repercusión de la actividad en la mejora de las calificaciones de todo el grupo de alumnos ha sido solo moderadamente positiva– y permite familiarizarlos con un sistema que puede hacerse muy presente en situaciones de no presencialidad.

La valoración del proyecto implementado muestra que estos cuestionarios de autoevaluación son especialmente útiles para los estudiantes que más se implican en la correspondiente asignatura, fundamentalmente porque les sirve para organizar su trabajo cotidiano y afianzar contenidos. Explotando esta percepción de los alumnos, es posible que una periodización más intensiva de los tests, explorando también las distintas variantes que las herramientas permiten, aumente su efecto positivo, sirviendo también como elemento que puede pautar el ritmo de trabajo.

---

<sup>12</sup>En <http://www.r-exams.org/templates/> los autores (Zeileis et al. 2020) incluyen varios tipos de ejercicios (de estadística, fundamentalmente) que permiten generar exámenes en  de forma dinámica.

## 5. REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- 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.
- 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.*, 40(2), pp. 255–272.
- BIGGS, J.; TANG, C. (2011). *Teaching for Quality Learning at University. What the Student Does*. Mc Graw Hill, 4<sup>a</sup> ed. (1<sup>o</sup> ed. 1999).
- BLOXHAM, S.; BOYD, P. (2007). *Developing Effective Assessment in Higher Education: A Practical Guide*. McGraw-Hill International.
- 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>
- 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.
- 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.
- GASPAS MARTINS, S. (2017). “Weekly online quizzes to a mathematics course for engineering students”. *Teaching Mathematics and its Applications*, 36(1), pp. 56–63.
- GASPAS 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.
- GRÜN B, ZEILEIS A. (2009). “Automatic Generation of Exams in R”. *Journal of Statistical Software*, 29(10), 1–14.

- 
- HENDRICKSON, A. (2016). “The moodle package: generating Moodle quizzes via Latex”. Recuperado de <https://www.ctan.org/pkg/moodle>
  - HENDRICKSON, A.; GUERQUIN-KERN, M. (2021). “The moodle package: generating Moodle quizzes via L<sup>A</sup>T<sub>E</sub>X”. Recuperado de <https://www.ctan.org/pkg/moodle>
  - 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.
  - 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.
  - LAWSON, D.(2002). “Computer-aided assessment in mathematics: panacea or propaganda”. *CAL-laborate*, 9, pp. 6-12.
  - LOWE T.W. (2015). “Online quizzes for distance learning of mathematics”. *Teaching Mathematics and Its Applications* 34, pp. 138-148.
  - LUO, T.; MURRAY, A.; 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.
  - MIRALLES, D.; CAÑAS, M.; VERGARA, G. (2016). “Symbolic computation through Mathematica and Moodle” *EDULEARN16 Proceedings*, pp. 6701-6711.
  - 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.
  - SHUTE, V.J. (2008). “Focus on formative feedback”. *Review of Educational Research*, 78, pp. 153–189.
  - STOBART, G.(2008). *Testing Time: Uses and Abuses of Assessment*. Routledge.
  - VASKO, M.; RITTER; METZGER, G. (2018). “Online homework in engineering mathematics: can we narrow the performance gap?” *International Journal of Engineering Pedagogy*, 8(1), pp. 29–42.
  - ZEILEIS, A.; GRUEN, B.; LEISCH, F.; UMLAUF, N. (2020). “Automatic Generation of Exams in R. R package version 2.3-6”. Recuperado de: <https://cran.r-project.org/web/packages/exams/index.html>.