

# El proceso de enseñanza y aprendizaje de las matemáticas en tiempo de pandemia: una propuesta didáctico-pedagógica

## The process of teaching and learning of mathematics in times of pandemic: A didactics and pedagogical proposal

CIENCIAS ECONÓMICAS

Inmaculada Concepción Masero-Moreno

<https://orcid.org/0000-0002-4023-8916>.

Universidad de Sevilla. Centro Facultad de Ciencias Económicas y Empresariales. Departamento de Economía Aplicada III

Correo: imasero@us.es

**Resumen.** La docencia universitaria ha cambiado como consecuencia de la pandemia por COVID19. En el curso 2020/21 hemos estado inmersos en un escenario en el que la enseñanza se ha desarrollado de forma síncrona. En este contexto, este trabajo expone el diseño e implementación de un modelo de docencia síncrona de las Matemáticas en el Grado en Administración y Dirección de Empresas.

**Abstract.** University teaching has changed as a consequence of the COVID19 pandemic. In the 2020/21 academic year, we have been immersed in a scenario of synchronously teaching. In this context, this work exposes the design and implementation of a teaching model of Mathematics education in university studies of Business and Management.

**Palabras clave.** Matemáticas, Grado en Administración y Dirección de Empresas, docencia universitaria, desarrollo profesional docente, aprendizaje síncrono.

**Keywords.** Mathematics, Business and Management Grade, university teaching, university teaching experimentation, synchronous learning.

### Introducción. Un nuevo contexto

En el curso 2020/2021, la educación universitaria se ha desarrollado en un escenario post-confinamiento en el que la pandemia por COVID-19 nos ha llevado a un escenario cambiante en el que se han combinado la enseñanza presencial con parte del alumnado en el aula y online con el resto del alumnado. Este formato, en el que la tecnología ha estado presente desde el principio, ha supuesto un nuevo reto para los docentes.

Inmersa en este nuevo escenario se ha desarrollado la docencia de la asignatura *Matemáticas II* de segundo curso del Grado en Administración y Dirección de Empresas durante el curso 2020/2021. La presencialidad propuesta por el centro en el aula ha sido del 50% del alumnado y con el 50% restante siguiendo la misma clase de forma on line a través de la plataforma virtual de enseñanza de la US. Bajo este supuesto, el ciclo que aquí se presenta podría denominarse *Ciclo de Mejora en el Aula Síncrona (CIMAS)*.

El grupo tiene matriculados 93 estudiantes (número muy superior al del curso anterior que fue de 53 estudiantes) y el número de estos que ha acudido de forma presencial al aula no ha

superado el 20% de aquellos a los que les correspondería asistir. Sin embargo, han seguido online la clase un número muy superior a los que les correspondería esta opción. A lo largo del cuatrimestre el número de estudiantes en el aula se ha ido reduciendo, lo que ha favorecido su participación e implicación durante el desarrollo de la clase. Hay que señalar que el alumnado que se matricula por primera vez en esta asignatura ha cursado parte del segundo y tercer cuatrimestre del grado de forma online, por lo que está más acostumbrado a esta modalidad de enseñanza que a docencia presencial en el aula y esto puede haberle condicionado lamentablemente a no acudir al aula en la facultad.

Una de las desventajas de este sistema es que hay que atender y mantener la atención de más de la mitad del grupo (entre 50 y 60) que sigue de forma síncrona on line la clase que se imparte en el aula. A esto se une la dificultad que supone para el docente desarrollar de forma eficiente una docencia en el aula que pueda ser seguida a través de la plataforma de enseñanza, y completarla con un acompañamiento virtual síncrono junto al presencial. Indudablemente, para desarrollar adecuadamente el proceso de enseñanza síncrono es necesario contemplar en la planificación de cada clase las dos modalidades conjuntamente para poder lograr una cohesión que favorezca el aprendizaje.

La propuesta que presento parte del trabajo realizado en esta misma asignatura durante el curso 2019/2020 en el contexto de la enseñanza online desarrollada durante el confinamiento. El grupo en el que se desarrolla esta propuesta pertenece al turno de tarde. En este curso, el horario de las clases ha sido los lunes de 18:00 a 20:00 y los martes de 16:00 a 18:00. Las clases en días consecutivos es inusual en esta asignatura, de hecho, es el único grupo que tiene este horario.

El curso pasado desarrollé el ciclo de mejora basado en el modelo *Aula Inversa o Invertida*. Esto me permitió crear una unión entre el trabajo desarrollado en el aula y el trabajo no presencial. El estudiante trabajaba con los materiales y recursos que yo proponía y había elaborado enfocados a la preparación de cada clase. Así, el estudiante llegaba a esta con un determinado nivel de conocimiento sobre el contenido a abordar en la misma. De esta forma, liberábamos tiempo de clase presencial para realizar actividades encaminadas a detectar errores en la aplicación de la teoría a práctica y afianzar conceptos o técnicas que el estudiante debe dominar. Además, esta forma de trabajar facilitó la formulación de preguntas y debates que favorecieron el aprendizaje.

Dados los buenos resultados obtenidos y habiendo comprobado que este modelo me permite acompañar al estudiante durante todo el proceso de enseñanza-aprendizaje de la asignatura, me parece interesante aplicarlo en este escenario de docencia.

## **Planteamiento de la docencia en el formato de Aula Síncrona**

En esta nueva *docencia presencial síncrona en el aula y on line*, la participación activa del alumnado en el desarrollo de la misma resulta, ahora más que nunca, fundamental y necesaria para que los docentes podamos redirigir el proceso de aprendizaje y ajustar la planificación previa a la demanda real de la clase síncrona.

### *Objetivos, competencias y metodología*

En este nuevo contexto, mi programación del trabajo se ha basado en el desarrollo de actividades bajo la metodología de *aprendizaje basado en problemas*. Su elección y planteamiento se debe a la necesidad de relacionar con coherencia didáctica los objetivos y competencias con

los contenidos (Biggs, 2006) recogidos en el proyecto docente de la asignatura y que son modelizar matemáticamente problemas económico-empresariales, y resolverlos con herramientas cuantitativas y software de apoyo, e interpretar económica de los resultados matemáticos.

En esta propuesta, los dos objetivos anteriores se centran en la toma de decisiones sobre la herramienta adecuada para resolver un problema de optimización no lineal (con restricciones de igualdad y restricciones de desigualdad) y lineal. Esto se completa con el análisis de sensibilidad del problema que nos permite conocer los cambios que se producirían en los valores óptimos del problema si se alteran determinados datos del mismo.

Respecto a las *competencias genéricas* asociadas al aprendizaje de la materia, el planteamiento del ciclo recogido en este trabajo se focaliza en el desarrollo de:

- *Conocimientos generales básicos de la Optimización.*
- *Capacidad de análisis de las características de un problema y sus soluciones y síntesis de la información que realmente necesita para elegir y aplicar una determinada herramienta.*
- *Resolución de problemas aplicando herramientas de la Optimización.*
- *Toma de decisiones con la elección de la herramienta adecuada a cada tipo de problema.*
- *Capacidad para aplicar la teoría a la práctica a través de la resolución matemática de problemas económicos.*

A la vista de estos objetivos y competencias, en el desarrollo del ciclo para la enseñanza-aprendizaje de esta parte de esta asignatura debe primar la presencia de actividades de carácter práctico como la resolución de problemas contextualizados.

### *Mapa de contenidos y problemas*

En el curso 2019/2020, se realizó un CIMA (Delord y otros, 2021) cuyo diseño es la base para la ampliación que se desarrollará en este curso 2020/21. He utilizado parte del ya creado en el curso anterior ya que dicho mapa integraba un problema-modelo económico, su formulación matemática como un problema de optimización y las herramientas matemáticas que permiten su estudio y resolución. Este planteamiento recoge la importancia que tiene transformar de forma adecuada los datos económicos en matemáticos, y viceversa, para completar el aprendizaje de la materia en el contexto económico.

Lo que propongo ahora es ampliar la parte relacionada con la resolución de los distintos tipos de problemas de optimización que se abordan en la asignatura, poniendo de relieve distintos aspectos de su estudio que condicionan el proceso de resolución. El mapa aparece recogido en la Figura 1.

En el mapa se pueden observar las tres etapas de la resolución de un problema en el contexto económico-empresarial. En la primera se identifican los elementos del problema económico y su correspondiente matematización a través de variables (producción, materias primas o gases contaminantes), restricciones (limitación o disponibilidad de almacenaje, recursos, horas, abastecimiento, etc.) y funciones (beneficio, producción, ingreso, utilidad, costes, contaminación, consumo o impuestos). Identificar el tipo de problema, lineal o no lineal es fundamental para elegir la herramienta para su resolución y aplicar las condiciones que permiten encontrar una solución óptima. Por último, la tercera fase se dedica a interpretar los resultados matemáticos en términos económicos, incluyendo los precios sombra (multiplicadores de Lagrange) y cómo afectaría a la solución variaciones sobre las condiciones del problema (análisis de sensibilidad) como el aumento de las limitaciones.

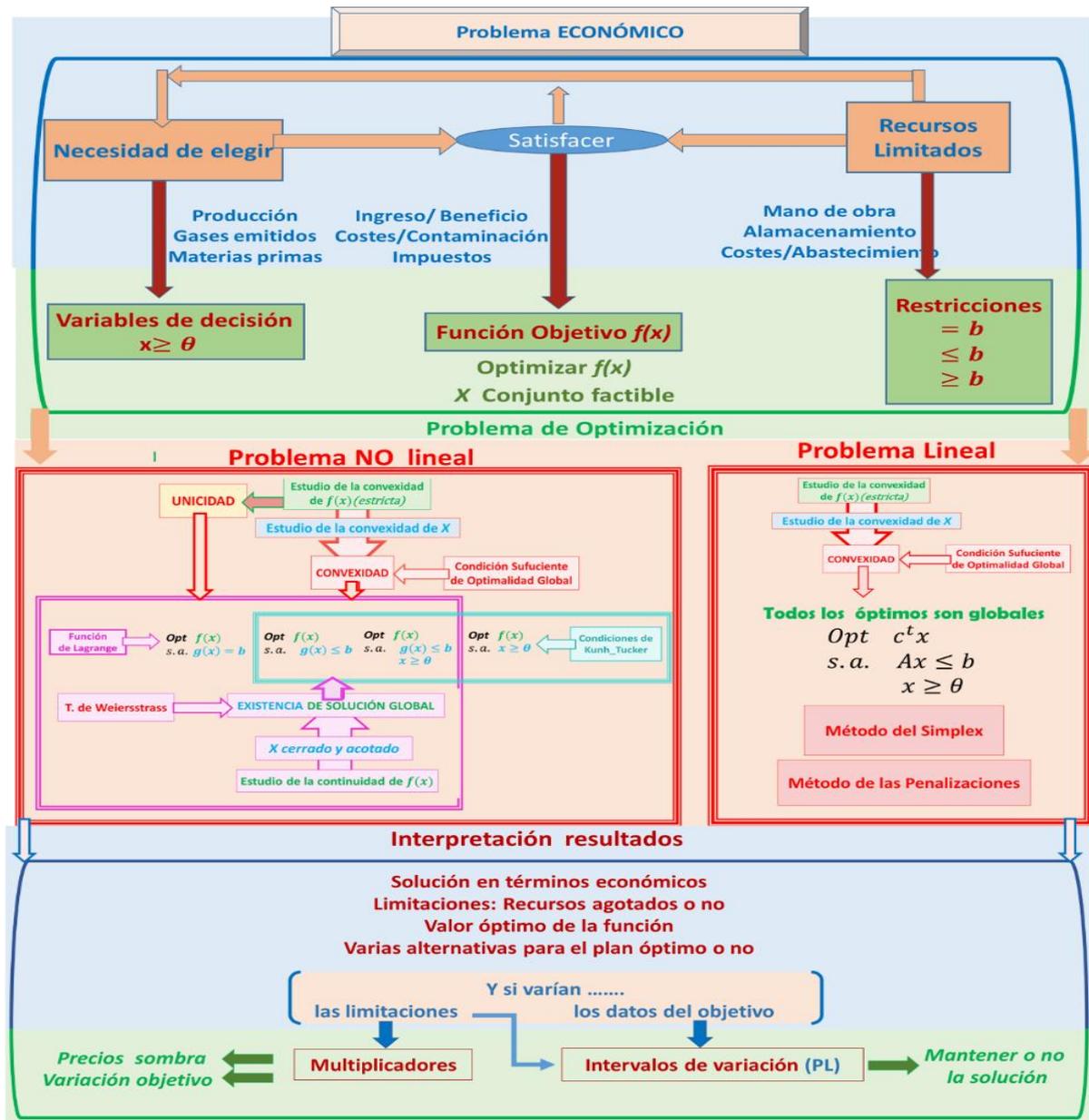


Figura 1. Mapa de contenidos y problemas

### Modelo metodológico posible

Como ya he comentado anteriormente, la metodología utilizada está basada en la resolución de problemas y estará enmarcada en el modelo de Aula Inversa (Bergmann y Sams, 2012; Prieto, 2017; Prieto et al., 2018, Santiago, 2019; Tucker, 2012) que comencé a implementar en esta asignatura el curso anterior. En este modelo el docente planifica y guía al alumnado en sus necesidades de aprendizaje y el estudiante se convierte en un activo en dicho proceso. Este modelo puede favorecer la organización y provecho del tiempo de trabajo no presencial del estudiante en el contexto en el que se desarrolla esta propuesta. Para conectar el trabajo no presencial del estudiante y la clase síncrona, he propuesto al alumnado el visionado de una serie de vídeos que he elaborado con el objetivo su preparación sobre aquellos conceptos y herramientas básicas que se abordan en clase a lo largo de todo el CIMA. Estos vídeos están realizados sobre una presentación especialmente elaborada y diseñada para el contenido sobre el que versa, tanto teórico como práctico. Parte de la innovación que supone el modelo Flipped

Classroom proviene de los videos utilizados en la propuesta previa al desarrollo de la clase (De Araujo, Otten, y Birisci, 2017), ya que su visionado genera la clave para poder hacer un planeamiento diferente del tiempo de clase y puede influir positivamente en el rendimiento en esta materia (Ilioudi, Giannakos y Chorianopoulos, 2013). Además, estos recursos se han complementado con dos materiales multimedia sobre LINGO, la herramienta informática que se utiliza en esta asignatura para resolver problemas. Todos estos materiales se han enriquecido con preguntas para que el alumnado reflexione, sintetice y analice la información.

También integro en la propuesta de trabajo no presencial la realización de actividades que permitan preparar la clase y/o consolidar posteriormente el trabajo realizado en la cada clase impartida

En el escenario ya expuesto, el protocolo COVID indica la necesidad de dejar tiempo para la ventilación del aula, por lo que la clase de los lunes empieza 10 minutos después y la de los martes termina 10 minutos antes. De esta forma, la clase tiene una duración de 110 minutos. El desarrollo de cada clase síncrona se organiza en tres bloques cuyo origen es el CIMA del curso pasado y que se recogen en la Figura 2.

El *primer bloque* (15 minutos) integra la recepción para conectar con todo el alumnado y hacer que sea partícipe de la clase, proponiendo que se aborde aquello que realmente le interesa. Se organiza en la recepción del alumnado en el aula presencial y, a continuación, on line (10 min), y se completa con la exposición-comentario de la planificación propuesta para el desarrollo de la clase que se será consensuado con el grupo, incorporando aquellas propuestas que realicen sobre los aspectos que quieran que se incluyan.

El *segundo bloque* (90 minutos) de la clase se abordada desde un perfil eminentemente práctico introduciendo el planteamiento de dudas y debates que ya se hayan planteado o surjan de la resolución de ejercicios/problemas. Un parte importante en el aprendizaje de esta materia es asegurar las fortalezas de las decisiones que se toman en relación a la elección de la herramienta matemática adecuada para resolver un problema económico o su modelización. Por supuesto, esto se encuentra unido a la identificación de los errores y a la subsanación de los mismos. Para ello, en la propuesta de actividades he incluido cuestionarios de entre 4 y 8 preguntas sobre aspectos teóricos y prácticos del análisis y resolución de los problemas de optimización relacionados con las tareas o actividades propuestas para el trabajo no presencial. Estos se responden de forma individual y grupal, esta última opción se desarrollará en la medida en que la situación presencial y on line síncrona y las medidas COVID lo permitan.



Figura 2. Modelo Metodológico

Estos cuestionarios se proponen en tres momentos diferentes según su objetivo:

- *Al principio de la clase*, para comprobar la asimilación del contenido teórico que el estudiante ha de preparar previamente
- *Durante la clase*, sobre problemas para comprobar si se han trabajado bien las mecánicas de resolución de problemas en las tareas no presenciales propuestas
- *Al final de la clase*, una vez trabajados conceptos nuevos y así identificar si se ha avanzado en el contenido de forma adecuada.

El tiempo previsto para la realización del cuestionario y el análisis en el aula síncrona de las respuestas oscila entre 30 y 45 minutos. Este tiempo se reparte entre la parte dedicada a que el alumnado responda y el dedicado a su resolución y que supone un periodo de *práctica dirigida* con las explicaciones de apoyo y resolución de dudas que surjan a partir del contenido del cuestionario y sus respuestas.

Junto a la importancia que tiene este tipo de tareas para el desarrollo de las habilidades relacionadas con la autoevaluación, se encuentra el potencial que aporta al aprendizaje la corrección en grupo con la presencia del docente, ya que facilita que el alumnado realice preguntas y participe, generando un debate que enriquece el proceso de aprendizaje. En la propuesta inicial incluyo el trabajo en grupo para responder los cuestionarios.

El resto del tiempo trabajaremos con los materiales en Power Point que elaboro para cada clase y que comparto con los estudiantes a través de la herramienta BB Collaborate de la plataforma de enseñanza virtual. El objetivo es facilitar el seguimiento de las clases, tanto a los estudiantes presentes en el aula como los que la siguen de forma síncrona a través de la plataforma. Básicamente el resto del tiempo se dedica al trabajo sobre el planteamiento y resolución de problemas relacionados con el contenido de los cuestionarios y su ampliación.

La propuesta del *tercer bloque* gira en torno al cierre de la clase e integra una despedida y un pequeño *resumen* con algunas indicaciones sobre el trabajo no presencial y la preparación

de la próxima clase. He incluido como elemento de apoyo *el diario de clase* que incorpora la plataforma de enseñanza con una entrada sobre cada clase síncrona en la que recoge el trabajo realizado, la calificación media de la clase en el cuestionario realizado y las actividades de trabajo no presencial para preparar la siguiente clase. De esta forma, este último bloque se puede reducir a 5 minutos, ya que el alumnado tiene toda la información que necesita en el diario de clase.

### *La evaluación*

Las actividades propuestas tienen como objetivo que podamos, tanto el alumnado como yo, trabajar las diferentes herramientas matemáticas que se aplican en la resolución de un problema económico. Estas actividades se utilizarán también como tareas de aprendizaje-evaluación que permitan una evaluación formativa y continua.

Los cuestionarios realizados en cada clase también tienen el objetivo de realizar una evaluación diaria del trabajo no presencial, ya que facilita información para comprobar si la propuesta y planificación de la clase se adecua al punto o nivel de aprendizaje logrado por los estudiantes con las tareas no presenciales. De esta forma se puede reconducir la clase tanto si es necesario afianzar el aprendizaje previo como avanzar en la materia. Este planteamiento me permite plantear la evaluación desde la perspectiva del modelo constructivista (Díaz y Hernández, 2002).

Para valorar si la propuesta ha permitido alcanzar los objetivos planteados en el CIMA utilizaré los cuestionarios realizados en clase, un cuestionario de opinión y el cuestionario inicial-final.

### *Cuestionario inicial-final*

Con anterioridad al planteamiento del CIMA, ya se ha trabajado en la asignatura la modelización matemática de problemas económicos, aunque sin restricciones. Por eso el cuestionario se realiza sobre un problema económico no lineal y otro lineal. He llamado al cuestionario para el primer tipo de problema *cuestionario inicial problema no lineal* y para el segundo *cuestionario inicial problema lineal*.

He introducido una pregunta que me permita valorar si el alumnado domina el planear el problema económico en términos matemáticos, ya que este paso es necesario para poder abordar la resolución, y, además, el alumnado reconoce tener problemas con este aspecto. Comienzo preguntando por la modelización de las limitaciones, la disponibilidad y el objetivo del problema, y a continuación, por el problema matemático. Las siguientes preguntas hacen referencia al estudio del problema, la existencia de solución y su unicidad, continuando con el tipo de herramienta que permite su resolución. Por último, la interpretación de la solución matemática en términos económicos y la variación del objetivo óptimo si se cambia la limitación o la disponibilidad de recursos. En el problema lineal, además, también se abordarán preguntas relacionadas con las variaciones en los coeficientes de la función objetivo.

El problema no lineal es el siguientes:

*La panadería “La panadería eco-artesana” se dedica a la elaboración de pan artesano. Su función de producción, que relaciona la cantidad de barras de pan elaboradas con la cantidad (en kilogramos) de harina de trigo ( $x$ ) y de maíz ( $y$ ) utilizados es:  $q(x, y) = 600x + 900y - 2x^2 - y^2$ . El precio unitario de dichos factores es de 2 unidades monetarias (u.m.) por kg. de harina de trigo y 4 u.m. por cada Kgr de maíz. Determine la cantidad de kg. de cada tipo de harina que necesita el panadero para maximizar la producción de barras de pan, si dispone de presupuesto para la harina de 680 u.m. ¿Cómo varía la producción óptima de pan si el presupuesto disponible disminuye en 5 u.m.?*

Y el problema no lineal es:

*La panadería “La panadería eco-artesana” que producía pan de trigo y maíz, ha decidido ampliar su oferta y elaborar también pan de trigo sarraceno. El tiempo requerido para su elaboración se emplea en el amasado y fermentación y en su horneado. Una barra de pan de trigo y maíz requiere 3 horas de amasado/fermentado y 1 hora de horneado y el beneficio de su venta es de 2 u.m. Una barra de pan de trigo sarraceno necesita 4 horas de amasado/fermentado y 1 hora horneado, y su beneficio es de 2,5 u.m. El tiempo semanal que ha estipulado la panadería para amasado/fermentado es de 600 horas y el horno puede funcionar 100 horas semanales. ¿Cuál es la producción óptima que maximiza el beneficio? La panadería quiere negociar el número de horas semanales de trabajo y necesita indicaciones sobre el precio de una hora adicional de amasado/fermentado.*

## *Actividades*

Las actividades que planteo son de tres tipos, los cuestionarios, los ejercicios matemáticos y los problemas económicos/matemáticos. Ya se ha explicado la importancia de los cuestionarios en el planteamiento metodológico y como se gestionan desde la perspectiva de las actividades de clase. Los ejercicios favorecen que el estudiante adquiera destreza en la selección entre las diferentes herramientas matemáticas de la que es adecuada para resolver de manera eficiente cada tipo de problema de optimización. Además, trabajar esta parte es necesario para poder enfrentarnos al último tipo de actividades que implican la aplicación de las herramientas de la optimización.

Tabla 1. Actividades

<i>Clase</i>	<i>Cuestionario, Ejercicios y Problemas</i>	<i>Ejercicios y Problemas propuestos Boletín de la asignatura</i>
Primera	<i>Cuestionario Inicial 1ª Parte</i> Conocimientos previos: Resolución de problemas con restricciones de igualdad. Trabajo no presencial: Estudio del problema con restricciones de desigualdad (1 vídeo). Cuestionario sobre el TW, Unicidad y Convexidad del problema. Ampliación del Contenido: resolución de Pb con restricciones de desigualdad y no negatividad de las variables del problema. Resolución de ejercicios.	Ejercicios Planteamiento de problemas Ver un vídeo sobre Pb con restricciones de desigualdad y no negatividad de las variables del problema (condiciones de Kuhn-Tucker).
Segunda	Cuestionario sobre el estudio de los problemas con desigualdad y no negatividad. Resolución de ejercicios.	Ejercicios con restricciones de desigualdad los que además tienen. Vídeos sobre problemas solo con no negatividad Material interactivo y vídeo sobre Lingo.
Tercera	Cuestionario sobre el estudio de los problemas con no negatividad y Lingo. Resolución de ejercicios con no negatividad. Resolución con Lingo.	Problemas económicos. Problemas económicos resueltos con Lingo.
Cuarta	Cuestionario repaso problemas con restricciones de desigualdad y/o no negatividad y condiciones de K-T.	Vídeo: Programación Lineal, soluciones básicas factibles. Ejercicios.

	Resolución de dudas. Corrección de problemas. <i>Cuestionario Final 1ª Parte</i>	
Quinta	<i>Cuestionario Inicial 2ª Parte</i> Cuestionario sobre vídeo (Programación Lineal, soluciones básicas factibles). Resolución de dudas. Método de simplex.	Vídeo: Simplex pb de maximizar. Ejercicios.
Sexta	Cuestionario sobre el método del simplex. Resolución pb maximizar con simplex. Resolución pb minimizar con simplex.	Vídeo: Método penalizaciones. Ejercicios.
Séptima	Cuestionario sobre el simplex y el método de las penalizaciones. Resolución pb. Planeamiento de problemas económicos.	Vídeo: Análisis de sensibilidad. Resolución de los problemas planteados. Planteamiento de problemas económicos.
Octava	Cuestionario sobre el análisis de sensibilidad. Resolución de problemas económicos.	Material y Vídeo: Lingo en Programación lineal. Resolución de problemas económicos.
Novena	Cuestionario sobre Lingo y PL. Resolución de dudas/puesta en común/debate. Resolución de problemas con Lingo.	Material y Vídeo: Lingo y análisis de sensibilidad. Resolución de problemas económicos.
Décima	Cuestionario sobre Lingo y análisis sensibilidad. Resolución de dudas/puesta en común/debate. Resolución de problemas económicos con Lingo.	Resolución de problemas económicos con Lingo.
Undécima	Resolución de dudas/puesta en común/debate. Resolución de problemas de Programación Lineal. <i>Cuestionario final 2ª parte.</i>	

## La experiencia en el aula síncrona

El contexto en el que se ha desarrollado la propuesta de CIMAS ha condicionado algunos aspectos relacionados con este. Comenzaré exponiendo la forma en que ha afectado al planteamiento metodológico. El tiempo dedicado a la recepción del alumno se ha alargado en determinadas ocasiones debido a problemas tecnológicos, lo que ha generado un desfase en la recepción del alumnado no presente en el aula y que seguía la clase a través de la plataforma de enseñanza virtual, y un tiempo de espera para el alumnado que había acudido físicamente al aula.

Otro de los problemas ha ocurrido a la hora de compartir los materiales en clase. Para que los estudiantes presentes en el aula física puedan ver bien estos materiales, la proyección debe ocupar la pantalla completa, ya que, en muchos casos, contienen la resolución de problemas económicos y, por lo tanto, bastantes desarrollos y cálculos, aunque siguiendo una planificación y formato enfocado a facilitar su comprensión. En esta situación, no me ha sido posible ver y seguir el chat a través del que se comunica el alumnado que sigue la clase de forma síncrona en la pantalla del profesor. Esto me ha obligado a marcar tiempos para atender a los dos grupos de estudiantes y en algunas ocasiones ha provocado un desfase en responder al grupo que no está en el aula. Puedo atender al alumnado presente en sus dudas mientras trabajamos, pero solo puedo atender a los que siguen la clase online de forma síncrona una vez que he finalizado cada diapositiva de mi presentación o bien cuando termino un ejercicio o una explicación a una pregunta de un estudiante presente en el aula. A esto se une que los alumnos presentes no disponen

de micro para que les puedan oír sus compañeros que está siguiendo la clase online. He tenido que estar siempre atenta para repetir sus preguntas antes de responder para todos.

Otro problema importante es que los estudiantes online escriben sus preguntas en el chat, con la dificultad añadida de expresar por escrito las cuestiones referentes a la herramienta o desarrollo matemático que estamos realizando en ese momento. Los estudiantes no suelen conectar sus micro y, aquellos que han querido participar no han podido hacerlo, ya que no los oíamos en el aula debido a problemas técnicos. Aunque hemos intentado no detenernos y avanzar a pesar de estos problemas, resulta evidente que si no hubieran sucedido estas “complicaciones” las clases síncronas hubieran sido más fluidas y participativas. A pesar de esto, como aspecto positivo señalo que esta situación ha hecho que se generaran más preguntas de las que solían surgir en los cursos precovid y que, además, los propios estudiantes han aprovechado para responder a sus compañeros por el chat. Yo he supervisado las respuestas incidiendo en sus aspectos más llamativos y lo he utilizado como un doble filtro para corregir el proceso de enseñanza que yo estaba desarrollando y guiar el de aprendizaje del alumnado.

Aunque he utilizado herramientas para comprobar si el alumnado estaba atendiendo y siguiendo lo que estamos desarrollando en el aula, resulta muy complicado saber si los estudiantes que están conectados realmente están presentes y siguiendo las clases. He utilizado la herramienta de BB Collaborate que permite hacer preguntas de respuesta múltiple o de verdadero/falso. También me han servido para realizar este control los cuestionarios ya que los he realizado con una herramienta externa a la plataforma como es Socrative.

Me gustaría señalar que este sistema combinado de clases síncronas no permite el acercamiento a los estudiantes más tímidos o retraídos, ya que favorece que permanezcan aislados en el anonimato que les ofrece la plataforma y la no presencialidad.

Como ventaja del modelo metodológico hay que señalar que se ha mantenido su flexibilidad, lo que me ha permitido su adecuación a las diferentes clases y situaciones que se han ido generando. Por ejemplo, si el cuestionario ha generado debate y que se planteen otras cuestiones acerca del contenido que trata, he aprovechado para hacer que sea el propio alumnado el que responda a las preguntas y razone sobre su validez. También lo he utilizado para introducir problemas y su resolución como aclaraciones prácticas y para animarlos a que sean los propios estudiantes los que propongan estos problemas.

Respecto a los cuestionarios, en tres de las clases he realizado el cuestionario durante la misma, ya que en estas hemos comenzamos con la propuesta del alumnado de resolver algunos problemas y me pareció más interesante comprobar después si se habían resuelto las dudas. En otras dos clases se ha realizado al final, ya que la preparación realizada con el trabajo previo no presencial era la base para desarrollar con el grupo el trabajo que implican y cómo se desarrolla (soluciones básicas factibles y simplex). En este caso, he dedicado los últimos 40 minutos a estos cuestionarios y así comprobar si se habían comprendido los conceptos y herramientas trabajados en la clase.

Respecto a los materiales que he elaborado expresamente para el contenido de cada clase y que ha sido la base para el material que ha pedido el alumnado, han ayudado al alumnado a comprender el contenido de la asignatura. Este material ha sido planificado especialmente para facilitar el seguimiento de los procesos que se desarrollan al aplicar las herramientas matemáticas para resolver problemas. Para lograr esto, ha sido necesario un importante trabajo previo basado en la perspectiva de material facilitador de la comunicación y el aprendizaje en el aula.

Durante el CIMA he elaborado más materiales a petición del alumnado, sobretodo en relación a la resolución de problemas y lo he puesto disponible en la plataforma. De esta forma, al disponer del material de parte de la clase, el alumnado ha estado más participativo e implicado durante el desarrollo de la sesión.

He introducido un elemento que no había contemplado en la programación previa, la tutoría grupal. He realizado tres actividades de este tipo fuera del horario de clase, después de la cuarta

clase, de la décima y de la última. La tutoría grupal ha supuesto un acierto. Los estudiantes que han asistido voluntariamente eran los que llevaban la asignatura al día y ha sido un espacio de trabajo muy enriquecedor para ellos. En esta tutoría grupal, han compartido sus trabajos para que los analizáramos y otros compañeros pudieran comprobar cómo habían resuelto los problemas. Han asistido entre 15 y 10 estudiantes, y su duración ha dependido de lo que el grupo ha demandado en ese momento, oscilando entre dos y tres horas.

## Evaluación de la experiencia

La valoración de la experiencia la he planteado a partir de la evaluación formativa de cada sesión síncrona y de los dos cuestionarios en formato inicial-final. Las puntuaciones globales de los cuestionarios han variado entre 50,45 puntos y 68 puntos.

De las preguntas del cuestionario inicial-final he seleccionado tres, las que hacían referencia a las limitaciones de los problemas económicos, la modelización matemática del problema económico y la elección de la herramienta matemática. Creo que los aspectos que recogen son importantes para que se pueda avanzar en el conocimiento.

A continuación, se detallan los niveles de complejidad de las respuestas a la primera pregunta sobre las limitaciones del problema y la escalera de las respuestas a esta pregunta en los dos problemas:

- Nivel 1: No identifica la limitación.
- Nivel 2: No identifica bien la limitación (función y/o nivel de la limitación y/o desigualdad).
- Nivel 3: Plantea bien la limitación (función y/o nivel de la limitación y/o desigualdad).

La Figura 3 muestra el resultado del análisis de las repuestas en el problema no lineal y lineal para el cuestionario inicial y final (resultados en un rectángulo).

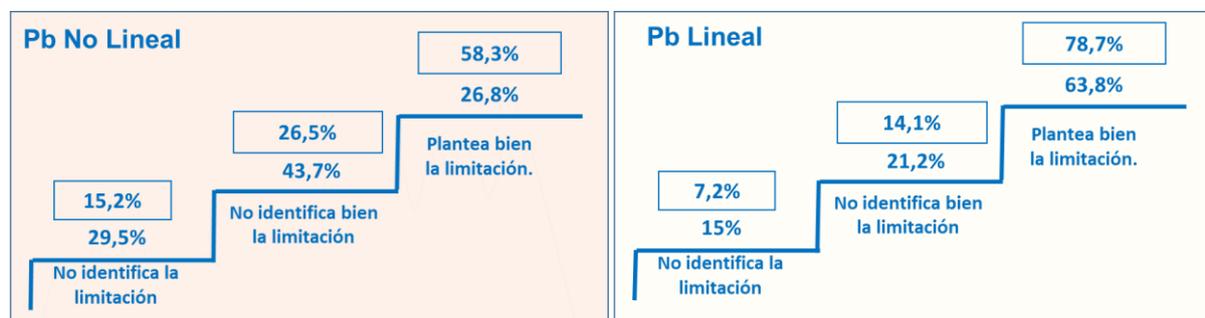


Figura 3. Escalera Niveles de respuesta a la pregunta sobre las limitaciones del problema.

Para la pregunta relativa al problema matemático asociado al problema económico, la escalera tiene cuatro niveles en relación a la formulación del problema matemático:

- Nivel 1: Error en la función objetivo y restricciones, no incluye la no negatividad de las variables.
- Nivel 2: Error en la función objetivo o en las restricciones y no incluye la no negatividad de las variables.
- Nivel 3: Plantea bien la función objetivo y las restricciones, pero no incluye la no negatividad.
- Nivel 4: Plantea bien el problema.

La escalera que aparece en la Figura 4 recoge los niveles anteriores identificados en el cuestionario inicial y final de ambos problemas.

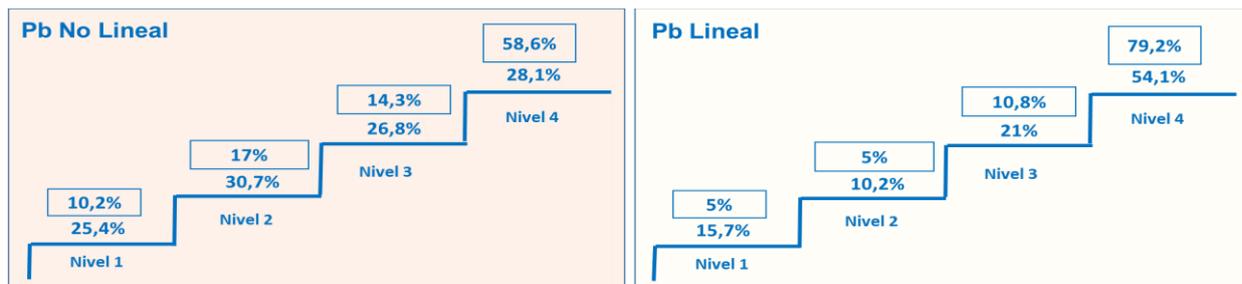


Figura 4. Escalera Niveles de respuesta a la pregunta sobre el planteamiento del problema.

Por último, respecto a la pregunta sobre identificación del tipo de problema y la selección de la herramienta adecuada, también se han establecido tres niveles de respuesta para ambos problemas (Figura 5):

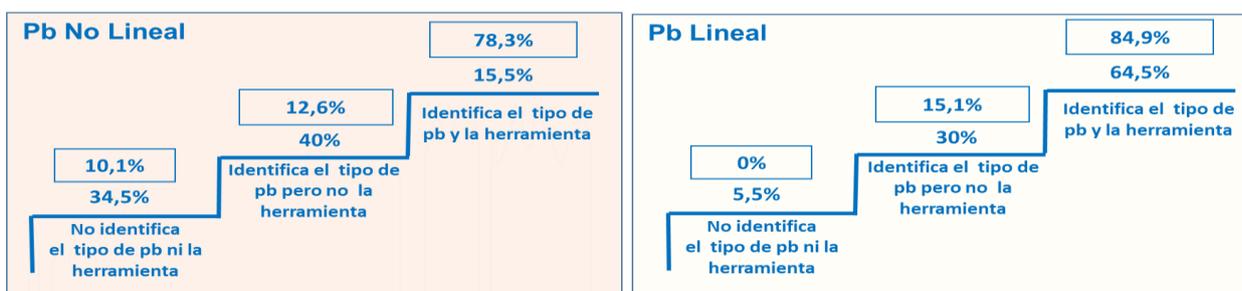
- Nivel 1: No identifica el tipo de problema ni la herramienta adecuada.
- Nivel 2: Identifica el tipo de problema, pero no la herramienta para su resolución.
- Nivel 3: Identifica el tipo de problema y la herramienta para su resolución.

Figura 5. Escalera Niveles de respuesta a la pregunta sobre identificación del tipo de problema y la selección de la herramienta adecuada.

Como se puede observar en las escaleras de ambos problemas, se ha producido una mejora importante de los resultados del cuestionario inicial al final, lo que nos confirma que el planteamiento docente realizado ha generado resultados positivos. En las figuras anteriores se puede observar también una mejora en el proceso de modelización matemática de los problemas económicos ya que los porcentajes iniciales para el problema lineal son inferiores a los del problema no lineal. También se puede comprobar esta mejora en los porcentajes de los últimos niveles del problema no lineal con respecto al lineal.

## Conclusiones

La propuesta de ciclo y la experiencia que se recoge en este trabajo se ha desarrollado en un escenario que ha continuado el proceso de cambio que se inició durante el confinamiento debido a la pandemia COVID19. Sin embargo, este escenario síncrono se ha convertido la mayor parte del curso en un escenario online con unos porcentajes elevados de seguimiento de la enseñanza a través de la plataforma de enseñanza virtual en perjuicio de la presencialidad en el aula. Esto ha sido una decisión voluntaria del alumnado (excepto para los estudiantes del grupo de riesgo y los confinados en cuarentena), que ha elegido la formación online frente al contacto en el



aula. El próximo curso puede ser decisivo para volver a atraer al alumnado al aula. De esta propuesta hay aspectos importantes que ya se han consolidado y quedarán implementados en mi modelo docente como es el Flipped Classroom y los materiales elaborados para su desarrollo. También las tutorías grupales han supuesto un reto que ha sido muy enriquecedor para el

alumnado y para mí como docente. Entre los cambios por los que apostaré el próximo curso, dentro de la viabilidad del contexto en el que se desarrolle, lo primero sería el trabajo en grupo, que este curso no ha funcionado por las medidas de separación en el aula presencial y en la plataforma. Este planteamiento metodológico facilitaría un trabajo más en la línea del aprendizaje por proyectos y permitiría que el debate y el diálogo siguiera presente en el aula, pero con una mayor participación del alumnado.

## Referencias bibliográficas

- Biggs, J. (2006). *Calidad del aprendizaje universitario*. Madrid: Narcea.
- De Araujo, Z., Otten, S., y Birisci, S. (2017). Conceptualizing “homework” in flipped mathematics classes. *Journal of Educational Technology & Society*, 20(1), 248-260.
- Delord, G., Hamed, S., Porlán, R. y De Alba, N. (2020). Los Ciclos de Mejora en el Aula. En N. De Alba y R. Porlán, *Docentes universitarios. Una formación centrada en la práctica*, (pp. 127-162). Madrid: Morata.
- Díaz, F., y Hernández, G. (2002). *Estrategias docentes para un aprendizaje significativo: una interpretación constructivista*. México, D.F.: McGraw-Hill.
- Ilioudi, C., Giannakos, M. N. y Chorianopoulos, K. (2013). Investigating differences among the commonly used video lecture styles. *Workshop on Analytics on Video-based Learning at LAK '13*, Leuven, Belgium.
- Tucker, B. (2012). The flipped classroom. *Education Next*, 12(1), 82-83.
- Prieto Martín, A. (2017). *Flipped learning. Aplicar el modelo de aprendizaje inverso*. Madrid: Narcea.
- Prieto, A., Díaz, D., Lara, I., Monserrat, J., Sanvicen, P., Santiago, R., Corell, A. y Álvarezmon, M. (2018) Nuevas combinaciones de aula inversa con just in time teaching. Análisis de respuestas de alumnos. *Revista Iberoamericana de Educación a Distancia*, 21(1), 175-194. <http://dx.doi.org/10.5944/ried.21.1.18836>
- Santiago, R. (2019) Conectando el modelo Flipped Learning y la teoría de las Inteligencias Múltiples a la luz de la taxonomía de Bloom. *Magister* 31 (2), 45-54.
- Trelles, C. A., Bravo, F. E. y Barraqueta, J. F. (2017) ¿Cómo Evaluar los Aprendizajes en Matemáticas? *INNOVA Research Journal*, 2(6), 35-51.