

## ¿CÓMO PODEMOS AYUDAR AL ALUMNADO DE BACHILLERATO CON SUS MATEMÁTICAS EN EL INICIO DE SUS ESTUDIOS DE INGENIERÍA?

**Gabriel Aguilera Venegas**, *Universidad de Málaga*

**José Luis Galán García**, *Universidad de Málaga*

**M<sup>a</sup> Ángeles Galán García**, *Universidad de Málaga*

**Yolanda Padilla Domínguez**, *Universidad de Málaga*

**Pedro Rodríguez Cielos**, *Universidad de Málaga*

**Pablo Rodríguez Padilla**, *Universidad de Málaga*

### RESUMEN

El objetivo principal de esta comunicación es describir la experiencia que, desde el año 2017, venimos desarrollando un grupo de Personal Docente e Investigador (PDI) de la Universidad de Málaga con el alumnado de nuevo ingreso en la Escuela de Ingenierías Industriales.

Esa experiencia consiste, básicamente, en ayudar al alumnado en su preparación antes de iniciar sus estudios de Ingeniería, ya que la mayoría del estudiantado encuentra un gran desnivel entre las Matemáticas que ha visto en su centro de Secundaria y Bachillerato y las de la Universidad.

Describiremos las distintas acciones de desarrollamos (materiales, Curso 0 y proyectos de innovación), analizaremos las valoraciones del alumnado y terminaremos indicando algunas pinceladas sobre el trabajo futuro.

**Nivel educativo:** Bachillerato y Universidad.

### 1. INTRODUCCIÓN

Es bien conocido que el estudiantado suele encontrar bastantes dificultades para superar el primer año de Universidad en los Grados en los que las Matemáticas son una componente importante. La mayoría proviene del Bachillerato y encuentran un gran desnivel entre las Matemáticas que han visto en su centro de Secundaria y Bachillerato y las de la Universidad. Múltiples factores provocan ese salto, factores tales como la preparación académica (sin duda el más importante), aunque existen otros como son las habilidades personales, el desarrollo psicológico, los hábitos de estudio y el cambio de

ambiente. En opinión de este grupo de profesorado, se hace necesaria una mayor coordinación entre el Bachillerato y la Universidad, además de una mejora de los procedimientos que facilite la adaptación de los alumnos al primer curso de Universidad. Todo ello con el objetivo principal de que cualquier persona que inicie unos estudios de Ingeniería adquiera los conocimientos básicos de Matemáticas que necesita antes de empezar los estudios de grado.

Los resultados al final del primer curso y la opinión del propio alumnado y profesorado constatan que el salto necesario para salvar esa distancia entre las Matemáticas del Bachillerato y las de la Universidad es demasiado grande, creando una gran frustración entre el alumnado y entre el propio profesorado.

El factor más importante que se suele destacar en ese paso son las lagunas de formación en aspectos básicos. Habitualmente se observa que los conocimientos elementales son, en general, muy deficientes. Además, destaca la falta de capacidad para razonar matemáticamente y para plantear y resolver problemas. Por último, otro aspecto a mencionar, y que va claramente en aumento, es la aparición de errores en competencias básicas.

El equipo de profesorado que formamos el grupo EDUMATICUS (EDUCación Matemática con TIC en Universidad y Secundaria) decidió, hace 7 cursos académicos, recabar información sobre esta problemática, además de aportar soluciones concretas mediante las acciones que detallaremos en el punto siguiente. Lo hicimos movidos por el hecho de que las Matemáticas constituyen un pilar básico sobre el que se asienta la formación de los alumnos de las carreras científico-técnicas. En el primer curso de estas carreras, el estudiantado debe adquirir determinadas competencias y destrezas matemáticas sin las cuales les resultaría imposible progresar en sus estudios. Es por esto que la formación matemática con que el estudiantado accede a la universidad resulta, en la mayoría de los casos, un factor decisivo en el éxito o fracaso del primer año de sus estudios.

El grupo EDUMATICUS está formado por profesorado de la Universidad de Málaga, tanto del Departamento de Matemática Aplicada como del Área de Estadística e Investigación Operativa y por profesorado de Enseñanza Secundaria. Además, también colabora alumnado del grado de Matemáticas. Este profesorado ha formado parte (ya sea en el rol de coordinador o de participante) de un total de 17 proyectos de innovación educativa realizados en la Universidad de Málaga, así como en 3 grupos de formación del Proyecto Andaluz de Formación del Profesorado Universitario de la UCUA. Todos estos proyectos han tenido la característica común de tratar sobre aspectos que influían directamente en los procesos de enseñanza-aprendizaje y han abordado asuntos tan dispares como la elaboración de materiales, la evaluación de los procesos de enseñanza-aprendizaje, la utilización de los recursos tecnológicos en la docencia, la coordinación entre profesorado, la atención a la diversidad en el aula, la utilización de un campus virtual, etc. También ha participado en proyectos de innovación, de investigación educativa y en seminarios permanentes desarrollados en el ámbito de centros de Enseñanza Secundaria. Por otra parte, constituye un equipo docente estable que ha compartido docencia durante los últimos dieciocho cursos académicos y realiza el grueso de su labor investigadora en temas de innovación educativa y enseñanza virtual.

Asimismo, cabe destacar que tres de los profesores participantes realizaron sus tesis doctorales sobre algunos de los aspectos que se tratan en este proyecto. Las conclusiones obtenidas en estas y otras investigaciones avalan la viabilidad y eficacia de las acciones que venimos desarrollando.

Para estrechar la relación entre Bachillerato y Universidad, contamos como colaboradores externos con el Departamento de Matemáticas del IES Los Boliches al completo. La profesora Yolanda Padilla comparte docencia en la Universidad (profesora asociada a 6 horas) y en el Bachillerato (en el propio IES Los Boliches), así que la coordinación entre los dos niveles está asegurada en este grupo de trabajo.

Por último, destacamos que lo que presentamos en esta comunicación no es un trabajo aislado, sino que forma parte de la línea general de trabajo que este grupo de profesorado desarrolla. Forma parte de una línea de investigación en Educación Matemática denominada "Investigación para la innovación curricular en la acción en el aula de Matemáticas". Los estudios dentro de esta línea tratan de indagar, con pretensiones innovadoras, en los fenómenos educativos reales en el aula de Matemáticas, tal y como se producen, allí donde se producen, con la participación directa de los principales protagonistas y con las mínimas modificaciones compatibles con las condiciones reales del desarrollo didáctico y con las orientaciones curriculares legalmente establecidas.

## 2. OBJETIVOS

El fin principal que perseguíamos con este trabajo era el de proporcionar al estudiantado los recursos (materiales y humanos) necesarios para ayudarles a superar las dificultades que se encuentran para superar el primer año de Universidad y reducir, en la medida de lo posible, el desnivel entre las Matemáticas que han visto en su centro de Secundaria y Bachillerato y las que van a ver en la Universidad.

Para ello, de forma genérica, nos planteamos elaborar una serie de materiales multimedia (detallados en el apartado de acciones) que establecieran un punto de nexo común y que pudieran ser utilizados tanto en las Matemáticas de Bachillerato como en las de Ingeniería. Además, debían servir para ayudar al alumnado en su preparación antes de iniciar sus estudios de Ingeniería.

Para la consecución de nuestra finalidad general nos propusimos alcanzar los 3 siguientes objetivos principales:

- Elaboración de materiales multimedia (presentaciones y vídeos educativos) para su utilización en el proceso de enseñanza-aprendizaje tanto en Bachillerato como en Universidad, además de en el periodo intermedio entre ambos niveles educativos.
- Utilizar las distintas herramientas que ofrece el Campus Virtual de la Universidad de Málaga e integrarlas en la transición del alumnado entre Bachillerato y Universidad.
- Establecer los mecanismos necesarios para poder ayudar y atender al alumnado en ese proceso de transición.

### 3. ACCIONES DESARROLLADAS

Vamos a concretar en este apartado las acciones que hemos realizado con el fin de alcanzar los objetivos que nos propusimos.

#### 3.1. MATERIALES MULTIMEDIA

Los materiales se encuentran alojados en la siguiente página web:

[Página web de EDUMATICUS](#)

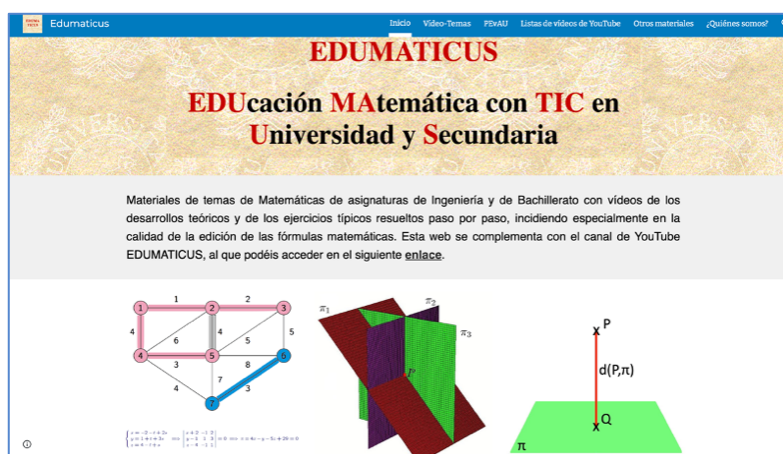


Figura 1. Página web de EDUMATICUS.

Se clasifican en:

- *Vídeo-Temas.* Son materiales PDF de temas de Matemáticas de asignaturas de Ingeniería y de Bachillerato e incluyen vídeos de los desarrollos teóricos y de los ejercicios típicos resueltos paso por paso, incidiendo especialmente en la calidad de la edición de las fórmulas matemáticas. Actualmente están desarrollados los siguientes temas: Continuidad; Optimización; Integrales; Integral definida; Matrices; Determinantes; Sistemas de ecuaciones lineales; Geometría en el espacio (I); Geometría en el espacio (II); El sistema de los números complejos y Combinatoria.

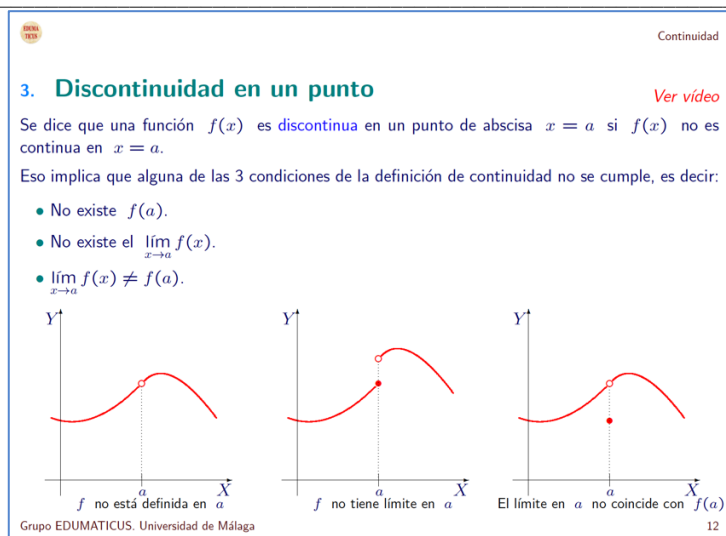


Figura 2. Ejemplo de Vídeo-Tema.

- **PEvAU Andalucía.** Son los exámenes de la PEvAU de Andalucía de Matemáticas II y de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II resueltos en un documento PDF e incluyen vídeos de los ejercicios resueltos paso por paso. Actualmente, tenemos desarrollados los años 2021 y 2022 en sus convocatorias ordinarias y extraordinarias.

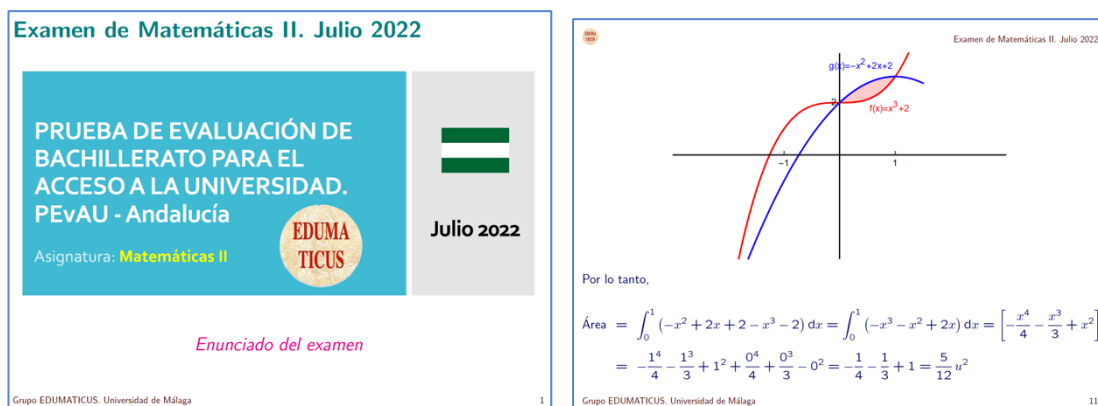


Figura 3. Ejemplo de Examen de PEvAU.

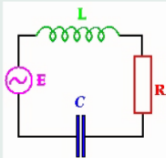
- **Otros materiales.** Son materiales PDF de temas de Matemáticas de asignaturas de Ingeniería y de Bachillerato con desarrollos teóricos y ejercicios típicos resueltos paso por paso. Se complementan con vídeos de algunos de los ejercicios. Actualmente esta sección incluye los siguientes contenidos: Funciones gamma y beta-Operadores diferenciales; Integrales de línea; Integrales múltiples-Teorema de Green-Riemann; Integrales de superficie-Teorema de Gauss; Ecuaciones diferenciales ordinarias de primer orden; Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden superior; Ecuaciones en derivadas parciales de primer orden; Ecuaciones en

derivadas parciales de segundo orden; Transformadas de Laplace; Transformadas de Fourier y Límites.

Ampliación de Cálculo 21/22. Escuela de Ingenierías Industriales Tema 3: Ecuaciones diferenciales ordinarias de orden superior

**Ejemplos de ecuaciones diferenciales ordinarias de orden  $n$**

En numerosos problemas de mecánica o teoría de circuitos eléctricos, las ecuaciones diferenciales que rigen los procesos son de orden mayor que uno. Veamos unos ejemplos donde la variable independiente es el tiempo  $t$ .



- La figura representa un **circuito RLC**. Si  $Q(t)$  es la carga del condensador y  $E(t)$  el voltaje o tensión aplicada al circuito, se tendrá (teniendo en cuenta la segunda ley de Kirchoff):
 
$$E = L \frac{d^2 Q}{dt^2} + R \frac{dQ}{dt} + \frac{1}{C} Q$$
 que es una ecuación diferencial lineal de coeficientes constantes que permitirá calcular la carga que posee el condensador en cada instante de tiempo.

Grupo EDUMATICUS. Departamento de Matemática Aplicada. Universidad de Málaga 3

Figura 4. Ejemplo de Otros materiales.

### 3.2. CANAL DE YOUTUBE

Con el fin de recopilar y ordenar por contenidos todos los vídeos que aparecen en los materiales que hemos desarrollado, creamos un canal de YouTube llamado EDUMATICUS cuya dirección es:

[Canal de YouTube EDUMATICUS](#)



Figura 5. Canal de YouTube de EDUMATICUS.

Los más de 700 vídeos se agrupan en los siguientes apartados: Bachillerato; PEvAU-Selectividad; Variable Compleja; Integración en una y en varias variables; Transformaciones integrales; Ecuaciones Diferenciales ordinarias; Ecuaciones en Derivadas Parciales y Software Derive.



Figura 6. Ejemplo de una lista de distribución.

### 3.3. CURSO 0

Esta actividad pertenece al Plan Propio Integral de Docencia de la Universidad de Málaga desde el curso 2018/2019, dentro de la línea 2.2 (Formación, capacitación y orientación del estudiantado). La realizamos de forma 100% online en el mes de septiembre, antes de que el alumnado comience el curso académico en la universidad.

Desde ese curso 2018/19 la hemos venido desarrollando con nuestro alumnado, adaptándola a las circunstancias diversas que nos hemos ido encontrando en estos cursos. Pasamos a detallar algunos aspectos destacados durante el desarrollo del curso 0 en estos cursos académicos:

- En el inicio, curso 2018/2019, tuvo una duración de 1,5 créditos ECTS y los contenidos se limitaron a un módulo de cálculo de primitivas. Se impartió para el alumnado de nuevo ingreso en los grados de Ingeniería Eléctrica, Ingeniería Electrónica Industrial, Ingeniería Mecánica e Ingeniería en Diseño Industrial y Desarrollo del Producto.
- Esa misma estructura, destinatarios y duración se repitió durante el curso 2019/2020.
- A partir del curso 2020/2021 decidimos ampliar los contenidos y pasó a tener una duración de 3,5 créditos ECTS. Se añadieron los siguientes módulos: matrices, determinantes y sistemas de ecuaciones lineales.
- En el curso académico 2021/2022, mantuvimos los mismos contenidos, pero desdoblamos el curso 0 para dar cabida al alumnado de nuevo ingreso de todos los grados de la Escuela de Ingenierías Industriales de la Universidad de Málaga, añadiendo los grados de Ingeniería Electrónica, Robótica y Mecatrónica, Ingeniería de la Energía, Ingeniería de Organización Industrial e Ingeniería en Tecnologías Industriales. Además, y ya fuera del desarrollo usual del curso 0, se les proporcionó materiales de los módulos de geometría, integral definida, optimización y continuidad para que pudieran trabajarlos por su cuenta en cualquier momento.

- En la última edición, 2022/2023, añadimos un módulo de combinatoria.

En el siguiente [enlace](#) puede verse con más detalle en forma de vídeo las características fundamentales de este curso 0.



Figura 7. Presentación del Curso 0.

### 3.4. PROYECTOS DE INNOVACIÓN EDUCATIVA

De forma paralela, para avanzar y consolidar las acciones que estamos describiendo, hemos desarrollado, junto con otros compañeros de la Universidad de Málaga y de otras universidades que trabajan en la misma temática, los siguientes proyectos de innovación educativa:

- "Salto de Bachillerato a las Titulaciones de Ingeniería, ¿Podemos Ayudar al Alumnado con sus Matemáticas?". Proyecto de Innovación Educativa 13/15. PIE13-188.
- "Curso 0 virtual de Matemáticas para alumnado de Ingeniería". Proyecto de Innovación Educativa 15/17. PIE15-173.
- "EDUMATICUS: Educación Matemática con TIC en Universidad y Secundaria". Proyecto de Innovación Educativa 17/19. PIE17-191.
- "EDUMATICUS. Utilización de vídeos educativos como recurso didáctico en las asignaturas de Matemáticas de Ingeniería". Proyecto de Innovación Educativa 19/21. PIE19-205.

Actualmente, recién comenzado porque se ha concedido ya iniciado el año 2023, estamos desarrollando el proyecto "EDUMATICUS - EDUCACIÓN MATEMÁTICA con TIC en Universidad y Secundaria". Bienio 22/23. PIE22-139.

## 4. RESULTADOS, CONCLUSIONES Y TRABAJO FUTURO

Los materiales que hemos descrito los utilizamos con:

- Alumnado de Bachillerato.
- Alumnado de Grados de Ingeniería de la Universidad de Málaga.
- Alumnado de la Universidad Nacional de Educación a Distancia.
- Alumnado del Curso 0 "Aspectos básicos de Matemáticas para alumnado de los Grados de Ingeniería de la Universidad de Málaga".



Desde la creación del canal en febrero de 2017, se han registrado más de 510.000 visualizaciones de los vídeos.

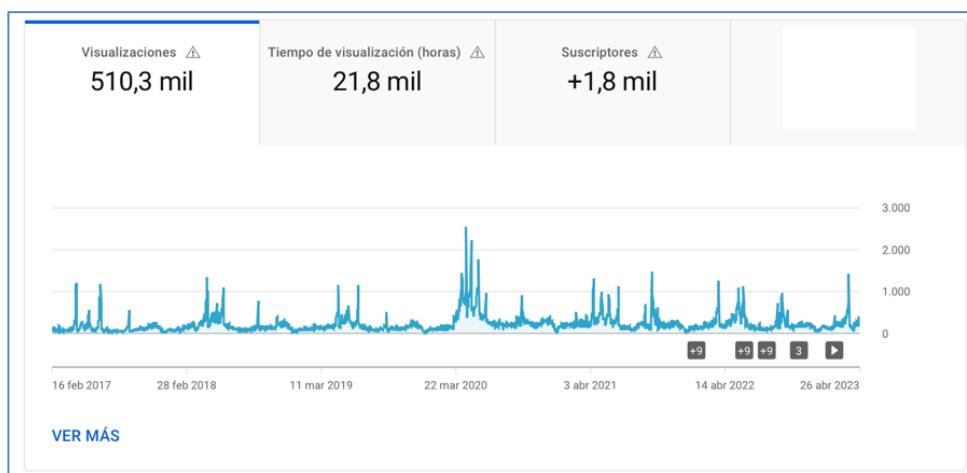


Figura 8. Estadísticas del canal de YouTube.

En cuanto a la opinión que tienen los usuarios que utilizan nuestros materiales, recogida mediante encuestas de valoración realizadas al final del desarrollo de las actividades correspondientes, nos gustaría destacar que los resultados en estos últimos años se han situado siempre por encima de 4,7 sobre un máximo de 5.

Con relación al curso 0, mostramos a continuación un resumen de los resultados globales de la encuesta de satisfacción cumplimentada por el alumnado de este curso 0 al finalizar su realización en este curso 2022/2023. Las altas valoraciones alcanzadas en esos ítems, valoración general del curso, materiales y labor del profesorado, hablan por sí solas de la satisfacción del alumnado sobre esta actividad.

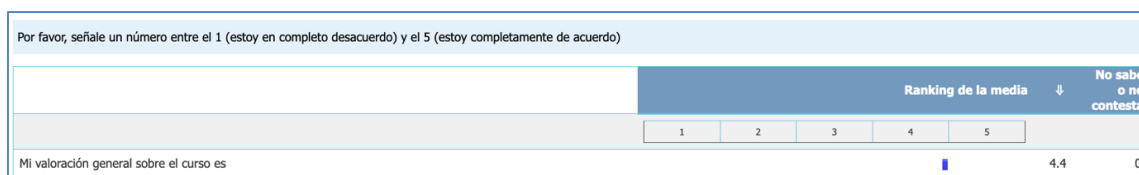


Imagen 9. Valoración general del Curso 0 2022/2023.

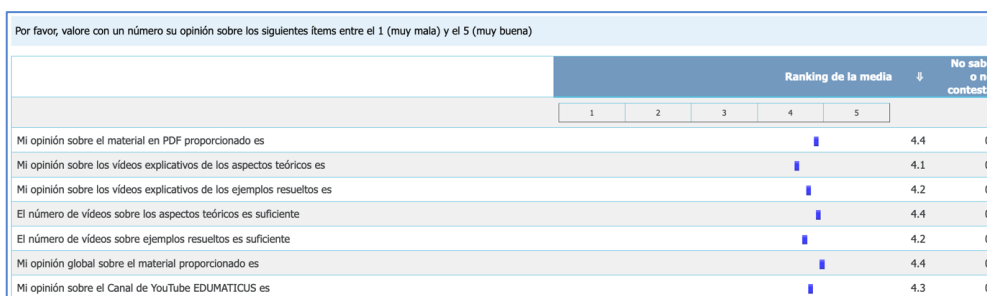


Imagen 10. Opinión global sobre los materiales del Curso 0 2022/2023.

Por favor, señale un número entre el 1 (estoy en completo desacuerdo) y el 5 (estoy completamente de acuerdo)

	Ranking de la media ↓					No sabe o no contesta	
	1	2	3	4	5		
Los distintos profesores que aparecen en los vídeos explican con claridad				█		4.2	1
Sinceramente, pienso que el profesorado de este Curso 0 ha desarrollado su labor de forma satisfactoria				█		4.6	0

Imagen 11. Opinión sobre la labor del profesorado del Curso 0 2022/2023.

En relación a las reflexiones propias del profesorado que desarrollamos esta actividad nos gustaría destacar que, si en los inicios de esta experiencia teníamos muy clara la necesidad de su realización (razones antes expuestas), después de lo acontecido por la pandemia de la COVID19 esa necesidad se ha visto todavía más reforzada. Por el cambio en Bachillerato de la docencia presencial a docencia online inicialmente y mixta posteriormente, algunos de los contenidos dejaron de impartirse totalmente o en el mejor de los casos se impartieron parcialmente, por lo que algunos alumnos llegaron a la Universidad sin haber trabajado algunos de estos contenidos esenciales. Baste como ejemplo que llegó alumnado a Grados de Ingeniería sin haber cursado, ni siquiera por encima, el concepto de primitiva de una función.

Por otra parte, al ser uno de los componentes del equipo docente profesor-tutor de la Universidad Nacional de Educación a Distancia, hemos comprobado que tanto este curso 0 como los materiales utilizados en el mismo, eran perfectamente adecuados para los alumnado de esta Universidad y los hemos utilizado también para el alumnado que han accedido en los 3 últimos cursos académicos a diversos grados de Ingeniería, grado de Física y grado de Química.

Nuestra prioridad en este momento es finalizar los Vídeo-Temas correspondientes al nivel de 2º de Bachillerato, en concreto: Derivadas y Aplicaciones de las derivadas.

Por otra parte, seguiremos completando la sección de los exámenes de la PEVAU de Andalucía, incluyendo exámenes tanto de años anteriores como los de años venideros.

Otra línea de trabajo futuro es convertir los materiales de la sección "Otros materiales" en Vídeo-Temas, realizando la grabación de los vídeos que hacen falta para completarlos.

Por último, seguiremos añadiendo nuevos materiales que abarquen otros campos de las Matemáticas, poniendo especial énfasis en los temas de Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales.