

UNIVERSIDAD DE SALAMANCA

Escuela **politécnica** superior
de **Zamora**



**MEMORIA DE EJECUCIÓN DEL PROYECTO DE INNOVACIÓN
DOCENTE ID2020/158:**

***MEJORA DE LAS TASAS DE ÉXITO Y
RENDIMIENTO EN ASIGNATURAS BÁSICAS
CON UN NÚMERO ELEVADO DE ALUMNOS***

SUSANA NIETO-ISIDRO

HIGINIO RAMOS CALLE

Departamento de Matemática Aplicada.

Escuela Politécnica Superior de Zamora.

Universidad de Salamanca

ÍNDICE

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES.....	3
CONTEXTO DEL PROYECTO.....	3
LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA Y LAS MATEMÁTICAS.....	5
EL CASO DE LOS ESTUDIANTES REPETIDORES	8
ALGUNAS ACTUACIONES PREVIAS DE MEJORA.....	10
OBJETIVOS DEL PROYECTO.....	13
OBJETIVO PRINCIPAL Y SUB-OBJETIVOS.....	13
MEDIDAS DE CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS.....	14
DESARROLLO DEL PROYECTO	15
CALENDARIO DE ACTUACIONES.....	15
RESULTADOS DEL PROYECTO	17
RESULTADOS DE LAS TASAS DE ÉXITO Y RENDIMIENTO.....	17
RESULTADOS PRINCIPALES DEL TEST DE CONOCIMIENTOS BÁSICOS.....	19
Número de test completados y porcentajes totales.....	19
Ejemplos de respuestas erróneas producidas por los estudiantes.....	19
RESULTADOS DEL CURSO DE NIVELACIÓN	21
RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS ONLINE.....	23
RESULTADOS DE LAS SESIONES DE CORRECCIÓN ENTRE PARES	28
RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE PROBLEMAS PARA LOS EXÁMENES.....	30
CONCLUSIONES.....	33
POSIBLES ACTUACIONES FUTURAS.....	34

INTRODUCCIÓN Y ANTECEDENTES

CONTEXTO DEL PROYECTO

La Escuela Politécnica Superior de Zamora (EPSZ) es un centro de la Universidad de Salamanca donde durante el curso 2020/2021 se han impartido 6 titulaciones de Grados en Ingeniería y 2 Dobles Grados:

- Grado en Arquitectura Técnica
- Grado en Ingeniería Agroalimentaria
- Grado en Ingeniería Civil
- Grado en Ingeniería Informática en Sistemas de Información
- Grado en Ingeniería Mecánica
- Grado en Ingeniería de los Materiales
- Doble Grado en Ingeniería Mecánica y de los Materiales
- Doble Grado en Información y Documentación e Informática en Sistemas de Información (junto con la Facultad de Biblioteconomía y Documentación)

En todas estas titulaciones y Dobles Grados, el Departamento de Matemática Aplicada es el encargado de la práctica totalidad de la docencia de las asignaturas básicas de matemáticas que se incluyen en los respectivos planes de estudios. Los profesores implicados en este Proyecto de Innovación Docente (Susana Nieto-Isidro e Higinio Ramos Calle, Profesores Titulares adscritos a la EPSZ, con más de 25 años de experiencia en la docencia de las matemáticas en ingeniería) imparten clase, entre otras, en las asignaturas de primer curso y primer cuatrimestre de todas las titulaciones, y en particular en las asignaturas con contenidos de Cálculo, que suelen presentar mayores dificultades para los estudiantes.

Dentro de las titulaciones anteriormente mencionadas, las hay con muy diferentes características en lo que se refiere a número de estudiantes matriculados y a resultados académicos. Por otro lado, las titulaciones relacionadas con la construcción (como Arquitectura Técnica e Ingeniería Civil) han sufrido duramente los efectos de la crisis económica, pasando en unos años de ser titulaciones con un elevado número de estudiantes a ser actualmente titulaciones con pocos estudiantes, todos ellos muy vocacionales, lo que lleva a un trato más personalizado en el aula y a unas tasas de éxito y rendimiento superiores a las de otras titulaciones.

Sin embargo, algunas de estas titulaciones tienen un elevado número de estudiantes, lo que dificulta mucho la atención personalizada y el seguimiento de las dificultades particulares de los estudiantes, y más ahora con las restricciones de movilidad y acercamiento personal causadas por la COVID19. Una de estas titulaciones es el Grado en Ingeniería Mecánica, en el que muchas asignaturas (entre ellas las de contenido matemático) se imparten conjuntamente a los estudiantes de Ingeniería Mecánica, de Ingeniería de los Materiales, del Doble Grado de Ingeniería Mecánica y de Materiales, y de Ingeniería Agroalimentaria. Esta unión o “candelabro” de distintas titulaciones, junto con el alto número de repetidores, da lugar a grupos de gran tamaño en las asignaturas de matemáticas, que pueden llegar hasta los 100 estudiantes, lo que presenta muchas dificultades de manejo y tratamiento y provoca unos bajos índices de resultados académicos.

En este gran grupo es donde se ha planteado el presente Proyecto de Innovación Docente durante el curso 2020-2021. Se trata de desarrollar una serie de medidas que permitan mejorar las tasas de éxito y rendimiento del gran grupo teniendo en cuenta sus características, considerando que:

- Se trata de asignaturas de primer curso y primer cuatrimestre, por lo que influyen mucho los conocimientos previos de matemáticas mostrados por los estudiantes al acceder a la Universidad.
- Son asignaturas con un alto número de repetidores, que arrastran una historia de desencuentros con la asignatura y una sensación elevada de fracaso y de rechazo hacia las matemáticas.

- Se trata de grupos con un elevado número de estudiantes, por lo que las iniciativas que se propongan tienen que ser escalables y asumibles por los docentes dentro de su carga de trabajo.

Analizaremos con detalle cada una de estas características, así como las soluciones que se han propuesto dentro de este Proyecto.

LOS ESTUDIANTES DE INGENIERÍA Y LAS MATEMÁTICAS

Como se ha mencionado previamente, una de las características de las asignaturas implicadas en el Proyecto es que se trata de asignaturas de primer curso y primer cuatrimestre, lo que las diferencia de las asignaturas de “gran grupo” que se pueden presentarse en otras titulaciones o en cursos superiores. Al tratarse de asignaturas que los estudiantes cursan al comenzar su trayectoria universitaria, las diferencias en la procedencia de los estudiantes (por ejemplo, que hayan cursado un Bachillerato de Ciencias o Bachilleratos de otras especialidades, o que procedan de los Ciclos Formativos) pueden llegar a afectar profundamente a sus resultados, especialmente en lo que se refiere a sus conocimientos matemáticos básicos.

Una de las herramientas que se han empleado para obtener información sobre esta diferencia de nivel es un test de conocimientos matemáticos básicos diseñado por los autores que los estudiantes cumplimentan el primer día de clase. Se trata de un test anónimo, con cuestiones de cálculo de nivel básico, que contiene tanto cuestiones teóricas o teórico-prácticas como pequeños problemas de desarrollo o de representación gráfica.

Como veremos más adelante, los resultados de este test muestran grandes diferencias en los conocimientos previos de matemáticas de los estudiantes de nuevo ingreso, con un grupo que presentan un nivel más elevado (correspondiente a estudiantes de Bachillerato de Ciencias con buena nota en sus estudios y exámenes previos de matemáticas), junto con otros estudiantes que presentan un nivel inferior y mayores carencias en temas básicos: este segundo grupo está formado por estudiantes procedentes de Bachillerato pero con malas calificaciones y conocimientos matemáticos, junto con los estudiantes procedentes de los Ciclos Formativos.

Se generan entonces divisiones internas dentro del gran grupo, con estudiantes que aprenden a distintas velocidades en función de sus conocimientos previos, y cuyas herramientas para enfrentarse a los contenidos matemáticos de nivel universitario son muy dispares.

Esta situación no solamente se presenta en el actual curso 2020-2021, sino que ha sido puesta de manifiesto en estudios previos realizados por los profesores que presentan este proyecto. Así, algunos resultados de este test en cursos previos forman parte de los siguientes trabajos, publicados en revistas especializadas o presentados en congresos temáticos, como se detallan a continuación:

1. Nieto-Isidro, S. and Ramos, H. (2011). Test de conocimientos previos: una oportunidad para aprender de los errores. *Primeras Jornadas de Innovación Docente de la Universidad de Salamanca*, pp. 113-119.

Este trabajo constituye una primera aproximación al estudio de cuáles son los conocimientos previos en matemáticas de los estudiantes de ingeniería, buscando una clasificación de los errores más frecuentes cometidos por los estudiantes y cuáles podrían ser algunas actuaciones de mejora.

2. Nieto-Isidro, S., Rodríguez- Conde, M.J. and Martínez-Abad, F. (2012). Evaluación de conocimientos previos de matemáticas en estudiantes de nuevo ingreso, en Grados en Ingeniería de la Universidad de Salamanca (España). *Ensino Superior: Inovação e qualidade na docência*, pp. 3874-3889.

En este trabajo se analizan los conocimientos básicos de matemáticas que presentan los estudiantes de primer curso del Grado en Ingeniería Mecánica en función de cuál es su procedencia y su comportamiento frente al examen de Matemáticas en la Prueba de Acceso a la Universidad (PAU) vigente en esos momentos. Se estableció la diferencia entre los estudiantes de Bachillerato que habían aprobado el examen de Matemáticas en la PAU frente a los colectivos de estudiantes de Bachillerato que no habían aprobado dicho examen o no se habían presentado a él, junto con los estudiantes procedentes de los Ciclos Formativos de Grado Superior. Este estudio permitía entonces establecer colectivos dentro del aula con diferentes necesidades de formación matemática.

3. Nieto-Isidro, S. and Ramos, H. (2012). Pre-Knowledge of Basic Mathematics Topics in Engineering Students in Spain. *Proceedings of the 16th Seminar of the Mathematical Working Group*.

Este trabajo se realizó para su presentación en la 16 reunión del Grupo de Trabajo sobre Matemáticas (Mathematics Working Group, MWG) de la Sociedad Europea para la Formación de los Ingenieros (Société pour la Formation des Ingenieurs, SEFI). En este caso se analizaron las respuestas al test antes y después de cursar las asignaturas de primer curso con contenidos matemáticos, mostrando que un gran porcentaje de los estudiantes, correspondientes en su mayoría a los procedentes de los Ciclos Formativos, no mejoraban sus conocimientos básicos de matemáticas incluso después de cursar (y probablemente suspender) una asignatura específica de matemáticas dentro de su titulación.

4. Nieto-Isidro, S., Martínez-Abad, F. and Rodríguez-Conde, M.J. (2017) La influencia de la elección de materias en la Prueba de Acceso a la Universidad en los conocimientos matemáticos de los estudiantes de Ingeniería. *Revista Complutense de Educación* 28(1), 125-144.

Este artículo amplía el estudio a un total de 8 titulaciones de ingeniería durante 5 cursos académicos, mostrando la estrecha relación, estadísticamente significativa, que existe entre los conocimientos básicos de matemáticas al comenzar sus estudios universitarios y las elecciones que los estudiantes realizan en la Prueba de Acceso a la Universidad referidas al examen de Matemáticas.

5. Nieto-Isidro, S., Martínez-Abad, F. and Rodríguez-Conde, M.J. (2020). Conocimientos matemáticos al acceder a la universidad. Un estudio diacrónico (1999-2017) con estudiantes de ingeniería. *Bordón. Revista de Pedagogía*, 72(2), 119-133.

Este trabajo enfoca el estudio de la relación entre las diversas normativas sobre la Prueba de Acceso a la Universidad y los conocimientos matemáticos de los estudiantes de ingeniería procedentes del Bachillerato desde una perspectiva diacrónica, utilizando datos recogidos durante 18 años en diferentes centros y titulaciones de la Universidad de Salamanca.

A partir de los estudios anteriores se puede ver que la falta de conocimientos matemáticos básicos es un hecho reconocible y cuantificable, en un porcentaje no desdeñable, de los estudiantes que comienzan estudios de ingeniería. Esto va a afectar de forma directa en las tasas de éxito y rendimiento de estos estudiantes, que es el objetivo de mejora de este proyecto. Por eso, hacer un diagnóstico detallado es muy importante para el correcto desarrollo del mismo.

Veremos con más detalle en esta misma memoria (en el apartado de Resultados del Proyecto) algunos ejemplos de respuestas dadas a este test por los estudiantes del curso académico 2020-2021 y la relación que tienen estas respuestas incorrectas con la distribución de estudiantes según su procedencia (Bachillerato con o sin prueba de Matemáticas y Ciclos Formativos).

EL CASO DE LOS ESTUDIANTES REPETIDORES

El elevado número de estudiantes del que hemos denominado gran grupo tiene diferentes orígenes.

- Uno de ellos, es, desde luego, la coexistencia de varias titulaciones en la misma aula: la asignatura en la que se ha desarrollado el Proyecto se imparte simultáneamente a los estudiantes del Grado en Ingeniería Mecánica, Ingeniería de los Materiales, el Doble Grado de Mecánica y Materiales y al Grado en Ingeniería Agroalimentaria. Esta heterogeneidad es uno de los problemas añadidos que probablemente esté afectando a las tasas de éxito y rendimiento de la asignatura, pero su modificación cae fuera del alcance de los profesores encargados de la docencia, al ser una decisión institucional la realización de este “candelabro”.
- Pero existe otro motivo para la presencia de un número elevado de estudiantes en este gran grupo, que es la alta concentración de estudiantes repetidores, muchos de ellos con un número elevado de convocatorias. Este curso, un total de 46 estudiantes de los 88 que figuran en la asignatura son repetidores, un 52%, lo que supone más de la mitad de los estudiantes.

A nuestro entender, esta gran presencia de estudiantes repetidores tiene diferentes causas:

1. Al tratarse de una asignatura de primer curso y primer cuatrimestre, los estudiantes están obligados a matricularse, independientemente de su preparación matemática o de su capacidad para gestionar todas las asignaturas del primer curso simultáneamente. Los estudiantes que afrontan peor la titulación acaban abandonando las asignaturas que tienen una mayor dificultad, entre las que se encuentran las matemáticas (al menos para el grupo que tiene unos conocimientos iniciales inferiores).
2. Las titulaciones de ingeniería incluidas en este Proyecto, a pesar de su alta empleabilidad, tienen una baja tasa de matriculación, lo que se traduce en una baja nota de corte en los estudiantes de primero. Esta baja nota de corte puede ser un reflejo de unos menores conocimientos iniciales de los estudiantes, no solamente en lo referido a los conocimientos matemáticos, sino muchas veces también en otras habilidades académicas como el uso de técnicas adecuadas de estudio, organización y gestión del tiempo, búsqueda de recursos, etc.
3. Los malos resultados y las experiencias de fracaso en la realización de exámenes y pruebas matemáticas generan en los estudiantes repetidores una sensación de “no ser capaces” de aprobar las matemáticas o que estas quedan fuera de su alcance, por lo que muchas veces abandonan los exámenes y las pruebas presenciales sin intentar resolverlas o sin poner en juego todas las herramientas de que disponen. Este tema ya ha sido abordado por los autores del presente proyecto en alguna intervención previa (véase el PID 2015/0098 o el PID 2019/277) y algunas de las actuaciones que se revelaron como efectivas han sido incorporadas en este curso (por ejemplo, las clases de refuerzo específicas o las sesiones de resolución de problemas de exámenes para generar experiencias de éxito). Este aspecto se mostrará con más detalle en el apartado de Desarrollo del Proyecto.

ALGUNAS ACTUACIONES PREVIAS DE MEJORA

En la búsqueda de mejorar las clases de las asignaturas de matemáticas básicas de las titulaciones de Ingeniería de la EPSZ, los autores han llevado a cabo varias actuaciones previas en varios cursos académicos que han servido como bagaje para el desarrollo del actual proyecto.

Una de estas actuaciones está referida a un repositorio on-line de material de apoyo para el auto-aprendizaje y consolidación de conocimientos matemáticos básicos, que ha sido desarrollado por los profesores participantes en este proyecto y que se pone a disposición de los estudiantes de primer curso que lo necesiten. Este material ya ha sido probado y mejorado a través de diferentes experiencias, con evidencias de su funcionamiento como las que se muestran en los siguientes estudios (por orden cronológico):

1. Nieto, S. and Ramos, H. (2013). Diseño y evaluación de material de apoyo en matemáticas básicas para alumnos procedentes de ciclos formativos en la Escuela Politécnica Superior de Zamora. *Segundas Jornadas de Innovación docente en la Universidad de Salamanca*, pp. 123-128.

Esta iniciativa se corresponde a las actuaciones del proyecto de innovación docente ID2012/085, que estaba dirigido a los estudiantes procedentes de Ciclos Profesionales que iniciaban estudios del Grado en Ingeniería Mecánica en la EPSZ, que obtuvieron unos resultados muy satisfactorios tanto a nivel académico como entre los usuarios.

2. Ramos, H. and Nieto, S. (2013). Uso de una plataforma virtual como elemento de apoyo para la adquisición de habilidades matemáticas básicas en alumnos de ingeniería. *Sistemas e Tecnologias da Informação*, Vol. I, pp. 428-431.

En este trabajo se describió la primera versión de la herramienta de apoyo on-line que había sido utilizada en el proyecto piloto anterior. Esta primera versión, en la que se mostraban los módulos desarrollados, la organización del curso, etc., fue difundida a través de la reunión científica CISTI 2013.

3. Nieto, S. and Ramos, H. (2013). A virtual tool to improve the mathematical knowledge of engineering students. *Proceedings of the First International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*, pp. 447-452.

Este trabajo mostró una visión más amplia de la herramienta on-line desarrollada, incluyendo los resultados obtenidos en el cuestionario de satisfacción cumplimentado por los estudiantes, así como la influencia que tuvo en las tasas de éxito de la asignatura y en el nivel de abandono de los estudiantes, comparándolos con los datos de años anteriores para el mismo colectivo.

4. Nieto, S and Ramos, H. (2014) Improving mathematical competencies of students accessing to Higher Education from Vocational Training Modules. *Journal of Cases on Information Technologies*, 16(3), 56-69.

El trabajo anterior mereció el interés de la revista indexada JCIT, que hizo una invitación para la publicación de la iniciativa, a la que se añadieron los resultados obtenidos en la edición posterior del curso durante el año académico 2013-2014.

Otras iniciativas llevadas a cabo por los autores son de corte más presencial (llevadas a cabo en el aula) y se diseñaron para actuar sobre algunos aspectos específicos de la docencia de las matemáticas en la ingeniería. Por ejemplo, los mostrados en los siguientes estudios publicados (por orden cronológico):

1. Nieto, S., Rodríguez Conde, M.J. and Martínez Abad, F., González-Rogado, A.B., Hernández-Ramos, J.P. (2012). El seminario como herramienta de flexibilización docente. Una experiencia de innovación docente de flexibilización horaria en asignaturas básicas para primeros cursos de Ingeniería, *Revista del CIDUI (Congreso Internacional de Docencia Universitaria e Innovación)*, Núm. 1 (2012).

Esta iniciativa se centraba los resultados obtenidos mediante la flexibilización de los horarios de las clases de matemáticas mediante la introducción de seminarios semanales de diverso tipo centrados en temas de ingeniería, como charlas dadas por profesores de asignaturas de ingeniería, pruebas de evaluación continua, repaso de conceptos clave, clases de resolución de dudas, visualización de conceptos matemáticos en el aula de informática, etc.

2. Nieto, S and Ramos, H. (2014). A global approach to improve the mathematical level of engineering students. *Proceedings of the Second International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality*, pp. 435-440.

En este estudio se analizaron con detalle los diferentes aspectos del fracaso en las asignaturas de matemáticas en titulaciones de ingeniería, describiendo una aproximación de tipo multidimensional para afrontarlo; esta aproximación incluye el diagnóstico de los puntos débiles en los conocimientos matemáticos, el establecimiento de los grupos “de riesgo” que requieren un mayor refuerzo o un tratamiento más adaptado a sus necesidades, y algunas iniciativas llevadas a cabo en la EPSZ para mejorar sus resultados.

3. Nieto, S. and Ramos, H. (2015). Aprender de los errores: una estrategia didáctica para mejorar las habilidades matemáticas de los estudiantes universitarios. *Investigar con y para la sociedad Vol. 3*, pp. 1919-1924.

En este trabajo, correspondiente al proyecto de innovación docente ID2013-215, se incidía de forma específica sobre algunos de los errores más comunes cometidos por los estudiantes a la hora de manejar algunos de los algoritmos matemáticos más habituales en los primeros cursos de ingeniería.

4. Nieto, S. and Ramos, H. (2016). A strategy to reduce the blank answers on math tests at first engineering courses. *Proceedings of the International Conference on Technological Ecosystem for Enhancing Multiculturality TEEM'16*, pp. 825-829.

En este trabajo, correspondiente al proyecto de innovación docente ID2015-0098, se describían los resultados obtenidos por las iniciativas destinadas de forma específicamente a los estudiantes repetidores que habían cursado la asignatura tres o más veces, pues se trata de un colectivo con un alto grado de abandono y que tiende a dejar gran parte de los exámenes en blanco.

Muchas de las evidencias obtenidas en estos estudios y la experiencia adquirida en ellos han servido como base para el desarrollo del actual proyecto de innovación docente.

OBJETIVOS DEL PROYECTO

OBJETIVO PRINCIPAL Y SUB-OBJETIVOS

A partir de los antecedentes mostrados en las páginas anteriores y del contexto en el que se va a llevar a cabo, el objetivo principal del presente Proyecto es mejorar las tasas de éxito y rendimiento de una asignatura básica de matemáticas de primer curso y primer cuatrimestre que afecta a varias de las titulaciones de ingeniería que se imparten en la Escuela Politécnica Superior de Zamora, y que presenta un elevado número de alumnos.

Además de este objetivo principal, se pueden detallar varios sub-objetivos que forman parte integrante del Proyecto:

1. Hacer un diagnóstico detallado de los conocimientos matemáticos de los estudiantes y de sus estudios previos, dada la importancia que tiene el haber cursado Bachillerato o Ciclos Formativos en relación con los conocimientos matemáticos. Este diagnóstico se llevará a cabo mediante un test de conocimientos previos realizado por los estudiantes que permitirá también conocer su procedencia y estudios previos
2. Proporcionar a los estudiantes que lo requieran una herramienta online de nivelación de sus conocimientos matemáticos previos, utilizando la experiencia alcanzada en Proyectos de innovación previos de los autores.
3. Rediseñar la evaluación continua de la asignatura, aprovechando las capacidades del campus virtual Studium, proporcionando herramientas de auto-evaluación online.
4. Proporcionar retroalimentación a los estudiantes sobre su nivel de conocimientos matemáticos y de consecución de los objetivos previstos en la asignatura.
5. Fomentar la participación de los estudiantes tanto en las clases magistrales como en las clases prácticas.

6. Fomentar la participación de los estudiantes en los procesos de evaluación, incluyendo la evaluación entre pares, la corrección de errores típicos y el diseño de las pruebas de evaluación.

MEDIDAS DE CONSECUCCIÓN DE LOS OBJETIVOS

Para conocer el grado de consecución de los objetivos y sub-objetivos mencionados anteriormente, se han elegido una serie de indicadores adecuados para cada uno de ellos, que se analizarán en esta memoria:

- OBJETIVO PRINCIPAL: Se realizará un estudio de las **tasas de éxito y rendimiento** obtenidas en las asignaturas en cursos previos, comparándolas con las tasas obtenidas en el presente curso 2020-2021. Hay que tener en cuenta que las circunstancias de este curso, con todas las restricciones y consecuencias provocadas por la COVID19 lo han convertido en un curso bastante atípico, lo que puede ser determinante a la hora de evaluar el grado de consecución obtenido en el Proyecto.
- Se valorará también el número de test iniciales cumplimentados por los estudiantes en función del número de estudiantes de nuevo ingreso en las cuatro titulaciones incluidas en el proyecto, y se hará un **estudio de los niveles iniciales de conocimientos matemáticos**, que pueden determinar fuertemente los resultados. En particular, el número de estudiantes procedentes de Ciclos Formativos y el número de estudiantes repetidores son una influencia importante en las tasas de éxito y rendimiento de la asignatura.
- Se analizará especialmente el **grado de participación** de los estudiantes en las diversas iniciativas que se han puesto en marcha dentro del Proyecto, contabilizando su asistencia a las sesiones teóricas y a las sesiones prácticas, su acceso a las herramientas de auto-aprendizaje y al material online, la participación en las sesiones de resolución de problemas, la implicación en las sesiones de calificación entre pares, su aportación a las sesiones de generación de preguntas de exámenes, etc.

En la sección dedicada a los resultados del proyecto revisaremos estos indicadores.

DESARROLLO DEL PROYECTO

CALENDARIO DE ACTUACIONES

El proyecto se ha llevado a cabo durante el primer cuatrimestre del curso académico 2020-2021, bajo un supuesto de presencialidad segura que no siempre ha sido posible mantener por completo para todos los estudiantes, dadas las diversas incidencias COVID que se han producido a lo largo del curso. Estas incidencias han impedido la participación de algunos estudiantes en todas las actividades o en las evaluaciones, dado su situación de aislamiento o cuarentena; y han retrasado, por ejemplo, las convocatorias de evaluación y los cierres de actas de la asignatura.

El calendario de actuaciones ha seguido el plan de trabajo incluido en la solicitud del proyecto y que se detalla a continuación:

1-Mes de Octubre de 2020:

- Se comenzó por realizar un **diagnóstico de la situación inicial** del alumnado, mediante la aplicación de un test específico sobre conocimientos matemáticos que incluye datos sobre los estudios realizados por los estudiantes mediante una cabecera que indica de forma explícita la procedencia de los estudiantes (Ciclos Formativos, Bachilleratos de ciencias o de otras especialidades, acceso a mayores de 25 o 45 años, otras titulaciones, etc.) y otros datos sobre su formación matemática inicial, como su calificación en la prueba de matemáticas de la EBAU.
- Una vez analizados los resultados del test, y detectados los alumnos que presentaban una formación más deficiente en matemáticas o unos resultados insatisfactorios en el test inicial, se invitó a dichos estudiantes a seguir un **curso específico online de nivelación matemática**, que los autores han desarrollado en cursos previos (véase, por ejemplo, el PID2018/202).

2-Meses de Noviembre-Diciembre de 2020 y Enero 2021:

De forma simultánea al curso online, en el transcurso de las clases teóricas o prácticas se han implantado diferentes iniciativas docentes:

- Se han reformulado las herramientas de auto-aprendizaje, auto-evaluación y evaluación continua mediante la generación de una serie de **cuestionarios temáticos** con retroalimentación, aprovechando las capacidades del campus virtual Studium.
- En las sesiones presenciales, se han diseñado sesiones de **evaluación por pares** de las respuestas dadas por los estudiantes a una colección de pequeños problemas procedentes de las colecciones de exámenes previos.
- Se han realizado también sesiones dirigidas a la detección y corrección de **errores típicos** cometidos en los exámenes de cursos anteriores.
- Se ha fomentado la participación de los estudiantes en las tareas de evaluación mediante una experiencia **de generación de preguntas de exámenes** por parte de los estudiantes; las preguntas más adecuadas, además de ser puntuadas como parte de la evaluación continua, se han incluido como preguntas de evaluación en las pruebas parciales de la asignatura.

3-Meses de Febrero-Julio 2021:

Una vez finalizada la iniciativa, se han evaluado las actividades propuestas y analizado el grado de éxito de las iniciativas realizadas a lo largo del trimestre.

RESULTADOS DEL PROYECTO

RESULTADOS DE LAS TASAS DE ÉXITO Y RENDIMIENTO

En esta sección vamos a realizar una revisión de los principales resultados obtenidos con este Proyecto de Innovación Docente: veremos cómo no se ha conseguido el objetivo principal, que era la mejora de las tasas de éxito y rendimiento de las asignaturas incluidas en el Proyecto.

- **Tasa de rendimiento:** la mediremos a partir del número de estudiantes que superan las asignaturas del total de estudiantes matriculados en ella.
- **Tasa de éxito:** la mediremos a partir del número de estudiantes que superan las asignaturas del total de estudiantes que se presentan a las pruebas de evaluación de la asignatura; calcularemos estas tasas en cada una de las convocatorias.

La diferencia entre ambas tasas es debida a la existencia de una tasa de abandono de las asignaturas por parte de los estudiantes.

Para tener una idea de la situación previa antes de realizar este proyecto, a continuación mostramos las tasas de rendimiento (sobre estudiantes matriculados) y de éxito (sobre estudiantes presentados) del curso 2019-2020 comparadas con las del actual curso 2020-2021.

Comenzamos con la tasa de rendimiento de la asignatura de forma global, calculando los porcentajes de estudiantes que superan la asignatura en ambas convocatorias con respecto al número de estudiantes matriculados en la asignatura:

CURSO	APROBADOS	MATRICULADOS	RENDIMIENTO
2019-2020	29	92	31%
2020-2021	22	88	25%

Vemos cómo, contrariamente a lo esperado, la tasa de rendimiento es ligeramente inferior a la del curso pasado.

Veamos ahora las tasas de éxito en cada una de las convocatorias:

PRIMERA CONVOCATORIA	APROBADOS	PRESENTADOS	ÉXITO
2019-2020	25	59	42%
2020-2021	13	44	30%

SEGUNDA CONVOCATORIA	APROBADOS	PRESENTADOS	ÉXITO
2019-2020	4	35	11%
2020-2021	9	47	19%

Podemos ver cómo, comparada con los datos del curso pasado, la tasa de éxito es inferior en la primera convocatoria, pero es superior en la segunda convocatoria.

Llama la atención en estas tablas que los estudiantes se han distribuido de una manera muy diferente; el número de estudiantes presentados en primera convocatoria este curso es del 50% de los estudiantes matriculados, cuando en otros cursos era del 65%; en la segunda convocatoria se han presentado un 67% de los estudiantes posibles (44 de los $88-22=66$ estudiantes que tenían la asignatura pendiente) frente a un 55% del curso anterior (35 de los 63 estudiantes que tenían la asignatura pendiente).

A continuación, veremos una revisión de los resultados obtenidos con el resto de iniciativas que se han realizado a lo largo del cuatrimestre (se puede acceder a dichos resultados utilizando los hipervínculos que aparecen):

- Resultados del test de conocimientos básicos ([test](#))
- Resultados del curso de nivelación en conocimientos básicos ([nivelación](#))
- Resultados de los cuestionarios de autoevaluación desarrollados específicamente para este proyecto ([cuestionarios](#))
- Resultados de las sesiones de corrección entre pares ([pares](#))
- Resultados de las preguntas de examen propuestas por los estudiantes ([exámenes](#)).

RESULTADOS PRINCIPALES DEL TEST DE CONOCIMIENTOS BÁSICOS

Veamos ahora algunos resultados del test inicial de conocimientos básicos diseñado y empleado habitualmente por los profesores responsables del proyecto, que permite hacer un primer diagnóstico de la situación y analizar la composición de los estudiantes del gran grupo, en función de sus conocimientos matemáticos al comenzar la asignatura y de su procedencia académica.

El test de conocimientos básicos de Cálculo consta de 25 cuestiones, 14 de ellas de tipo teórico-práctico con formato de test con respuesta verdadero/falso, y 11 cuestiones prácticas que requieren del desarrollo de un pequeño problema matemático y que disponen de un pequeño espacio para representar, desarrollar o responder a la pregunta. Se incluye también una cabecera donde los estudiantes, de forma anónima, incluyen datos sobre su procedencia y estudios matemáticos previos, si son repetidores o no, el número de veces que se han examinado, etc.

Se trata por lo tanto de un test con mucha información, cuyo análisis estadístico detallado escapa fuera del alcance de esta memoria, pero se presentan a continuación algunos ejemplos de los tipos de errores más comunes cometidos por los estudiantes.

Número de test completados y porcentajes totales

En el curso 2020-2021 han contestado el test un total de 61 estudiantes de los 88 estudiantes totales del grupo, es decir, un 69%. Este porcentaje se debe, sobre todo, a que los estudiantes repetidores, que como ya se ha indicado previamente representan un 52% del total (46 estudiantes de los 88), no suelen acudir a la primera sesión de clase, que es cuando se presenta la asignatura y se realiza el test. Si en lugar de considerar los estudiantes totales nos restringimos a los estudiantes de nuevo ingreso, han contestado el test 34 estudiantes de los 42 posibles, lo que representa un porcentaje del 81%.

Ejemplos de respuestas erróneas producidas por los estudiantes

A continuación, mostramos algunos de los errores cometidos por los estudiantes en los test del curso académico 2020/2021:

SIMPLIFICACIONES EN FRACCIONES

Un error muy común cometido en los test iniciales consiste en realizar una “simplificación” de forma incorrecta, eliminando un sumando común en una función racional (en un cociente de polinomios).

Algunos ejemplos de estas simplificaciones erróneas son:

máximo las siguientes expresiones :

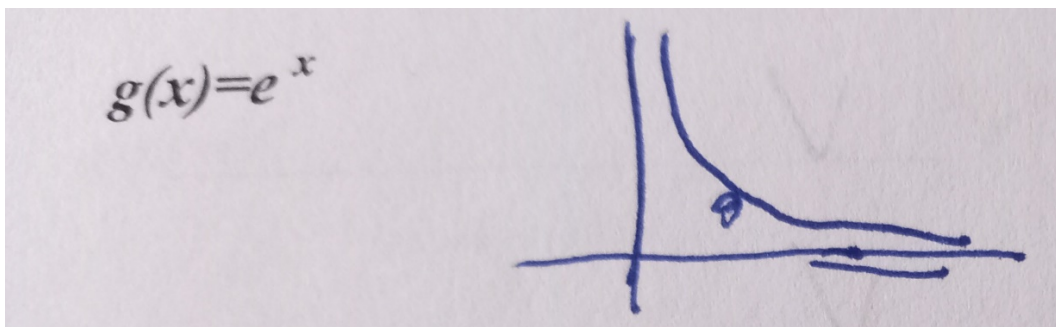
$$\frac{x^3 - 2x^2 - x + 2}{x^3 - 4x + x^2 - 4} = \frac{-2x^2 - x + 2}{x^2 - 4x - 4}$$

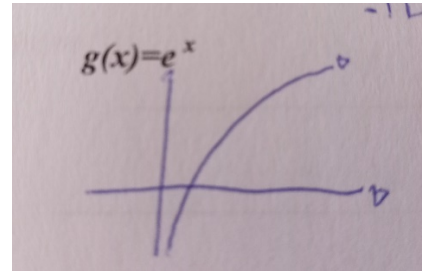
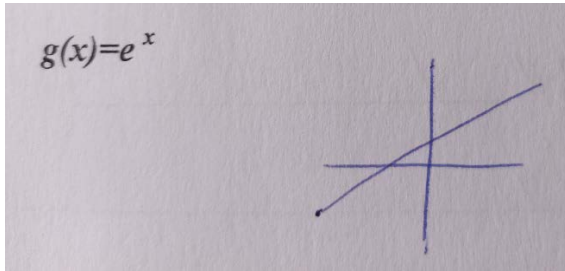
$$\frac{x^2 + 1 - 2x^3}{x^4 + 1} = \frac{-2x^3 + x^2}{x^4}$$

FUNCIONES ELEMENTALES

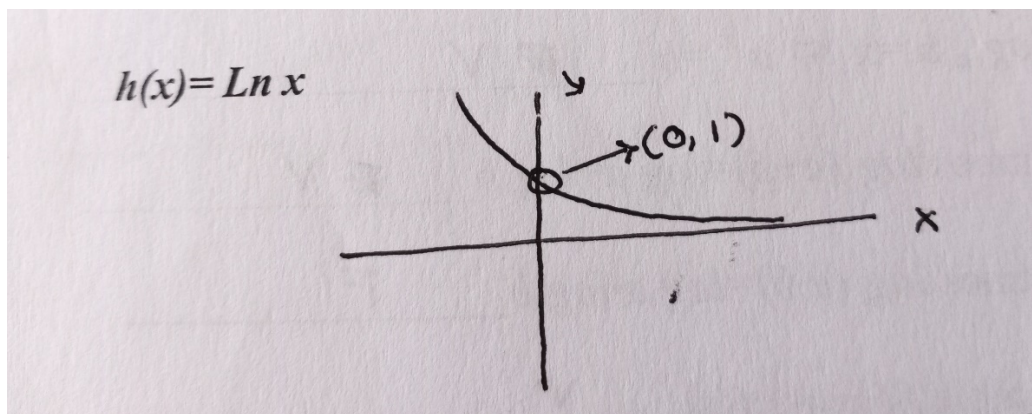
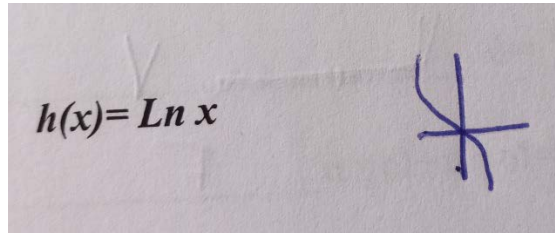
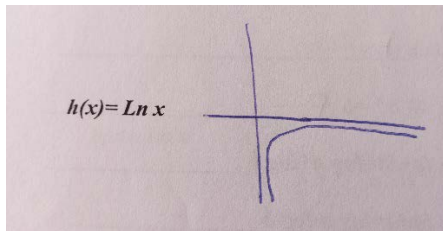
Otro ejemplo de respuestas erróneas tiene que ver con la gráfica de funciones elementales, como es el caso de la función $f(x)=\sin(x)$, la exponencial y el logaritmo neperiano. Mostramos a continuación algunas representaciones erróneas realizadas por los estudiantes que completaron el test:

Diferentes representaciones erróneas de la función exponencial $f(x)=e^x$:

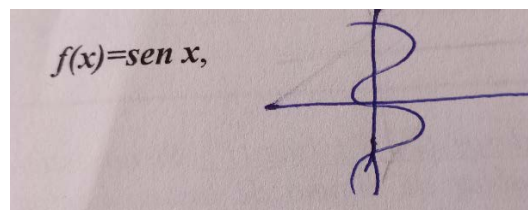
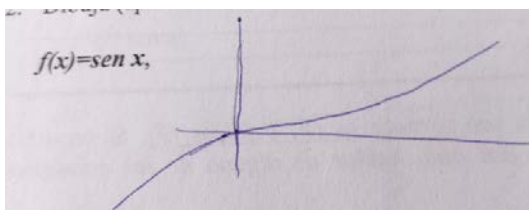




Diferentes representaciones erróneas de la función logaritmo $f(x)=\text{Log}(x)$:



Diferentes representaciones erróneas de la función $f(x)=\text{sen}(x)$:



RESULTADOS DEL CURSO DE NIVELACIÓN

A partir de los resultados del test de conocimientos básicos, se puso a disposición de todos los estudiantes el acceso al curso de Studium que contiene el curso de refuerzo de conocimientos matemáticos que se desarrolló en el proyecto de innovación docente NIVELA (PID2018/202) a partir de un proyecto piloto desarrollado de forma específica para estudiantes de Ciclos Formativos (PID2012/085).

El curso está formado por 6 temas que repasan los conceptos fundamentales del cálculo que los estudiantes deberían de haber adquirido antes del acceso a la Universidad, y cada uno de ellos incluye un resumen teórico (con especial incidencia en los errores más comunes que se pueden cometer) y uno o dos cuestionarios de auto-evaluación para que los estudiantes comprueben su nivel de adquisición de los conocimientos incluidos en ese tema.

Las características de este curso de Studium están detalladas en la Memoria del Proyecto PID2018/202 (véase <http://hdl.handle.net/10366/140674> en el repositorio institucional GREDOS), por lo que no se profundizará en sus características, sino solamente en sus resultados.

Durante este curso 2020-2021, han accedido al curso de nivelación 78 de los 109 estudiantes, un 72% de los matriculados en las cinco asignaturas que tenían acceso. Sin embargo, la mayoría de los estudiantes no han cumplimentado los cuestionarios, sino que solamente han hecho consultas y visualizaciones del material teórico disponible.

Creemos que esta baja participación en el curso de nivelación se debe a las siguientes razones:

- En primer lugar, al pequeño número de estudiantes procedentes de Ciclos Formativos que hay entre los estudiantes de nuevo ingreso, que son los que más necesitan este curso de nivelación.
- En segundo lugar, el alto número de estudiantes repetidores; al ser una iniciativa que se realiza todos los años, un número considerable de los estudiantes ya han realizado este curso en años anteriores, por lo que acceden a ver si hay “novedades” pero no realizan los cuestionarios ni las actividades propuestas.

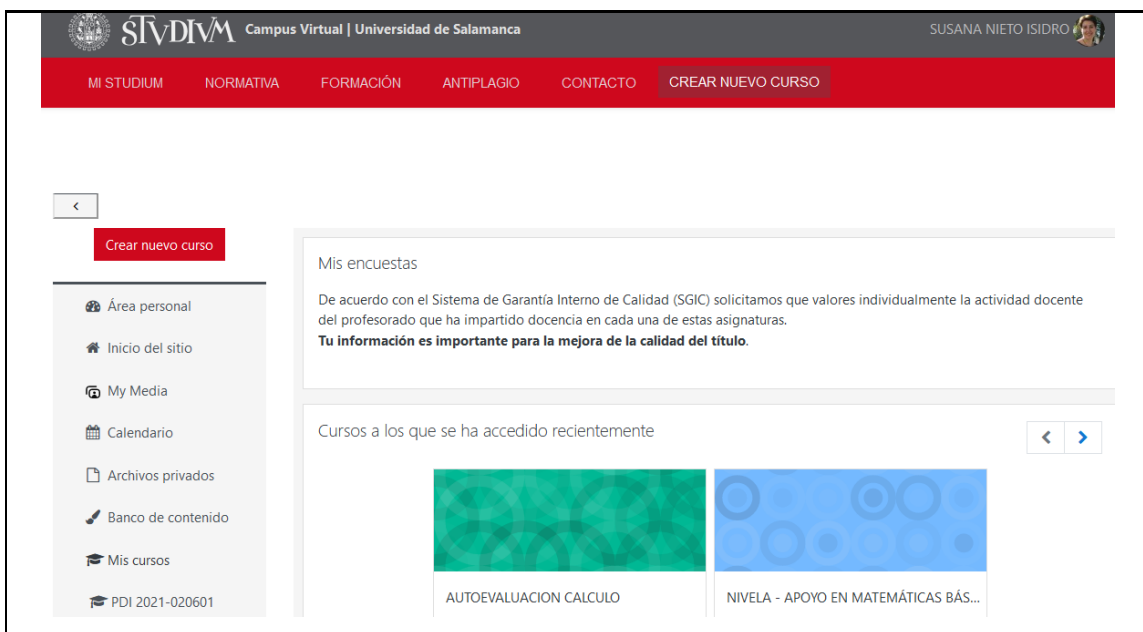
La ausencia de una convocatoria específica (es decir, abrir el curso a todos los estudiantes en lugar de hacer un listado de estudiantes que puedan beneficiarse del curso y darles acceso exclusivo) también influye en el éxito de este tipo de cursos, como se puede ver en el siguiente estudio de los autores:

Nieto-Isidro, S. and Ramos, H. (2019) General versus specific recipients for online training courses. Evaluating an experience on basic mathematics for engineers. *Proceedings of the Seventh International Conference on Technological Ecosystems for Enhancing Multiculturality*, pp.756-762.

RESULTADOS DE LOS CUESTIONARIOS ONLINE

Una de las iniciativas llevadas a cabo en este proyecto se refirió al desarrollo de cuestionarios online sobre los diferentes temas del temario, que actuaban como método de autoevaluación de los estudiantes y también eran tenidos en cuenta en la nota final de la asignatura.

Estos cuestionarios fueron realizados utilizando la herramienta de generación de cuestionarios de Studium, y se generó un curso específico para esta iniciativa al que podían acceder todos los estudiantes de las titulaciones incluidas en la experiencia. Este curso recibió el nombre de AUTOEVALUACIÓN CÁLCULO, como puede verse en la imagen:



Los dos cuestionarios incluidos en el curso se construyeron para abordar los temas que presentan mayores dificultades dentro del temario de cálculo:

1. Introducción a las Funciones, que incluía cuestiones sobre los siguientes tópicos:
 - a. Cálculo con números complejos
 - b. Dominio de funciones de una variable
 - c. Estudio de las gráficas de funciones de una variable
 - d. Cálculo de funciones inversas
 - e. Límites y continuidad
 - f. Manejo de la función valor absoluto

2. Derivadas, que incluía cuestiones sobre los siguientes tópicos:
 - a. Aplicación de las reglas de derivación
 - b. Derivada en un punto
 - c. Cálculo de rectas tangentes a una función en un punto
 - d. Relación entre derivadas y gráficas de funciones
 - e. Resolución de límites aplicando la regla de L'Hôpital

Estas cuestiones se organizaron como preguntas de elección múltiple con tres alternativas de las cuales solamente una era correcta, y cada cuestionario constaba de 20 preguntas de este tipo, que aparecían de forma secuencial, pero con las respuestas en orden aleatorio.

Cada cuestionario permanecía abierto durante una semana lectiva para que los estudiantes escogiesen el momento adecuado para responder, y el formato incluía un tiempo limitado para su realización (2 horas para contestar las 20 preguntas) tal y como se advertía en una página previa:

CUESTIONARIO: Introducción a las funciones

Cuestiones básicas sobre funciones reales de variable real y sobre números complejos

REALIZACIÓN: del 11 al 15 de diciembre de 2020

TIEMPO PARA COMPLETARLO: un máximo de 2 horas

Tiempo limite

El cuestionario tiene un tiempo límite de 2 horas. Luego de iniciar, el tiempo empezará a contar y no podrá pausarse. Debe finalizarlo antes de que el tiempo termine. ¿Seguro que desea empezar ahora?

[Comenzar intento](#) [Cancelar](#)

[← Instrucciones para completar los cuestionarios](#) [Ir a...](#) [CUESTIONARIO: Introducción a las funciones - con respuestas correctas ►](#)

Dado que estos cuestionarios no solamente formaban parte de la evaluación de la asignatura, sino que se diseñaron como una herramienta para el autoaprendizaje, unos días después de cerrar el plazo de realización se abrió una copia del mismo cuestionario, pero esta vez con indicación de las respuestas correctas y con una retroalimentación para cada una de ellas que informaba a los estudiantes de las razones por la que dicha respuesta era la adecuada y las demás eran respuestas incorrectas.

Esta distribución de los cuestionarios se puede visualizar en la siguiente imagen, donde se ve cómo el segundo cuestionario puede ser realizado sin límite de tiempo ni de intentos, puesto que se trata de una herramienta de auto-aprendizaje:

Tema 1



Instrucciones para completar los cuestionarios



CUESTIONARIO: Introducción a las funciones

Cuestiones básicas sobre funciones reales de variable real y sobre números complejos

REALIZACIÓN: del 11 al 15 de diciembre de 2020

TIEMPO PARA COMPLETARLO: un máximo de 2 horas



CUESTIONARIO: Introducción a las funciones - con respuestas correctas

Cuestionario con indicación de las respuestas correctas y resolución detallada

DISPONIBLE: Desde el 16 de diciembre hasta el final del cuatrimestre

Sin limitación de número de intentos

Las instrucciones incluidas para completar los cuestionarios aclaraban estas cuestiones e indicaban a los estudiantes cómo debían completar el cuestionario que servía como parte de la evaluación de la asignatura (de forma secuencial y con tiempo limitado), como puede verse en la imagen:

Instrucciones para completar los cuestionarios

El cuestionario "Introducción a las funciones" debe realizarse en cualquier momento entre el 12 y el 15 de diciembre.

Una vez comenzado el intento, se dispone de 2 horas para responder las 20 preguntas y enviarlo. Ha de responderse secuencialmente, no se permite ir hacia atrás. La calificación obtenida en este cuestionario será tenida en cuenta en la evaluación continua de la asignatura.

A partir del 16 de diciembre, estará disponible un nuevo cuestionario, igual al que se ha completado, pero con la indicación de cuáles son las respuestas correctas y con una resolución detallada de cada cuestión. Este segundo cuestionario permite intentos ilimitados y permanecerá abierto todo el cuatrimestre, para que sirva de material de estudio y autoevaluación.

Última modificación: viernes, 11 de diciembre de 2020, 19:19

Para poder analizar las respuestas a estos cuestionarios, hemos recurrido a las herramientas de calificación y de realización de estadísticas de Studium. Estas herramientas nos informan del número de participantes en el curso y de sus actividades.

En primer lugar, Studium nos informa de que el curso incluye diversos grupos de matriculación correspondientes a las cuatro titulaciones implicadas (junto con los estudiantes de Ingeniería Civil a los que también se les ofreció acceso), que incluyen un total de 111 participantes, 109 estudiantes y los dos profesores/administradores del curso, como puede verse en las imágenes (se han ocultado los nombres y los correos de los estudiantes para evitar su identificación):

Grupos UXOI asignados a este curso

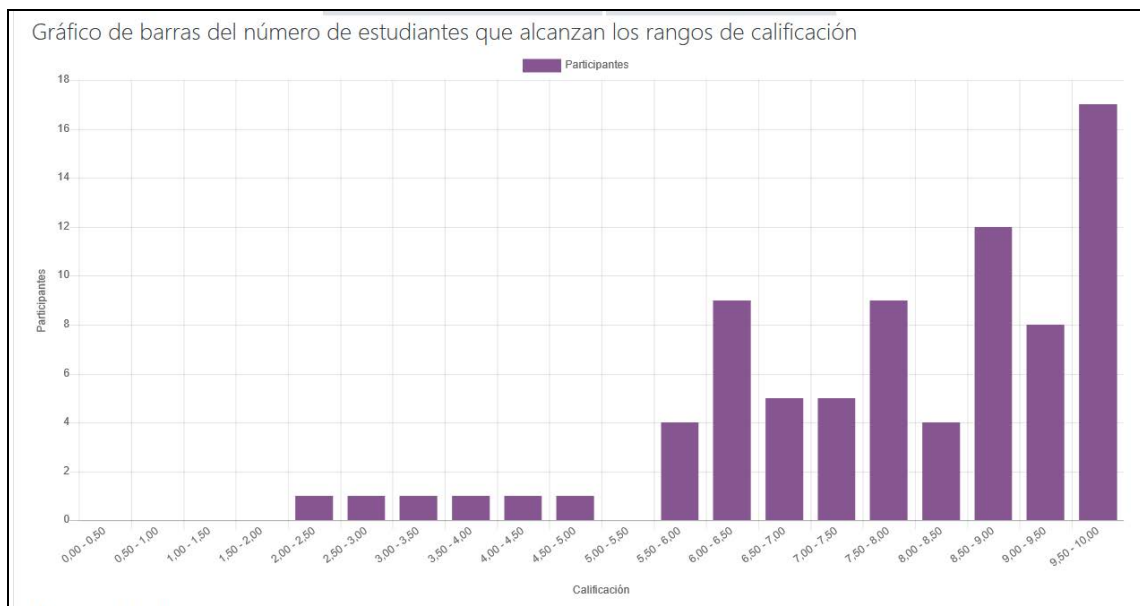
106200 FUNDAMENTOS MATEMÁTICOS DE LA INGENIERÍA I (GRUPO 1 ASIG.106200 CENTRO 125) 2020-21 Grupo: 1 Centro: 125
106500 MATEMÁTICAS I (GRUPO 1 ASIG 106500 CENTRO 125) 2020-21 Grupo: 1 Centro: 125
106900 MATEMÁTICAS I (GRUPO 1 ASIG 106900 CENTRO 125) 2020-21 Grupo: 1 Centro: 125
106900 MATEMÁTICAS I (GRUPO 5 ASIG 106900 CENTRO 125 PLAN DT4) 2020-21 Grupo: 5 Centro: 125
108700 MATEMÁTICAS I (GRUPO 1 ASUG 108700 CENTRO 125) 2020-21 Grupo: 1 Centro: 125

☐	Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Roles	Grupos	Último acceso al curso	Estatus
☐	 SUSANA NIETO ISIDRO	sni@usal.es	Profesor, Creador de curso	No hay grupos	49 segundos	Activo
☐	 [Redacted]	[Redacted]@usal.es	Estudiante	No hay grupos	2 días 4 horas	Activo
☐	 [Redacted]	[Redacted]5@usal.es	Estudiante	No hay grupos	13 días 22 horas	Activo
☐	 [Redacted]	[Redacted]@usal.es	Estudiante	No hay grupos	20 días 3 horas	Activo
☐	 [Redacted]	[Redacted]@usal.es	Estudiante	No hay grupos	25 días 3 horas	Activo
☐	 [Redacted]	[Redacted]@usal.es	Estudiante	No hay grupos	38 días 23 horas	Activo

A la hora de analizar los cuestionarios, nos indica las puntuaciones totales de cada uno de los estudiantes en el test y las puntuaciones individuales en los ítems del cuestionario, así como las calificaciones promedio en el total del test y en cada uno de los ítems y otros datos de utilidad, como la fecha y hora de comienzo, el tiempo utilizado para responder el test, etc. Un fragmento de esta información puede verse en la imagen:

Nombre / Apellido(s)	Dirección de correo	Estado	Comenzado el	Finalizado	Tiempo requerido	Calificación/10,00	P. 1 /0,50	P. 2 /0,50	P. 3 /0,50	P. 4 /0,50	P. 5 /0,50
 [Redacted] Revisión del intento	[Redacted]@usal.es	Finalizado	11 de diciembre de 2020 15:22	11 de diciembre de 2020 17:19	1 hora 57 minutos	6,00	✗ 0,00	✗ -	✓ 0,50	✓ 0,50	✓ 0,50
 [Redacted] Revisión del intento	[Redacted]@usal.es	Finalizado	12 de diciembre de 2020 10:52	12 de diciembre de 2020 11:55	1 hora 2 minutos	7,50	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,50
 [Redacted] Revisión del intento	[Redacted]@usal.es	Finalizado	12 de diciembre de 2020 10:52	12 de diciembre de 2020 11:57	1 hora 4 minutos	6,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✗ 0,00	✓ 0,50

Pueden consultarse también las agrupaciones de los estudiantes en los intervalos de puntuación: para el primer test, por ejemplo, que fue contestado completamente por 79 estudiantes, la distribución de puntuaciones es la dada por la siguiente gráfica proporcionada por Studium:



Esta gráfica nos informa, por ejemplo, de que la mayoría de los estudiantes obtienen buenas puntuaciones en el test, concentrándose el mayor número de alumnos (17) en el intervalo de puntuación más alta (entre 9,5 y 10), seguido del intervalo entre 8,5 y 9 puntos.

Una de las ventajas que ofrece Studium es también la facilidad de descargar las puntuaciones totales o detalladas en formato de hoja de cálculo, lo que permite su incorporación de forma sencilla a la evaluación de los estudiantes: además ellos también son informados de la puntuación que han obtenido en cada cuestionario mediante la herramienta “calificaciones”, como puede verse en la imagen:

Nombre / Apellido(s) ▲			Dirección de correo		AUTOEVALUACION CALC... -
					✓ CUESTIONARIO: Introducci...
[Redacted Name]				[Redacted Email]	-
[Redacted Name]				[Redacted Email]	2,00
[Redacted Name]				[Redacted Email]	6,00
[Redacted Name]				[Redacted Email]	-
[Redacted Name]				[Redacted Email]	6,00

RESULTADOS DE LAS SESIONES DE CORRECCIÓN ENTRE PARES

Otra de las iniciativas desarrolladas en este Proyecto ha sido la generación de una sesión de corrección entre pares. En esta actividad, los estudiantes realizaban un ejercicio de tipo examen, que era recogido y valorado por el profesor siguiendo una rúbrica de evaluación. A continuación, en una sesión posterior, los ejercicios eran repartidos de forma aleatoria entre los estudiantes, de manera que cada uno de ellos corregía, siguiendo la rúbrica y las indicaciones del profesor, el ejercicio de otro compañero/a.

En la siguiente tabla se muestran los resultados por estudiante de la nota obtenida con la corrección del profesor y la obtenida mediante la sesión de corrección por pares. Solamente se presentan los datos de los ejercicios que disponen de la doble corrección (un total de 43) y en la última columna se ha indicado la diferencia entre ambas notas, la del profesor menos la del estudiante corrector. Aquellos ejercicios en los que no hay diferencia entre notas se han sombreado en amarillo, en verde los que tienen una nota superior dada por el profesor y en naranja los que tienen una nota superior dada por los estudiantes.

Nota del profesor (P)	Corrección de los estudiantes (E)	Diferencia entre notas (P-E)
3.5	3.2	0.3
3.5	3	0.5
4	4.5	-0.5
3.5	3.5	0.0
0.2	0.2	0.0
7	7	0.0
5.3	5	0.3
3.5	3.5	0.0
4	5	-1
3.5	3.2	0.3
6	6.7	-0.7
4.5	4.5	0.0
3	3.25	-0.25
0.5	1.3	-0.8
0.2	0.2	0.0
4.5	4.8	-0.3
1	2.7	-1.7
2	2.25	-0.25
2.7	3.2	-0.5

3.5	3	0.5
1	2.5	-1.5
5.5	4	1.5
3.5	3	0.5
2.2	2	0.2
0.5	0.5	0.0
0	0	0.0
4.5	4.7	-0.2
0.5	0.7	-0.2
5	5	0.0
4	6.5	-2.5
0.5	0.4	0.1
2.8	2.8	0.0
2	3.2	-1.2
0.75	0.5	0.25
3.5	3.7	-0.2
6	6	0.0
3.5	3.3	0.2
5	3	2
3.5	3.8	-0.3
1	3.5	2.5
5	4	1
1.5	1.75	-0.25
5.5	5.2	0.3

Podemos ver que en 11 de las ocasiones los estudiantes valoraron el ejercicio con la misma puntuación que el profesor, y en 15 la nota del profesor fue superior a la nota dada por el compañero/a que estaba valorando el ejercicio. El resto de las 17 correcciones se decantaron por poner una nota superior en la corrección por pares que la dada por el profesor, si bien en 9 de ellas la diferencia no supero el medio punto. Solamente 6 de las 43 correcciones realizadas son muy diferentes de la nota del profesor, lo que indica una mala comprensión de cuándo el ejercicio de otros estudiantes es correcto o no por parte de estos estudiantes.

RESULTADOS DE LA PROPUESTA DE PROBLEMAS PARA LOS EXÁMENES

Otra de las actividades propuestas a los estudiantes consistía en hacerles partícipes de la marcha y de la evaluación de la asignatura, no solamente mediante la corrección entre pares vista previamente, sino también participando en la confección de los exámenes parciales.

Para ello, se proponía a los estudiantes la entrega de forma voluntaria de problemas y cuestiones para su posible inclusión en el examen puntuando esta entrega en función de la adecuación e interés del problema propuesto, y algunos de ellos fueron incluidos en las pruebas de evaluación parciales a lo largo del curso.

Dado su carácter voluntario, esta actividad ha sido realizada de una manera mucho más minoritaria: un total de 16 estudiantes han seguido esta propuesta y han entregado un total de 21 ejercicios propuestos para su inclusión en alguna de las dos pruebas parciales.

A continuación se muestran algunas de sus propuestas:

Pruebe que $x = \sqrt{3+\sqrt{5}} - \sqrt{3-\sqrt{5}}$ es irracional y es igual a $\sqrt{2}$
 $(x + \sqrt{3-\sqrt{5}})^2 = (\sqrt{3+\sqrt{5}})^2$; $x^2 + (3-\sqrt{5}) + 2x\sqrt{3-\sqrt{5}} = 3+\sqrt{5}$;
 $(-x^2 + 2\sqrt{5})^2 = (2x\sqrt{3-\sqrt{5}})^2$; $(-x^2)^2 + 4 \cdot 5 + 2(-x^2) \cdot 2\sqrt{5} = 4x^2(3-\sqrt{5})$;
 $x^4 + 20 - 4x^2\sqrt{5} = 12x^2 - 4x^2\sqrt{5}$; $x^4 - 12x^2 + 20 = 0$
 Posibles raíces racionales $\frac{p}{q} = \pm \left\{ \frac{1, 2, 4, 5, 10, 20}{1} \right\}$
 Tras probar con cada p.r.r. se puede comprobar que no se cumple la igualdad con ninguna de ellas, lo que quiere decir que x es irracional
 $\sqrt{2} = \sqrt{3+\sqrt{5}} - \sqrt{3-\sqrt{5}}$; $(\sqrt{2} + \sqrt{3-\sqrt{5}})^2 = (\sqrt{3+\sqrt{5}})^2$;
 $2 + 3 - \sqrt{5} + 2\sqrt{2} \cdot \sqrt{3-\sqrt{5}} = 3 + \sqrt{5}$; $5 - \sqrt{5} + 2\sqrt{6-2\sqrt{5}} = 3 + \sqrt{5}$;
 $(2\sqrt{6-2\sqrt{5}})^2 = (-2 + 2\sqrt{5})^2$; $4(6-2\sqrt{5}) = 4 + 4 \cdot 5 + 2(-2) \cdot 2\sqrt{5}$;
 $24 - 8\sqrt{5} = 24 - 8\sqrt{5} \rightarrow$ se cumple que $\sqrt{2} = \sqrt{3+\sqrt{5}} - \sqrt{3-\sqrt{5}}$

* Hallar a para que $\lim_{x \rightarrow \infty} \sqrt{x+\sqrt{ax}} - \sqrt{x-\sqrt{ax}} = 9$.

$$\lim_{x \rightarrow \infty} (\sqrt{x+\sqrt{ax}} - \sqrt{x-\sqrt{ax}}) = \infty - \infty$$

$$\lim_{x \rightarrow \infty} \frac{(\sqrt{x+\sqrt{ax}} - \sqrt{x-\sqrt{ax}})(\sqrt{x+\sqrt{ax}} + \sqrt{x-\sqrt{ax}})}{\sqrt{x+\sqrt{ax}} + \sqrt{x-\sqrt{ax}}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{x + \sqrt{ax} - (x - \sqrt{ax})}{\sqrt{x+\sqrt{ax}} + \sqrt{x-\sqrt{ax}}}$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{\sqrt{ax} + \sqrt{ax}}{\sqrt{x+\sqrt{ax}} + \sqrt{x-\sqrt{ax}}} = \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2\sqrt{ax}}{\sqrt{x+\sqrt{ax}} + \sqrt{x-\sqrt{ax}}} \quad \text{divido por } x$$

$$= \lim_{x \rightarrow \infty} \frac{2\sqrt{a}}{\sqrt{1+\frac{\sqrt{a}}{x}} + \sqrt{1-\frac{\sqrt{a}}{x}}} = \frac{2\sqrt{a}}{1+1} = 9 \rightarrow \sqrt{a} = 9 \rightarrow \boxed{a = 9^2 = 81}$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} (1 + \log(n+1) - \log(n))^n = 1^\infty$$

$$\lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \log\left(\frac{n+1}{n}\right)\right)^n = \lim_{n \rightarrow \infty} \left(1 + \frac{1}{\frac{\log \frac{n+1}{n}}{\log \frac{n+1}{n}}}\right)^{\log \frac{n+1}{n} \cdot \frac{1}{\log \frac{n+1}{n}} \cdot n}$$

$$= e^{\lim_{n \rightarrow \infty} n \cdot \log \frac{n+1}{n}} = e^{\lim_{n \rightarrow \infty} n \cdot \log \left(1 + \frac{1}{n}\right)}$$

$$= e^{\lim_{n \rightarrow \infty} n \cdot \frac{1}{n}} = \boxed{e^1}$$

↑
infinitesimal.

Sin embargo, algunos de los estudiantes, en lugar de proporcionar sus propios ejercicios, han propuesto ejercicios copiados de textos o de Internet, como ocurre en el problema propuesto por el siguiente estudiante:

Ejercicio: Números Complejos	Ingeniería de Telecomunicación Fundamentos Matemáticos I
------------------------------	---

5

Indicar si es correcto o falso el enunciado siguiente, razonando la respuesta:

Sean $z_1, z_2 \in \mathbb{C}$ de módulo 1, entonces

$$|z_1 + z_2| = 2 \Leftrightarrow z_1 = z_2$$

$\Rightarrow$ Como $z_1, z_2 \in \mathbb{C}$ de módulo 1, llamando $\phi = \arg(z_1)$ y $\psi = \arg(z_2)$ en forma exponencial serán $z_1 = e^{i\phi}$ y $z_2 = e^{i\psi}$. Luego,

$$\begin{aligned}
 |z_1 + z_2| &= \sqrt{(z_1 + z_2)(\overline{z_1 + z_2})} = \sqrt{(z_1 + z_2)(\overline{z_1} + \overline{z_2})} = \\
 &= \sqrt{z_1 \overline{z_1} + z_1 \overline{z_2} + z_2 \overline{z_1} + z_2 \overline{z_2}} = \sqrt{2 + z_1 \overline{z_2} + z_2 \overline{z_1}}
 \end{aligned}$$

En consecuencia,

$$\begin{aligned}
 |z_1 + z_2| = 2 &\Leftrightarrow 2 + z_1 \overline{z_2} + z_2 \overline{z_1} = 4 \Leftrightarrow \frac{z_1 \overline{z_2} + z_2 \overline{z_1}}{2} = 1 \Leftrightarrow \operatorname{Re}(z_1 \overline{z_2}) = 1 \Leftrightarrow \\
 &\Leftrightarrow \operatorname{Re}(e^{i(\phi - \psi)}) = 1 \Leftrightarrow \cos(\phi - \psi) = 1 \Leftrightarrow \phi = \psi + 2k\pi
 \end{aligned}$$

y, por tanto, como $z_1 = e^{i\phi}$ y $z_2 = e^{i\psi}$ la última afirmación es lo mismo que decir, $z_1 = z_2$.

$\Leftarrow$ La implicación en el sentido $\Leftarrow$ es trivial ya que

si $z_1 = z_2$ entonces $z_1 + z_2 = 2z_1$, y, por tanto $|z_1 + z_2| = 2|z_1| = 2$

Otra forma. También puede realizarse la demostración simplemente operando en forma binómica. Teniendo en cuenta que z_1 y z_2 son de módulo unidad su representación es

Profesora: Elena Álvarez Sáiz

5

Por ello, esta es la actividad que a nuestro entender ha resultado menos efectiva, dado su menor grado de seguimiento y el uso que algunos estudiantes han hecho de ella, que no se corresponde con los objetivos buscados.

CONCLUSIONES

Los resultados mostrados anteriormente, no están en consonancia con lo esperado para el objetivo principal, que era notar un aumento consistente en las tasas de éxito y rendimiento en la asignatura, aunque sí se han obtenido éxitos parciales en los diferentes sub-objetivos que integraban el proyecto.

Analizando las posibles causas de esta falta de adecuación a los objetivos pretendidos, creemos que entre ellas se pueden contar las siguientes:

- Las especiales circunstancias de este curso debido a la situación generada por la COVID19. Las medidas de restricción de movilidad, las incidencias de aislamiento o cuarentena que ha tenido que sufrir los estudiantes, el clima general de aislamiento y precaución durante el curso, etc., han restado efectividad a algunas de las propuestas, que probablemente hubieran funcionado mejor en cursos que no estuvieran sometidos a estas limitaciones.
- El alto número de estudiantes repetidores, algunos de ellos con muchas convocatorias previas, que reaccionan mal a lo que podríamos denominar “cambios en las reglas del juego” de una asignatura que han cursado con una orientación docente para ellos bien conocida. Estos estudiantes muchas veces ni siquiera son conscientes de las actividades que se proponen más allá de las sesiones de clase, o no pueden acudir a ellas debido a sus otras asignaturas. Es muy probable que un porcentaje importante de los suspensos de este curso 2020-2021 se deba a la falta de implicación de los estudiantes repetidores en las actividades programadas y que estaban incluidas en la evaluación de la asignatura.
- También hemos detectado que los estudiantes se han distribuido de una forma anómala entre las dos convocatorias, repartiéndose entre ambas, en lugar de presentarse mayoritariamente a la primera convocatoria, que es lo habitual en otros cursos. Esta distribución tan excepcional probablemente se deba a las circunstancias de este curso en concreto.

Por lo tanto, teniendo en cuenta todo lo anterior, este proyecto de innovación presenta tanto aspectos positivos como negativos.

ASPECTOS POSITIVOS

Entre los aspectos positivos, cabe destacar el fomento de la participación de los estudiantes en el aula y en la marcha de la asignatura, y el interés que un porcentaje de ellos han mostrado en el seguimiento de las actividades.

También se ha generado un material (el curso de Autoevaluación en Cálculo) de gran utilidad y que puede ser de interés no solamente para estos estudiantes sino para los que cursen asignaturas de Cálculo en el resto de las titulaciones de la EPS de Zamora.

ASPECTOS NEGATIVOS

El principal ha sido el escaso impacto en la modificación de las tasas de éxito y rendimiento de las asignaturas incluidas en el proyecto, que era el objetivo más importante y para el que se habían planteado estas actuaciones.

POSIBLES ACTUACIONES FUTURAS

La experiencia adquirida durante este proyecto se mantendrá en gran parte en cursos posteriores, al menos las actividades que se han manifestado como más efectivas para el aprendizaje:

- El curso de nivelación matemática ya está diseñado y a disposición de los estudiantes en Studium, por lo que puede seguir siendo ofrecido en cursos sucesivos a los estudiantes que lo requieran. Probablemente no será ofrecido de forma general, sino a los estudiantes que procedan de Ciclos Formativos o que presenten carencias evidentes de conocimientos matemáticos básicos en el test inicial.

- El curso de auto-evaluación de Cálculo y los cuestionarios elaborados también pueden seguir siendo ofrecidos a los estudiantes de las asignaturas como un método de auto-aprendizaje y de auto-regulación a la hora de presentarse a los exámenes de la asignatura. Sin embargo, es posible que no computen en la evaluación final de la asignatura, puesto que se ha detectado una serie de comportamientos fraudulentos que hacen poco aconsejable la evaluación online sin añadir otras técnicas de control de identidad que ahora mismo no están disponibles.
- La experiencia de corrección entre pares es muy interesante y es probable que se mantenga de forma puntual en algunos temas concretos que presentan dificultades específicas para los estudiantes. Analizar las respuestas de los compañeros creemos que ayuda a los estudiantes a tomar conciencia de sus propios errores, a plantearse con más rigor las operaciones y algoritmos matemáticos que utilizan y a realizar mejor los ejercicios prácticos.
- La generación de preguntas para los exámenes ha resultado menos efectiva; muchos estudiantes se limitan a copiar problemas de otros cursos o de diferentes manuales o sitios web y no redunda especialmente en el aprendizaje de la asignatura, y su seguimiento ha sido muy minoritario. No es probable que se mantenga para otros cursos, salvo de forma muy puntual en algunos temas concretos.

En general, el balance del Proyecto es positivo, a pesar del limitado alcance de los resultados en la mejora de las tasas de éxito y rendimiento, pero seguimos pensando que esto se debe más a las especiales circunstancias de este curso más que a un fallo de diseño o de implementación de las actividades.