

## Método docente aplicado en asignaturas de Ingeniería de Organización para el desarrollo competencial

Rocío Alfaro-Pozo, Joaquín Bautista-Valhondo

<https://doi.org/10.37610/dyo.v0i78.631>

Recibido: 3 de Octubre de 2021

Aceptado: 3 de Febrero de 2022

### Resumen

El mercado laboral actual se caracteriza por un aumento en la exigencia de los perfiles profesionales demandados. Concretamente, en el ámbito de la ingeniería, cada vez más, se requieren perfiles que reúnan, además de los conocimientos técnicos, habilidades personales, sociales y metodológicas. En este sentido, son muchos los estudios que demuestran la importancia de la estrategia docente utilizada en los programas de ingeniería sobre el desarrollo competencial de los estudiantes. Este trabajo pretende dar evidencia de ello por medio de la presentación del método docente utilizado en asignaturas del ámbito de la Organización industrial correspondientes al plan de estudios del Máster Universitario en Ingeniería de Organización por la Universidad Politécnica de Catalunya. El método docente utilizado combina estrategias de aprendizaje activo, como son el aprendizaje basado en problemas, el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje cooperativo, con la estrategia tradicional de las lecciones magistrales. Así, se consigue aprovechar las ventajas de ambas tipologías de estrategias de aprendizaje y favorecer el desarrollo no sólo de las competencias técnicas específicas, sino también de un conjunto de competencias transversales y básicas necesarias para el desarrollo profesional de los estudiantes de Ingeniería de Organización.

### Palabras clave

Aprendizaje basado en proyectos; aprendizaje basado en problemas; Aprendizaje cooperativo; Desarrollo competencial; Ingeniería de Organización

## 1. Introducción

La inclusión de España dentro del Espacio Europeo de Educación Superior supuso un cambio en la concepción del proceso de enseñanza universitario. La voluntad del proceso de Bolonia hacia un marco educativo común, orientado a la satisfacción de las necesidades del mercado laboral y centrado en la figura del estudiante, requirió pasar de un paradigma conductista a un paradigma educativo constructivista.

Este cambio de modelo obligó a las instituciones de educación superior a adoptar un enfoque educativo basado en competencias, en lugar del enfoque anterior basado en objetivos. En este sentido, ahora ya no se busca la adquisición de contenidos, sino que lo que se pretende es la adquisición de

conocimientos, habilidades, actitudes y valores que permitan a los estudiantes mejorar su empleabilidad y competitividad (Olmedo, 2013).

Por su lado, la interconexión global de la economía, y la rapidez de los avances tecnológicos, hacen que el mercado laboral sea cada vez más exigente, demandando perfiles con competencias transversales e interdisciplinarias, capaces de actuar en situaciones que requieran conocimientos de diferentes áreas.

Si bien esta situación es común para casi todos los perfiles profesionales, en el caso de los ingenieros aun es más latente. Los ingenieros deben estar capacitados para trabajar en entornos en constante cambio y deben estar preparados para asumir diferentes funciones. En consecuencia, la formación de los ingenieros debe basarse no sólo en tener un conocimiento sólido de algún ámbito de estudio, sino también en el desarrollo de competencias sociales, metodológicas y personales, tales como creatividad, liderazgo, resolución de problemas, aprendizaje continuo, trabajo en equipo, compromiso, cooperación y comunicación, entre otras (Maffioli & Augusti, 2003).

Este contexto, en el que las universidades e instituciones de educación superior deben actuar como agentes formadores y preparadores de los nuevos profesionales y en el que las competencias suaves cobran igual o mayor importancia que las duras (Guerrero, Palma y La Rosa, 2014), la importancia de la enseñanza se ve complementada con la importancia de

✉ Rocío Alfaro-Pozo \*  
[ralfaro@eae.es](mailto:ralfaro@eae.es)

 0000-0001-8214-1875

Joaquín Bautista-Valhondo \*\*  
[joaquin.bautista@upc.edu](mailto:joaquin.bautista@upc.edu)

 0000-0002-2214-4991

\* EAE Business School, 08015 Barcelona, Spain

\*\* IOC ETSEIB Universitat Politècnica de Catalunya Av.  
Diagonal 647, 08028, Barcelona, Spain

<sup>1</sup> Una versión previa de este trabajo se presentó en el XXV Congreso de Ingeniería de Organización (CIO2021, 15th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management -ICIEIM).

la facilitación del aprendizaje. Ahora los profesores no deben limitarse a transmitir conocimientos y enseñar habilidades, sino que también deben facilitar que los estudiantes sean los principales protagonistas de su propio proceso de aprendizaje, ayudándoles a aprender de su propia experiencia.

Para ello, ha sido necesario adaptar las estrategias pedagógicas utilizadas y los sistemas de evaluación, de forma que se favorezca la idea de “learning by doing” y se permita reorientar y mejorar el desarrollo competencial de los estudiantes (Pallisera et al., 2010).

Este trabajo pretende mostrar el método docente utilizado en las asignaturas de Dirección de Operaciones (DO) y Modelos y Herramientas de Decisión (MHD) del Máster Universitario en Ingeniería de Organización de la Universitat Politècnica de Catalunya (UPC). En concreto, el método utilizado combina diferentes estrategias pedagógicas activas, como son el aprendizaje basado en problemas y proyectos y el aprendizaje cooperativo, con las clases magistrales. De esta forma, no sólo se garantiza el trabajo por parte de los estudiantes, sino también, se facilita a los estudiantes las herramientas y conceptos teóricos básicos necesarios para la resolución de los problemas propios de ambas asignaturas, en un contexto real y próximo a los intereses de los propios estudiantes.

Así, el trabajo se estructura de la siguiente manera. En el capítulo 2 se contextualiza la aplicación del método docente empleado. A continuación, en el capítulo 3, se presenta el método en cuestión y en el capítulo 4 se muestra su aplicación. Finalmente, en el capítulo 5 y 6 se analizan los resultados de la aplicación del método presentado y se presentan las conclusiones del trabajo.

## 2. Contexto de la aplicación metodológica

El método docente que se presenta en este trabajo se enmarca dentro del plan de estudios del Máster Universitario en Ingeniería de Organización por la (UPC), impartido en la Escuela Técnica Superior de Ingeniería Industrial de Barcelona (Escola Tècnica Superior d'Enginyeria Industrial de Barcelona – ETSEIB)<sup>2</sup>. En concreto en dos asignaturas adscritas al Departamento de Organización de Empresas (DOE) y correspondientes a las materias de:

- Conocimientos y Herramientas para las Áreas Funcionales
- Técnicas y Modelos de Ingeniería para el Análisis y Toma de Decisiones

Ambas asignaturas, de carácter obligatorio, se cursan en el segundo cuatrimestre del primer curso del máster y suponen una carga lectiva de 5 créditos del Sistema Europeo de Transferencia y Acumulación de Créditos (European Credit Transfer and Accumulation System – ECTS).

Por un lado, la asignatura de Dirección de Operaciones (Universitat Politècnica de Catalunya, 2021a), pretende aportar a los estudiantes una visión conceptual y aspectos instrumentales para la organización de sistemas productivos y logísticos. Mientras que, por otro lado, la asignatura de Modelos y Herramientas de Decisión (Universitat Politècnica de Catalunya, 2021b) pretende capacitar a los alumnos con las habilidades necesarias y el conocimiento de herramientas para la toma de decisiones en situaciones complejas.

Ambas asignaturas estructuran su contenido en 6 bloques didácticos distintos (véase tabla 1), a lo largo de los cuales se pretende que los estudiantes adquieran un conjunto de competencias básicas y transversales, además de las específicas y generales, propias de cada asignatura.

<sup>2</sup> <https://etseib.upc.edu/ca/estudis/masters/masterORGANITZACIO>. Último acceso el 25/11/2021.

**Tabla 1** Bloques temáticos de las asignaturas de DO y MHD.

DO	MHD
Producto, proceso y sistema productivo	Producto, sistema productivo, empresa y entorno
Proyectos singulares	Reparto proporcional
Planificación de la producción	Análisis de decisiones
Cálculo de necesidades de materiales	Teoría de Juegos
Gestión de stocks	Programación Dinámica
Programación de Operaciones	Metaheurísticas

Además, las asignaturas son impartidas por el mismo equipo docente, formado por dos profesores, y cuentan con un grupo docente de un tamaño medio de 30 estudiantes por curso.

### 3. Método docente aplicado

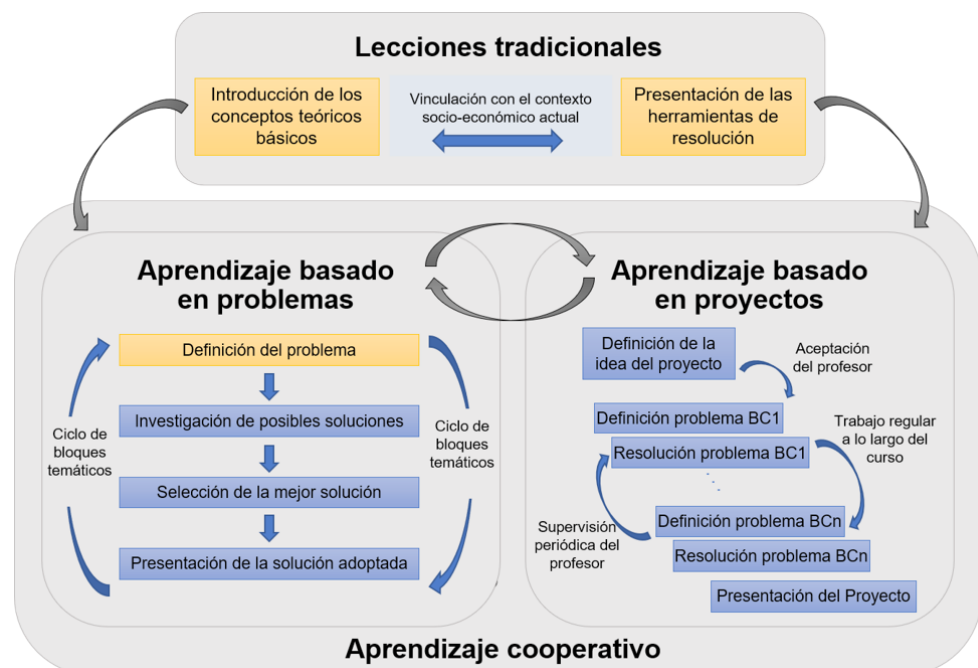
En aras de conseguir que los contenidos de las asignaturas de DO y MHD fueran asimilados de forma continua y eficaz se diseñó un método docente en el que primara la regularidad de la carga de trabajo tanto para los estudiantes como para los profesores. En este sentido, comparando la asignatura con un sistema productivo, se optó por el ideario de producción heijunka<sup>3</sup>. Es decir, se optó por el equilibrio y la nivelación de la carga de trabajo a lo largo de las semanas de clase del cuatrimestre, fomentando un flujo continuo de trabajo, evitando la acumulación de trabajo en momentos determinados y permitiendo mejorar la calidad del trabajo final dada la posibilidad de identificar problemas y resolverlos semanalmente. De esta manera se buscaba motivar e implicar a los estudiantes en su proceso de

aprendizaje de forma regular a lo largo de toda la asignatura, promoviendo la aplicación de los aprendizajes a partir de la propia experiencia y evitando la memorización de contenidos.

Así, teniendo en cuenta la importancia de algunas competencias profesionales requeridas por los estudiantes de Ingeniería según la USA Accreditation Board of Engineering and Technology (ABET) (Maffioli & Augusti, 2003), se diseñó un método docente en el que las estrategias tradicionales dejaron espacio a las estrategias activas. De esta manera se pretendía fomentar el enfoque de aprendizaje profundo en detrimento del enfoque superficial predominante en el método docente tradicional, mejorando, no tan sólo la satisfacción final de los/las estudiantes, sino también la de los profesores y profesoras.

Dado el espacio curricular de las asignaturas de DO y MHD, se optó por un método docente combinado, en el que las lecciones tradicionales se complementan con estrategias de aprendizaje activo cooperativo, como son el aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas (ver figura 1).

**Figura 1** Esquema del modelo docente aplicado en las asignaturas de DO y MHD.



<sup>3</sup> Método del Sistema de Producción Toyota que consiste en distribuir la producción de manera uniforme a lo largo de un tiempo determinado, satisfaciendo la demanda a la vez que se reducen los stocks y se nivelan las cargas de trabajo (Monden, 1993)

### 3.1. Lecciones tradicionales

Bajo la premisa de que las clases magistrales pueden ser efectivas a la hora de aclarar conceptos complejos y sintetizar y contextualizar la información (Lom, 2012), se decidió continuar con este tipo de metodología docente.

Obviamente, para lograr la efectividad comentada es necesario que el profesor o profesora no se limite al contenido de los materiales, sino que imparta estas clases de forma interactiva entre él o ella y los/las estudiantes (Hitchens y Lister, 2009). Para ello, es esencial que el profesor o profesora tenga la voluntad de hacer partícipes a los/las estudiantes de su propio proceso de aprendizaje y complemente sus explicaciones con las aportaciones de los/las estudiantes y con la contextualización de los conceptos teóricos al entorno socio-económico actual.

En efecto, estas clases magistrales deben prepararse de forma adecuada para fomentar tanto la participación de los/las estudiantes, como la aplicación de los contenidos sobre ejemplos propuestos por ellos mismos y vinculados a la realidad desde su propia experiencia, así como también incentivar la colaboración de los/las estudiantes en los ejemplos de resolución que se presenten.

De esta manera, como paso previo al trabajo de los/las estudiantes, se les presentan los conceptos teóricos básicos, los problemas típicos relacionados y se le proporciona herramientas de resolución, para cada uno de los bloques temáticos de la asignatura. Así, además de ayudar a los/las estudiantes en su proceso de aprendizaje, se consigue reducir la incertidumbre y/o miedo al enfrentarse al diseño y/o resolución de problemas bajo un contexto tecnológico, económico y social actual y próximo a sus propias experiencias.

### 3.2. Aprendizaje basado en problemas

Para asegurar la adquisición e integración de los conceptos y herramientas presentadas mediante las lecciones tradicionales, se utiliza el aprendizaje basado en problemas (Barrows, 1986).

Esta estrategia de aprendizaje, basada en la idea de “learning by doing”, se basa en la realización de problemas como punto de partida para que los estudiantes apliquen los conocimientos que les han sido transmitidos mediante las lecciones tradicionales y adquieran el conocimiento a través de una práctica orientada.

Así, a partir de la presentación de un problema lo más realista posible, definido por el equipo docente, los/las estudiantes agrupados en pequeños equipos de trabajo deben buscarle solución. Este trabajo implica una etapa de investigación, necesaria para el análisis de la situación de partida, el análisis de los objetivos a alcanzar y la determinación de posibles soluciones del problema. Asimismo, implica también una etapa de decisión, para seleccionar la solución al problema, de entre las posibles soluciones encontradas, y una etapa de presentación de resultados, en la que el equipo expone sus decisiones y su solución al problema.

Esta estrategia de aprendizaje no pretende que los/las estudiantes alcancen una solución determinada, ni utilicen una estrategia concreta para el resolver el problema dado, sino que pretende orientarles e inspirarles en la detección, definición y solución de problemas similares en entornos reales en los que desempeñen sus funciones como ingenieros.

Por ello, cada unidad didáctica de las asignaturas de DO y MHD tiene asociado uno o más problemas definidos, de forma que dispongan de ejemplos prácticos que les guíen a la hora de enfrentarse a problemáticas que pueden darse en situaciones reales. Una muestra de ello, se presenta en la figura 2.

<sup>4</sup> Ejemplo extraído de Bautista (2020a).

**Figura 2** Ejemplo de problema propuesto en la asignatura de DO.

## ENUNCIADO 02.A: PLANIFICACIÓN. CASO MATDENT

La dirección de MATDENT, dedicada a la investigación de nuevos materiales y a la fabricación de instrumental para la fabricación de prótesis dentales a partir de resinas poliméricas, está en fase de fijar el plan de producción, en la sección de instrumental avanzado de la empresa, para el próximo año. El plan tentativo debe contemplar un horizonte de 12 meses, teniendo en cuenta las previsiones de venta y los días laborables de cada mes.

Los datos de RRHH y Comercial son:

Mes	Ene	Feb	Mar	Abr	May	Jun	Jul	Ago	Sep	Oct	Nov	Dic
Días Lab.	21	18	20	19	21	20	18	5	19	20	20	19
Demanda	100	200	200	300	300	650	500	550	350	350	100	150

Además, para elaborar un plan se requieren los datos facilitados por Planificación y Control de Producción; éstos son

Tasa de producción en horas normales	12 unidades/día
Tasa de producción en horas extraordinarias	10 unidades/día
Coste de producción en horas normales	100 um/unidad
Coste de producción en horas extraordinarias	200 um/unidad
Stock de seguridad	10% de la demanda mensual
Stock inicial	100 unidades
Coste de exceso de stock	20 um/unidad_mes
Coste de defecto de stock	50 um/unidad_mes

Con esta información:

- Proponga 4 planes tentativos, indicando las ventajas e inconvenientes de adoptar cada uno de ellos en función de tres criterios: (1) costes globales, (2) costes de ruptura y posesión de stock, y (3) regularidad en la producción.
- Plantee un modelo matemático con función multi-objetivo para resolver el problema.

### 3.3. Aprendizaje basado en proyectos

Por otro lado, con el fin de afianzar el proceso de aprendizaje basado en la propia experiencia, la estrategia de aprendizaje basado en problemas se combina con la estrategia basada en proyectos. De esta manera se pretende unificar el aprendizaje teórico, adquirido por medio de las lecciones tradicionales, y el aprendizaje práctico, vinculado a los problemas, con elementos reales y próximos a la realidad de los/las estudiantes.

Así, tomando como punto de partida un producto o servicio del mundo real, elegido por los propios estudiantes, éstos deben definir y dar solución a situaciones reales que cubran la totalidad de las problemáticas asociadas a los contenidos de las asignaturas. De esta manera, se pretende que los estudiantes desarrollen a lo largo de todo el curso, y dentro de un proyecto o Business Case, diferentes tareas multidisciplinares e interrelacionadas entre sí que permitan la consolidación y asimilación de los conceptos y herramientas facilitadas por el profesor.

Este tipo de estrategia implica, al igual que la anterior, el trabajo en equipo por parte de los estudiantes (Alfaro-Pozo y Bautista, 2018). No obstante, en esta ocasión no deben investigar sobre las posibles soluciones a un problema dado, sino que deben investigar, definir y resolver los problemas asociados al producto seleccionado, en ajuste con los bloques temáticos de las asignaturas. Todo ello, con una visión global del contenido de las asignaturas, que permita la interconexión de los temas entre sí y facilite un aprendizaje integrado de la problemática de la dirección de operaciones y la toma de decisiones en la organización industrial, evitando el aislamiento de los conocimientos adquiridos y vinculándolos a situaciones próximas y de interés para los estudiantes.

Este trabajo es supervisado y orientado por el profesor, garantizando que el proyecto sea factible y tenga un enfoque realista que lo aproxime a la realidad industrial a la que se enfrentarán los estudiantes en el futuro. Muestra de ello es la figura 3, en la que se presenta la guía del trabajo que deben desarrollar los/las estudiantes a lo largo de la asignatura de DO.



**Figura 3** Ejemplo de problema propuesto en la asignatura de DO<sup>5</sup>

### Proyecto BC-DO 2021 otoño:

La presente práctica se realizará en grupos de trabajo (6 personas), en el marco de cualquier actividad de producción económica recogida en la clasificación CIIU de la ONU y vinculada a la Ingeniería de Automoción.

Tras la validación por parte del profesor de su propuesta, se le pide que ejecute las siguientes operaciones obligatorias:

1. Defina un tipo de producto con 4 o 5 variantes. El producto se fabricará en masa. Defina sistemas productivos (procesos, recursos, normas, conocimiento, etc.) para elaborar su producto.
2. Considere un proyecto singular relacionado con el producto y/o el proceso, proponga actividades (con tiempos y precedencias) y prográmelas.
3. Defina los recursos requeridos por las actividades de su proyecto y determine las curvas de carga en función de la temporización de actividades. Limite sus recursos y establezca un calendario compatible para su proyecto.
4. Defina un plan de demanda y un plan de capacidad coherente con un calendario laboral; ambos planes deben presentar periodicidad mensual y horizonte anual.
5. Proponga diferentes planes de producción, atendiendo a varios criterios sobre la tasa de producción, y evalúe sus costes de fabricación y de gestión de stocks. Obtenga un plan óptimo tras fijar uno o más criterios de selección.
6. Establezca la lista de materiales del producto considerando sus variantes, defina las reglas de lotificación para productos y componentes, indique el status de stocks de éstos al iniciar la planificación, y fije los tiempos de proceso de las operaciones tanto de transformación como de transporte.
7. A partir de un plan de producción, con periodicidad semanal y con horizonte trimestral, temporalice las órdenes de fabricación y de aprovisionamiento de productos y de componentes.
8. Establezca un sistema de gestión de stocks para sus componentes teniendo en cuenta los costes de lanzamiento, adquisición, posesión y rotura.
9. Imponga limitaciones físicas o económicas que afecten a más de uno de sus componentes y reestablezca su sistema de gestión de stocks considerando dichas restricciones.
10. Atendiendo a su producto y componentes, defina máquinas y piezas, asigne tiempos de proceso y establezca un programa de operaciones para un plan de demanda concreto.

## 4. Aplicación del método docente

La combinación de estrategias docentes tradicionales y estrategias docentes activas, implica tres aspectos fundamentales en la aplicación efectiva del método docente: la planificación, el seguimiento, reorientación y evaluación del trabajo de los/las estudiantes y el trabajo cooperativo.

### 4.1. Planificación

Como se ha explicado anteriormente, el método docente aplicado, combina las lecciones magistrales, con el aprendizaje basado en problemas y el aprendizaje basado en proyectos. Esta combinación de estrategias docentes sigue

una proporción uno a uno en cuanto a sesiones lectivas dedicadas a la aplicación de las lecciones tradicionales y la aplicación del aprendizaje basado en problemas y proyectos, suponiendo esta segunda parte la mayor carga de trabajo para los/las estudiantes.

En efecto, tal y como puede apreciarse en la tabla 2, para cada uno de los bloques temáticos de la asignatura de DO, las tres estrategias seleccionadas se ponen en práctica durante una o más sesiones lectivas. En concreto, de las 26 sesiones presenciales, divididas en 13 semanas, el 50% se dedican a lecciones magistrales y el 50% restante al aprendizaje basado en proyectos y el aprendizaje basado en problemas.

<sup>5</sup> Ejemplo extraído de Bautista (2020b)

**Tabla 2** Planificación de la asignatura DO.

Bloque temático	Lección <sup>6</sup>	Problemas <sup>7</sup>	Proyecto <sup>8</sup>
1 Producto, proceso y sistema productivo	Sem.1	-	Presentación idea producto (L. sem.1; P sem.2)  BC1. Definición del producto y sistema productivo (L sem.1; P sem.3)
2 Proyectos singulares I	Sem.1	-	
Proyectos singulares II	Sem.2	Problema sobre gestión de proyectos singulares (L sem.2; P sem.4)	-
3 Planificación I	Sem.3	-	BC2. Definición y programación de un proyecto singular relacionado con el producto (L sem.3; P sem.4)
Planificación II	Sem.4	Problema sobre planificación (L sem.4; P sem.5)	BC3. Determinación de recursos necesarios para el proyecto singular y limitación de los mismos (L sem.4; P sem.5)
4 Cálculo de necesidades I (MRP)	Sem.5	-	BC4. Definición plan de demanda y plan de capacidad (L sem.5; P sem.6)
Cálculo de necesidades II (MRP)	Sem.5	-	BC5. Determinación de planes de producción (L sem.5; P sem.6)
Cálculo de necesidades II (MRP)	Sem.6	Problema sobre MRP (L sem.6; P sem.8)	BC6. Determinación de la lista de materiales y status inicial para el aprovisionamiento (L sem.6; P sem.8)
Examen parcial	Sem.7	-	-
5 Gestión de Stocks I	Sem.6 y 8		BC7. Temporalización de las órdenes de fabricación y aprovisionamiento (L sem.8; P sem.9)
Gestión de Stocks I	Sem.9	Problema gestión de stocks I (L sem.9; P sem.10)	BC8. Determinación sistema de gestión de stocks (L sem.9; P sem.10)
Gestión de Stocks II	Sem.9 y 10	Problema gestión de stocks II (L sem.10; P sem.11)	BC9. Imposición de limitaciones en el sistema de gestión de stocks (L sem.10; P sem.11)
6 Programación de Operaciones	Sem.11 y 12	Problema sobre programación de operaciones (L sem.11; P sem.12)	BC10. Programación de operaciones para el plan de demanda definido (L sem.11; P sem.12)
Defensa final BC	Sem.13	-	Presentación global de las tareas del BC (sem.12)

Obviamente, esta distribución de las dos sesiones presenciales que hay por semana a lo largo del cuatrimestre, requiere de una planificación previa detallada y de la voluntad de todas las partes de trabajar de forma continua y regular a lo largo del curso.

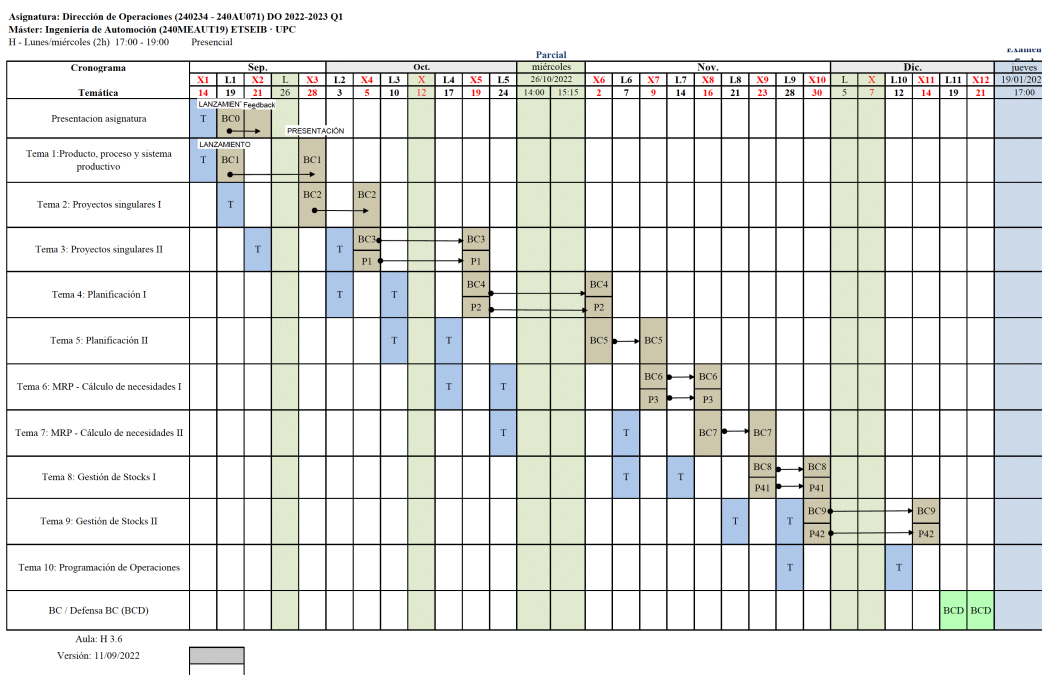
Por este motivo, como parte esencial del método docente aplicado, es importante que tanto profesor como estudiantes tengan presente, en todo momento, en qué punto de la asignatura están y conozcan todo lo que está por venir. Para ello, se realiza un cronograma en el que se muestra cuál es el objetivo de cada una de las clases presenciales de la asignatura (ver figura 4).

<sup>6</sup> Se indica la semana lectiva en la que se lleva a cabo la lección magistral correspondiente a cada bloque temático.

<sup>7</sup> Se indica la semana en la que el profesor lanza (L) el problema, explicando el enunciado del mismo y en la que los estudiantes presentan (P) su resolución.

<sup>8</sup> Se indica la semana en la que el profesor lanza (L) la tarea del proyecto o Business Case que tienen que realizar, explicando qué se espera que hagan, y en la que los estudiantes presentan (P) su trabajo.

**Figura 4** Cronograma de la asignatura de DO.





deben entregar y presentar el trabajo realizado. Así, todos los problemas y tareas del Business Case, son entregados y presentados de forma oral ante el resto de los compañeros y los profesores, siguiendo el cronograma definido.

Estas entregas y presentaciones dan lugar, no solo a la evaluación, por parte del profesor, del desempeño del grupo, y a la corrección, en caso de que se requiera, del trabajo presentado, sino también, a una evaluación individual de las competencias desarrolladas por los estudiantes.

Asimismo, con el fin de garantizar la adquisición de los conocimientos por parte de los estudiantes y evitar aprovechamientos derivados del trabajo en equipo, a mitad de curso se realiza una prueba práctica e individual sobre los conceptos vistos hasta momento. Esta prueba, llamada examen parcial, permite ratificar el progreso de los estudiantes y reorientar, en caso necesario, su proceso de aprendizaje.

Todo lo anterior queda reflejado en el sistema de evaluación definido para las asignaturas. Este sistema de evaluación consta de tres elementos evaluativos: (1) el examen parcial, con un peso del 30% y un carácter plenamente individual; (2) los problemas propuestos, con un peso del 20% y un carácter grupal e individual; y (3) el proyecto o Business Case desarrollado, con un peso del 50% y, también, con un carácter grupal e individual.

### 4.3. Trabajo cooperativo

Siendo conscientes de que la colaboración entre personas es esencial en el contexto actual (Guerrero, Palma, y La Rosa, 2014) y de los beneficios del aprendizaje cooperativo, se decidió optar por esta estrategia para el desarrollo del aprendizaje basado en problemas y proyectos.

Los equipos deben ser formados por los propios estudiantes al inicio de la asignatura. Estos equipos, deben trabajar de forma cooperativa a lo largo del curso en aras de alcanzar unos objetivos comunes. Para ello, con el fin de evitar que algunos estudiantes tengan una actitud no cooperativa y se beneficien del esfuerzo de sus compañeros se utilizan una serie de mecanismos que aseguran los cinco aspectos clave para que el aprendizaje colaborativo sea efectivo (Gillies, 2016).

Así, por medio de las presentaciones semanales de los problemas y/o el proyecto y el sistema de evaluación establecido, se intenta fomentar la interdependencia positiva, la interacción entre los miembros de un equipo y entre equipos, la responsabilidad individual, las habilidades sociales y el procesamiento grupal.

En efecto, con el fin de que los estudiantes sean conscientes de que su éxito depende del éxito de sus compañeros y de que su trabajo contribuye al esfuerzo colectivo, se evalúan todas las actividades de forma grupal e individual y se presentan por dos o más miembros del equipo, que seleccionan los profesores el mismo día de la presentación. Asimismo, en las presentaciones, limitadas en tiempo, se fomenta la participación equitativa de los miembros que participan, de forma que la excesiva participación de un miembro, en detrimento del resto, no sólo perjudica al resto sino también a quien utiliza la mayor parte del tiempo.

Por otro lado, en aras de que los estudiantes interactúen entre sí, tanto con su propio equipo como con el resto de compañeros, las presentaciones semanales se realizan ante toda la clase, fomentando que la retroalimentación no solo la dé el profesor sino también cualquier estudiante. De esta manera, también se intentan fomentar las habilidades sociales necesarias para el trabajo cooperativo, como son la capacidad de escuchar activamente a los compañeros, la capacidad de compartir ideas, la capacidad de valorar constructivamente el trabajo de los demás, etc.

Finalmente, cabe destacar que el papel de los profesores como facilitadores del proceso de aprendizaje también fomenta el procesamiento grupal y la interacción promotora, siendo los propios estudiantes los responsables de gestionar el trabajo en equipo y los conflictos que se puedan dar.

## 5. Resultados del método

El método docente explicado viene utilizándose en las asignaturas de DO y MHD del máster en Ingeniería de Organización a lo largo de más de cinco cursos académicos. Los resultados observados a lo largo de todos estos años evidencian los beneficios de este método docente.

En cuanto a los resultados alcanzados, cabe destacar la valoración media de los estudiantes en las encuestas de satisfacción de las asignaturas. Como puede observarse en la tabla 3, la valoración media de la asignatura de DO y de MHD desde el curso 2016/17 ha superado notablemente la valoración media del conjunto de asignaturas del departamento de Organización de Empresas ( $\bar{X}_{DOE}$ ), de la Escuela ( $\bar{X}_{ETSEIB}$ ) y de la propia UPC ( $\bar{X}_{UPC}$ ). En efecto, a la pregunta “En conjunto estoy satisfecho con esta asignatura” la valoración media ponderada respecto a la tasa de participación en la asignatura de DO desde el curso 2016-2017, es de 4,56; mientras que para la asignatura de MHD ha sido de 4,64, mejorando los resultados del Departamento y la Escuela en más de un 24% de media y de la UPC en un 21,8%.

**Tabla 3** Resultados encuestas realizadas durante los últimos cinco cursos académicos (P1: Los contenidos de la asignatura me han parecido interesantes; P2: En conjunto estoy satisfecho con esta asignatura; P3: La evaluación se corresponde con los objetivos y el nivel de la asignatura).

Curso	Asig.	Part.	Part.	P1			P2			P3 <sup>9</sup>				
				$\bar{X}$	$\bar{X}_{DOE}$	$\bar{X}_{ETSEIB}$	$\bar{X}_{UPC}$	$\bar{X}$	$\bar{X}_{DOE}$	$\bar{X}_{ETSEIB}$	$\bar{X}_{UPC}$	$\bar{X}$	$\bar{X}_{DOE}$	$\bar{X}_{ETSEIB}$
2020/21	DO	19	4,60				4,60				-			
	MHD	21	4,83	3,55	3,67	3,81	4,83	3,27	3,35	3,53	-	-	-	-
2018/19	DO	23	4,86				4,71				4,71			
	MHD	25	4,71	3,58	3,66	3,77	4,86	3,48	3,43	3,53	4,71	3,64	3,46	3,63
2017/18	DO	48	4,60				4,36				4,53			
	MHD	44	4,50	3,54	3,68	3,77	4,5	3,43	3,38	3,52	4,36	3,63	3,41	3,61
2016/17	DO	32	5,00				4,71				4,86			
	MHD	36	4,54	3,61	3,74	3,78	4,54	3,53	3,48	3,52	4,31	3,69	3,47	3,60

Por otro lado, cabe destacar también las tasas de éxito y rendimiento de las asignaturas, cercanas al 90% en ambos casos, y el escaso índice de absentismo de los estudiantes tanto a las lecciones magistrales como a las sesiones dedicadas a la presentación de los problemas y las tareas del proyecto.

Por lo que respecta al desarrollo competencial de los estudiantes, si bien la adquisición de las competencias específicas y generales de ambas asignaturas queda garantizada por el contenido de las mismas y por la superación de las diferentes actividades y/o pruebas de evaluación, el método de aprendizaje utilizado también favorece la adquisición de las competencias básicas y/o transversales.

En efecto, el hecho de aplicar una estrategia de aprendizaje cooperativo y que los estudiantes trabajen en grupo, no sólo para la resolución del Business Case o proyecto desarrollado a lo largo del curso, sino también para la resolución de los problemas temáticos específicos, favorece que los estudiantes aprendan a trabajar en equipo. De esta forma los estudiantes se enfrentan a situaciones que requieren la responsabilidad y el compromiso de trabajar, dentro de las limitaciones de tiempo establecidas, de forma coordinada y respetuosa. Así, aprenden no solo a gestionar su tiempo, sino también a gestionar los conflictos derivados de la diversidad de opiniones y caracteres de los miembros del equipo.

Por otro lado, si bien los problemas les sirven de entrenamiento para el desarrollo del Business Case, éste debe ser fruto del desarrollo original y de la aplicación de ideas de los propios estudiantes. Estos deben ser capaces de aplicar los conocimientos adquiridos en un entorno real relacionado con su área de estudios, lo cual requiere el desarrollo de habilidades relacionadas con la investigación y la integración y análisis de la información, para la posterior formulación de juicios y toma de decisiones. Todo ello teniendo en cuenta el contexto global y social en que se enmarca su proyecto.

Asimismo, el hecho de presenten periódicamente sus resultados y avances, fomenta el desarrollo de las habilidades de síntesis y presentación de datos e información y comunicación, así como también la mejora continua del proyecto, mejorando la calidad de los mismos notablemente.

Por otro lado, es importante resaltar, también, que todos los resultados positivos de la aplicación del método docente vienen acompañados de una serie de dificultades y/o desventajas.

Para empezar, los estudiantes deben abandonar su hábito de estudio y sentir la asignatura como un trabajo real y profesional en el que hay que responder todas las semanas y comprometerse con el equipo. Este hecho, ha provocado reticencia en un pequeño grupo de estudiantes durante las primeras semanas, sin embargo, dándoles la opción de recurrir a la evaluación tradicional, siempre han sido los propios estudiantes los que han decidido optar por el trabajo regular y equilibrado a lo largo de todo el curso.

Asimismo, la aplicación de este método docente implica un esfuerzo adicional por parte de los profesores. Se debe planificar de forma exhaustiva qué se hará en cada sesión docente, asegurar su cumplimiento y corregir de forma rápida las posibles desviaciones que puedan ocurrir. Se debe poner especial atención a la evaluación de los estudiantes, intentando minimizar los problemas de atribución de los trabajos en equipo y de la valoración cuantitativa del nivel de adquisición de las competencias blandas. Por ello, es necesario una evaluación y supervisión semanal del trabajo de los estudiantes que permita notar la evolución de los mismos y detectar las faltas de compromiso. Por último, se debe tener un mínimo conocimiento sobre los productos seleccionados por los estudiantes y su contexto, lo que implica un trabajo de investigación adicional por parte del profesor.

<sup>9</sup> El modelo de encuesta realizado se modificó en el curso 2019, eliminando la pregunta P3.

Finalmente, es importante también tener en cuenta algunos aspectos clave que favorecen la aplicación del método. Destacables son el tamaño del grupo docente de cada una de las asignaturas y el perfil de los/las estudiantes.

Ambas asignaturas son asignaturas de máster, por lo que los/las estudiantes disponen ya de una titulación y, en su gran mayoría, cuentan con experiencia profesional en entornos reales. Esto facilita la perspectiva real exigida en el proyecto que tienen que desarrollar a lo largo del curso, así como también aumenta la motivación e interés.

Por otro lado, el hecho de que los grupos docentes no sean de más de 30 estudiantes y un factor esencial para el desarrollo del método, tanto por la carga de trabajo que supone como por la efectividad del papel del profesor o profesora como guía del proceso de aprendizaje.

## 6. Conclusiones

La experiencia acumulada a lo largo de los últimos años académicos combinando las lecciones tradicionales con estrategias de aprendizaje activo nos demuestra la multitud de beneficios que tiene este tipo de metodología docente en el desarrollo competencial de los estudiantes. Los estudiantes logran unos mejores resultados académicos cuando ellos tienen una actitud proactiva en su proceso de aprendizaje y muestran mayor interés y motivación cuando trabajan en un contexto real seleccionado por ellos mismos, favoreciendo, así, el desarrollo de competencias metodológicas.

Asimismo, el trabajo en equipo, la autogestión y las presentaciones favorecen el desarrollo de competencias sociales y humanas. Mientras que el trabajo regular favorece la mejora continua de su desempeño y la disminución de la tasa de abandono en las asignaturas.

Obviamente, todo ello requiere de un esfuerzo adicional por parte del profesor, estando obligado a planificar adecuadamente la asignatura y a evaluar y guiar el proceso de aprendizaje de los estudiantes de forma continua. No obstante, se recomienda encarecidamente la aplicación de este tipo de método docente en el ámbito de la ingeniería de organización industrial, donde además de los conocimientos técnicos y específicos, las habilidades sociales, metodológicas y personales tienen una especial relevancia en la empleabilidad de nuestros estudiantes.

## Referencias

- Alfaro-Pozo, R. & Bautista, J. (2018) Collaborative problem and project-based learning: the case of Operations Management in the Master's degree in Management Engineering. 10th International Conference on Education and New Learning Technology (Palma, 2nd-4th of July, 2018): conference proceedings (pp. 7442-7448). IATED Academy.
- Bautista, J. (2020a). Prácticas de Dirección de Operaciones 240EO024. Máster Universitario Ingeniería de Organización 240MUEO 2020 • ETSEIB. Universitat Politècnica de Catalunya OPE – PROTHIUS – UPC: Organización de la producción en talleres híbridos.
- Bautista, J. (2020b). Dirección de Operaciones • Guía Business Case 2020. Máster Universitario en Ingeniería de Organización (240MUEO) ETSEIB. Universitat Politècnica de Catalunya OPE – PROTHIUS – UPC: Organización de la producción en talleres híbridos.
- Barrows, H.S. (1986). A taxonomy of problem-based learning methods, *Medical Education*, vol. 20, no. 6, pp. 481-486.
- Gillies, R.M. (2016) Cooperative learning: Review of research and practice. *Australian journal of teacher education*, 41(3), 3.
- Guerrero, D., Palma, M. y La Rosa, G. (2014). Developing competences in engineering students. The case of project management course. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 112, 832-841.
- Hitchens, M. & Lister, R. (2009). A focus group study of student attitudes to lectures. In *Conferences in Research and Practice in Information Technology Series*, 2009.
- Maffioli, F. & Augusti, G. (2003). Tuning engineering education into the European higher education orchestra, *European Journal of Engineering Education*, 28:3, 251-273, doi: 10.1080/0304379031000098832
- Monden, Y. (1993). *Toyota Production System An Integrated Approach to Just-In-Time* (2da edición). Boston, MA: Springer US. p. 16. ISBN 978-1-4615-9716-2.

Olmedo, EM. (2013). Enfoques de aprendizaje de los estudiantes y metodología docente: Evolución hacia el nuevo sistema de formación e interacción propuesta en el EEES. *Revista de Investigación Educativa*, 31(2), 411-429.

Pallisera, M., Fullana, J., Planas, A. & Valle, A.D. (2010). La adaptación al Espacio Europeo de Educación Superior en España: los cambios/retos que implica la enseñanza basada en competencias y orientaciones para responder a ellos. *Revista Iberoamericana de Educación*, 52(4).

Universitat Politècnica de Catalunya (2021a). Guia docente 240345 - 240EO064 - Direcció d'Operacions. Recuperado el 25 de noviembre de 2021, de <https://guiadocent.etseib.upc.edu/guiadocent/profile/default/action/fitxa.php?code=240345&lang=ca&degree=1420>

Universitat Politècnica de Catalunya (2021b). Guia docente 240344 - 240EO063 - Models i Eines de Decisió. Recuperado el 25 de noviembre de 2021, de <https://guiadocent.etseib.upc.edu/guiadocent/profile/default/action/fitxa.php?code=240344&lang=ca&degree=1420>