

# Aplicando el pensamiento Lean a la mejora de la eficiencia de los procesos docentes: una experiencia en una asignatura de dirección de proyectos

Arturo Jaime\*, José Miguel Blanco†, César Domínguez\*, Imanol Usandizaga†

\*Dpto. de Matemáticas y Computación, Univ. de La Rioja, Logroño, España.

†Dpto. de Lenguajes y Sistemas Informáticos, Univ. del País Vasco/Euskal Herriko Unib., Donostia-San Sebastián, España.

arturo.jaime@unirioja.es, josemiguel.blanco@ehu.eus, cesar.dominguez@unirioja.es, imanol.usandizaga@ehu.eus

**Resumen**—Para que la innovación educativa sea transformadora y perdurable, es imprescindible usar estrategias que equilibren el impacto pedagógico y el esfuerzo de profesorado y alumnado. Enfoques organizativos, como el Lean, ofrecen herramientas para rediseñar la experiencia docente con el objetivo de reducir pasos que no aportan valor al aprendizaje o que pueden rediseñarse con menor coste de tiempo y recursos. En este trabajo se ha aplicado el método Lean de representación del flujo de valor a las prácticas de dirección de proyectos, de una asignatura de Ingeniería Informática. Entre los beneficios del nuevo diseño sobresale la realimentación de tipo inmediato o temprana de forma natural, la reducción de bloqueos iniciales, de tareas de revisión, de errores previsibles, de acumulación de trabajo asociado al aprendizaje y a la corrección, la visualización de avances en tareas y la centralización del acceso a documentos de trabajo.

**Abstract**—For educational innovation to be transformative and sustainable, it is essential to adopt strategies that balance pedagogical impact with the effort required from both instructors and students. Organizational approaches such as Lean provide tools to redesign the teaching–learning experience with the aim of eliminating activities that do not add value to learning or that can be restructured with lower demands on time and resources. In this work, the Lean value stream mapping method has been successfully applied to project management practical sessions in a Computer Science Engineering course. Among the benefits of the redesigned approach are the natural emergence of immediate or early feedback, a reduction in initial blockages, review-related tasks, predictable errors, and the accumulation of work associated with both learning and assessment. Additional benefits include improved visualization of task progress and centralized access to working documents.

**Palabras clave**—Lean, representación del flujo de valor, retroalimentación, orientación y guía, visualización, aprendizaje basado en proyectos, aprendizaje en espiral.

## I. INTRODUCCIÓN

Al implantar un nuevo método docente, el profesorado se suele centrar en su eficacia, esto es, en lograr mejoras en el aprendizaje y en los resultados académicos del alumnado. Como consecuencia, algunos trabajos identifican una sobrecarga de dedicación cuando se implantan las innovaciones [1], [2], que aunque inicialmente se sitúan en segundo plano, pueden persistir a lo largo de los cursos y amenazar su continuidad [1]. Por ejemplo, se han detectado

sobrecargas en métodos docentes como el aprendizaje autodirigido, el basado en proyectos, el basado en problemas, el semipresencial o la gamificación [1], [2], [3]. Las actividades docentes excesivamente laboriosas, para el profesorado o para el alumnado, se suelen rediseñar buscando reducir esfuerzos y mantener su impacto positivo [1], [2], [4], [5].

Este trabajo presenta una experiencia de adaptación y aplicación de un método contrastado como RFV (Representación del Flujo de Valor, en inglés VSM) a la mejora de la eficiencia de actividades reales de enseñanza y aprendizaje. El método RFV sistematiza la aplicación del pensamiento Lean, nacido en el ámbito de la fabricación industrial en Toyota y que se ha venido utilizando en el sector de administración y servicios desde hace algo más de una década [6]. Lean sigue un enfoque *sistemático* sustentado en la *observación* y el *análisis*, y se apoya en el *sentido común* y la *intuición*. Se fundamenta en la experiencia y participación de los implicados y fomenta el trabajo en equipo como medio para potenciar la creatividad y la innovación. Integra una serie de principios de reorganización orientados a reducir esfuerzos innecesarios, llamados *desperdicios* o *despilfarros*. Se busca *maximizar el valor* aportado, por el trabajo realizado, a las personas hacia quienes va dirigido. Esto puede contribuir a que el profesorado pueda asimilarlo y adoptarlo con relativa facilidad, al basarse en principios cercanos a su práctica cotidiana. En el contexto educativo, el principal valor a maximizar son los resultados académicos y el *aprendizaje del alumnado*, mientras que uno de los recursos clave es el *esfuerzo docente* requerido.

El objetivo general de este trabajo es la adaptación y aplicación de los principios Lean al contexto educativo, específicamente a la mejora de la eficiencia de los procesos docentes en una asignatura de dirección de proyectos del Grado en Ingeniería Informática. Como en muchas otras asignaturas, donde se han usado diversas técnicas asociadas a la “docencia activa”, tras la etapa de reforma, cambio e innovación, nos encontramos en una etapa de consolidación

y proyección hacia el futuro, a la vez que de renovación de equipos docentes. Cuando la ilusión asociada a la novedad y a los proyectos de impulso de la innovación pasa, queda la necesidad de realizar un trabajo sólido, profesional y sostenible [7], [8], [9], no solo para los impulsores iniciales de las nuevas dinámicas de trabajo [10], [11], [12].

En este trabajo se presenta la experiencia de *adaptación del método RFV a la mejora docente* buscando, entre otros aspectos, la reducción de errores de interpretación del alumnado o los tiempos de entrega.

En el siguiente apartado se presentan ejemplos de cómo se ha venido aplicando Lean para mejorar procesos docentes. El tercer apartado explica cómo adaptar el método RFV a los procesos educativos. A continuación, estructurado en dos apartados, se presenta la aplicación de este método al caso real de las prácticas de una asignatura de dirección de proyectos. El artículo finaliza con una sección de conclusiones en que se reflexiona sobre el valor aportado por el método para el nuevo diseño de las prácticas.

## II. TRABAJOS RELACIONADOS

En la literatura encontramos diversos ejemplos donde se aplica el *pensamiento Lean* para mejorar la docencia. Algunos de ellos mencionan el método RFV [1], [2], [13]. Casi todos incluyen un paso de *análisis* del método docente a mejorar, cuyo resultado se representa de forma gráfica. Después se identifican problemas de las actividades analizadas y se buscan soluciones [4], [5], [14].

Así, el pensamiento Lean se ha comenzado a aplicar en la clase invertida [16], el aprendizaje basado en proyectos [2], [3], las prácticas de laboratorio [13], [15], [16], las tareas escritas [5], [13], el apoyo a cursos online [1], o las clases tradicionales [13], [17]. Cabe destacar que, incluso en asignaturas aparentemente optimizadas, se observaron reducciones apreciables del esfuerzo docente y discente [2].

El equipo de personas encargado de poner en marcha una mejora con *Lean* debería estar compuesto por profesorado con experiencia en el método docente que se desea mejorar. Así se hace en la mayoría de los trabajos, incluyéndose, a veces, a profesorado afín o a miembros del cuerpo técnico o administrativo [1], [2], [13], [15].

Con respecto al *valor aportado* al alumnado por los métodos docentes se mencionan la adquisición de habilidades, el rendimiento académico y la satisfacción. Como *medidas del valor aportado* se proponen las calificaciones en exámenes y trabajos, la tasa de abandono [4], [18] y la opinión del alumnado [1], [2], [13].

También se han realizado estudios empíricos que han observado reducciones sustanciales en los tiempos de corrección, de aportación de retroalimentación [5] y de aprovechamiento de las clases prácticas, por parte del profesorado, o en el tiempo dedicado a redacción de informes [15] y la puntualidad [3], en el caso del alumnado.

## III. ADAPTACIÓN DEL MÉTODO RFV A LA EDUCACIÓN

RFV es un método sistemático de aplicación de Lean basado en unos *diagramas*, denominados *de flujo de valor*. El método se adaptó desde el mundo industrial al de las tareas de oficina y servicios [19], y acumula, en este último contexto, una amplia y exitosa experiencia. En este método se destaca la importancia de lograr el acuerdo tanto de quienes participan en las etapas del método como de quienes realizan habitualmente las tareas analizadas.

Podemos destacar algunos *principios Lean* aplicables a la docencia [2], [13], [18], como identificar y mantener solo las actividades que *aportan valor* al aprendizaje, ajustar la *carga y el flujo de trabajo* para que las actividades se desarrollen de manera continua, evitando una distribución irregular del esfuerzo a lo largo del curso —con periodos de baja actividad seguidos de picos intensos de trabajo—, y sobrecargas, asociadas a situaciones en las que se exige al profesorado o al alumnado un volumen de tareas o de correcciones difícilmente asumible en el tiempo disponible. Otro principio es *introducir recursos visuales* para mostrar y seguir el avance de las entregas.

La Figura 1 representa las cinco etapas del método. Se comienza con una etapa de *preparación*, donde se crea el equipo de trabajo y se acuerda qué se va a intentar mejorar.

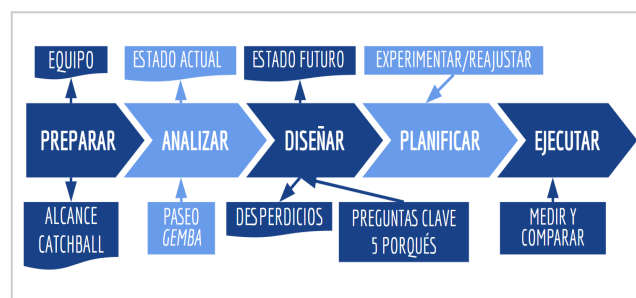


Figura 1. Etapas del proceso de representación del flujo de valor (RFV).

En la segunda etapa se *analiza* la situación. En el caso de las prácticas de una asignatura, se identificarían los pasos que se dan, quiénes intervienen (profesorado, alumnado...), qué tareas y entregables se realizan (retroalimentación, calificaciones, dudas, propuestas de solución...), cuánto tiempo se dedica en cada paso, etc. Para facilitar el análisis, toda esa información se representa en un *diagrama del estado actual*.

En la tercera etapa se *rediseña* la actividad docente. Es una etapa creativa orientada a encontrar soluciones a los problemas.

En la cuarta etapa se *planifica* cómo se implementarán las nuevas ideas. La implantación se suele plantear en forma de experimentación y reajuste, donde se van probando varias alternativas y comprobando cuáles funcionan mejor.

La etapa final es la de *ejecución* de la planificación. Es una etapa de aprendizaje organizativo. Es importante

implicar a todos los participantes e implicados para que los cambios se mantengan en el tiempo.

A continuación se profundiza en el trabajo a realizar durante las tres primeras etapas, mediante tres subapartados.

### III-A. Análisis y diseño: desperdicios en educación

La clasificación de las ocho fuentes de *desperdicios* de esfuerzo o tiempo constituyen quizá la parte más conocida de Lean. Las vamos a presentar desde una perspectiva docente.

Se conoce como desperdicio de *inventario* al trabajo imposible de asumir en el momento de recibirlo. Esto ocurre cuando se acumulan muchas tareas o exámenes que corregir o se añade a lo anterior la preparación de actividades docentes [5]. El desperdicio de las *esperas* se produce cuando nos vemos forzados a posponer una tarea. Por ejemplo, cuando el profesorado retrasa la retroalimentación, cuando se forman colas para revisar trabajos o exámenes o cuando se tarda en responder preguntas recibidas por email.

El desperdicio de los *defectos* se refiere a las tareas derivadas de encontrar errores en el trabajo previo. Esto ocurre cuando hay errores o inconsistencias en especificaciones, enunciados, plazos, o ejercicios resueltos. Por otra parte, los errores en exámenes o entregas de trabajos también exigen al profesor un esfuerzo de retroalimentación.

El desperdicio de *sobreproceso* implica alargar una tarea haciendo cosas que nadie ha pedido. Ejemplos de ello son la escritura de comentarios excesivos en trabajos o exámenes. El desperdicio de *sobreproducción* sucede cuando se aporta información o servicios que no se necesitan o antes de que se necesiten. Algunos ejemplos son elaborar apuntes del curso que duplican materiales de terceros de mayor calidad [4], u ofrecer materiales complementarios excesivos [14].

El desperdicio de *desplazamientos* durante el trabajo, puede ser físico, como desplazarse a aulas lejanas [14], y también digital como tener que visitar diferentes herramientas o repositorios digitales para realizar una tarea, como aulas virtuales o medios de comunicación [2], [17]. El desperdicio de *transporte* incluye el envío innecesario de materiales de trabajo, o entregables. Un ejemplo de ello sería la entrega de documentos en un aula virtual si ya se tienen compartidos en la nube o están accesibles en GitHub [2].

Finalmente, el desperdicio de *ignorar el talento* significa no utilizar las competencias de las personas que participan en la asignatura (profesorado o alumnado). Por ejemplo, hay casos donde puede tener sentido la autocorrección de pruebas o la valoración por pares [14] o que convendría impulsar la participación del alumnado en discusiones [17] o ampliar la formación de personas colaboradoras y delegar en ellas responsabilidades, si el esfuerzo necesario es aceptable.

### III-B. Diseño: preguntas iniciales y cinco porqués

Algunos autores [19], [20] proponen hacerse algunas preguntas iniciales, muy relacionadas con los principios Lean, que ayudan a centrar el foco del análisis y las

prioridades, a no perder la perspectiva del cliente y a evitar discusiones estériles. Las preguntas incluyen: (1) *qué necesita realmente el alumnado*, (2) *qué actividades generan valor y cuáles desperdicio*, (3) *cómo se pueden reducir los bloqueos e interrupciones en las actividades de enseñanza y aprendizaje*, (4) *cómo se pueden gestionar esos bloqueos o interrupciones*, (5) *cómo repartir la carga de trabajo para que sea equilibrada a lo largo del curso*, (6) *cómo medir si el nuevo diseño mejora el aprendizaje y reduce el esfuerzo* y (7) *qué mejoras serían necesarias en el estado futuro*.

Para descubrir causas se suele utilizar la técnica de los *cinco porqués*, que consiste en cuestionar sistemáticamente sobre ‘por qué’ ocurre un problema hasta identificar su origen subyacente.

### III-D. Diseño: catálogo de ideas de solución genéricas

La literatura sobre Lean plantea un *catálogo de ideas de solución genéricas* que se pueden adaptar a problemas concretos y que cuentan con experiencia positiva acumulada. Veamos algunas de ellas desde el prisma de la docencia.

La *reducción del tamaño de los lotes* está relacionada con lograr una carga de trabajo equilibrada a lo largo del tiempo. Se refiere a dividir tareas grandes en subtareas, priorizarlas y concentrarse cada vez en una [19]. Otro aspecto relacionado con la idea anterior es conseguir que se realicen actividades *de forma continuada y sin paradas* (flujo continuo) [19], [20]. En este caso, es esencial identificar y eliminar la causa de las interrupciones, un ejemplo de ello es facilitar al alumnado información excesiva para realizar una tarea frenando o parando su inicio.

Las *células de proceso* son sesiones donde colaboran varios actores de las actividades que se tratan de mejorar, por ejemplo, profesorado y alumnado.

El *procesamiento concurrente* implica que varias personas realicen actividades de aprendizaje relacionadas, de forma simultánea y coordinada (en lugar de secuencialmente) para reducir el esfuerzo necesario y acortar el tiempo de entrega [19]. Una aplicación de lo anterior consistiría en organizar tutorías conjuntas donde los participantes comparten sus dudas y todos se benefician de las respuestas.

La *estandarización del trabajo* supone conseguir que la realización de tareas similares sea repetible y predecible, sin importar quién las realiza [20]. Esto se puede conseguir, por ejemplo, mediante la elaboración de plantillas con explicaciones claras de los pasos a realizar.

La *visualización del trabajo* significa ver el avance de las tareas y ser capaces de detectar retrasos sin molestar a los equipos de trabajo [19], [20]. Se trata de organizar un cuadro de mandos o panel de control que muestre los avances.

## IV. DIRECCIÓN DE PROYECTOS: INICIO, ANÁLISIS Y DISEÑO

En este apartado vamos a detallar la aplicación de los tres primeros pasos del método Lean RFV al caso concreto de las *prácticas de dirección de proyectos* del Grado de Ingeniería

Informática de la Universidad de La Rioja y la Universidad del País Vasco. Se sigue un enfoque en espiral de proyectos, cuya eficacia está avalada empíricamente [11]. Insistimos en que no se trata tanto de mejorar el método como de optimizarlo. Aprovecharemos la presentación de la fase de preparación para explicar los pasos de las actividades docentes estudiadas.

En la fase de *preparación*, se acotó el análisis a las *prácticas de dirección de proyectos* del Grado de Ingeniería Informática de la Universidad de La Rioja para, en su caso, extender las conclusiones a la Universidad del País Vasco. La actividad se estructura en torno a los *proyectos* denominados respectivamente P1, P2 y P3, de complejidad creciente. Los proyectos se presentan en la web mediante una bitácora o blog. Además, los documentos a elaborar se comparten en la nube entre el profesorado y los equipos de estudiantes desde el inicio de cada proyecto y tienen el formato de una plantilla a completar. La retroalimentación del profesorado se escribe sobre estos documentos en forma de comentarios. También se cuenta con la intervención de una persona que hace el papel de *cliente* (quien encarga la realización de los productos). Normalmente este papel queda en manos del profesorado de la asignatura mediante un correo electrónico especial o se cuenta con la colaboración esporádica y presencial de un profesor externo [12].

P1 se presenta como un ejemplo ya finalizado y su objetivo es servir para consultar dudas. En P2 el alumnado elabora dos productos en equipos de tres o cuatro personas: un sitio web sencillo y un guión técnico de vídeo. El sitio web incluye elaborar dos cuestionarios, buscar y enlazar varios vídeos de terceros y diseñar y crear una infografía. El proyecto P3 se realiza en equipos de cinco o seis personas y contempla la elaboración de dos vídeos y de un sitio web plurilingüe. Este último incluye la programación de un juego sencillo (por ejemplo un puzzle) y debe abordar cuatro temáticas, que varían cada curso, mediante cuestionarios, vídeos de terceros y resúmenes de artículos. Por razones de espacio, en este trabajo se describen sólo las actividades de la primera mitad de las prácticas (9 semanas) que corresponden a los proyectos P1 y P2 completos y al principio de P3.

Para abordar el proceso se constituyó un equipo de tres profesores con amplia experiencia en las prácticas y otro profesor externo a la asignatura. Se nombró responsable al profesor que imparte actualmente las prácticas. La dirección organizativa se circunscribió al ámbito de la asignatura y no se consideró necesario entrevistar a otros profesores.

#### IV-A. Análisis: representación de los pasos

En primer lugar se representó la visión compartida de la actividad de alumnado y profesorado en un *diagrama del estado actual* (Figura 2).

La primera parte (nueve semanas) incluye los proyectos P1, P2 e inicio de P3. No se consideró necesario asistir a

clases de prácticas ni a revisiones de documentos. En el diagrama, los elementos con forma de fábrica representan *entidades o actores externos* mientras que los recuadros representan *pasos del proceso*. Estos últimos constan de tres o cuatro cuadros adyacentes. El cuadro superior contiene el nombre del proceso y el segundo cuadro los actores del paso. Se han usado colores en el cuadro superior para distinguir pasos del mismo actor. En el tercer cuadro se ha anotado la semana (entre S1 y S9), el tiempo neto de trabajo o proceso (TP) y el tiempo que cuesta entregar el resultado (TE). En algunos casos se ha añadido un cuadro para aclarar cálculos de tiempo. Los pasos de la misma semana se han alineado verticalmente y las semanas se han ordenado de izquierda a derecha. También se utilizan flechas en zigzag para indicar transferencias electrónicas (mensajes, documentos...).

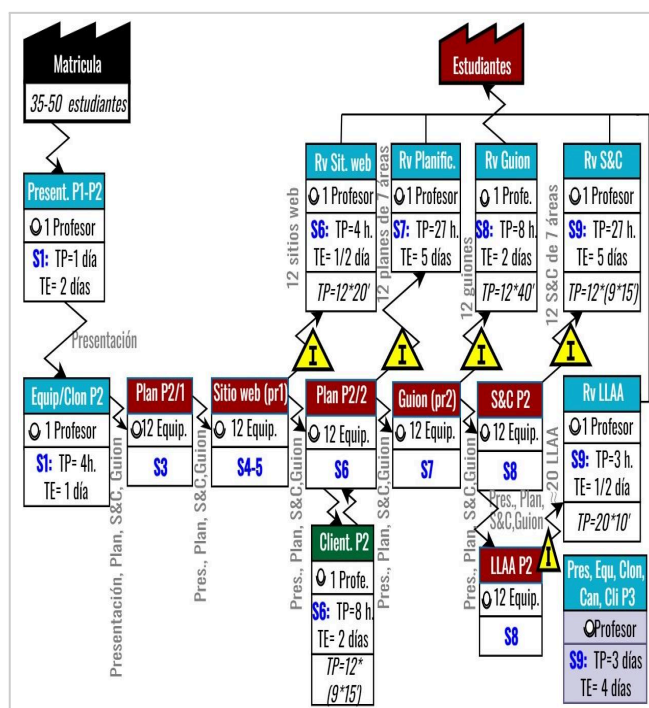


Figura 2. Diagrama de estado actual para las nueve primeras semanas del curso donde se realizan los proyectos P1 y P2 y se inicia el P3.

Los pasos mostrados en la Figura 2 comienzan en la primera columna, que alinea los pasos de la semana S1, con la publicación en la bitácora de las presentaciones de los proyectos P1 y P2 y de los entregables ya finalizados del proyecto ejemplo P1. En el segundo paso de S1 el profesorado crea y publica los equipos de estudiantes a partir de datos disponibles y, además, se crean en la nube copias de las plantillas (clones) de los documentos de planificación y seguimiento y control (S&C) de P2 para cada equipo. Las plantillas incluyen notas al pie con información de apoyo. En la semana S3 (segunda columna), los equipos elaboran la parte del plan de P2 correspondiente al primer producto. El plan de este proyecto contiene siete secciones: alcance, tiempo, recursos, calidad, comunicación, interesados y adquisiciones. Después, los equipos desarrollan el sitio web,

explicado anteriormente, durante las semanas S4 y S5. A continuación concluyen el plan de P2, durante la semana S6, incluyendo el segundo producto, y posteriormente desarrollan durante la semana S7 el guión técnico de vídeo, explicado antes, sobre otra plantilla compartida con el profesorado. El resultado de este segundo producto incluye materiales audiovisuales de terceros para utilizar en la creación de un futuro vídeo. Los equipos van actualizando el seguimiento y control durante los pasos de P2 y lo finalizan la semana S8. Por último, se recopilan propuestas individuales de lecciones aprendidas la semana S9. El profesorado revisa y califica los entregables de los estudiantes entre las semanas S6 y S9, como se observa en los pasos asociados al profesorado.

En el diagrama se observa la coincidencia en una misma semana de varias tareas del profesorado. Por ejemplo, asumir el rol de cliente y revisar el sitio web durante la semana S6 o revisar seguimientos, lecciones y el inicio del proyecto P3 durante la semana S9. Se han marcado con triángulos amarillos los puntos donde se acumulan lotes de trabajo. Esto ocurre alrededor de las fechas de entrega. En P2 suelen formarse aproximadamente doce equipos que generan unas 120 páginas de planificaciones, 80 de seguimiento y control, 90 de guiones y 20 de lecciones aprendidas. El proyecto P3 (no cubierto en la Figura 2) integra seis o siete equipos que producen unas 90 páginas de planificación, 70 de seguimiento y control y 6 de lecciones aprendidas. Además, el profesor debe revisar aproximadamente doce sitios web sencillos en P2 y doce vídeos y seis sitios web más extensos en P3. La representación del rol de cliente supone intercambiar unos 60 mensajes con los equipos de P2 y un centenar con los de P3. En P3 también se revisan mensajes con propuestas de calidad (6 párrafos), actas (6 páginas) y prototipos (18 páginas).

#### IV-B. Diseño: identificando desperdicios

Durante el análisis se empezaron a identificar problemas que se describieron y acotaron en la fase de diseño. El problema más importante que fue identificado es la acumulación de lotes de trabajo, o *inventario*, alrededor de los plazos de entrega y al final de P2 y comienzo de P3. Las actividades necesarias para asumir el rol de cliente (respuesta a preguntas, revisión de propuestas...) se suman a estos picos de trabajo. Además, hay que esperar a las fechas límite para empezar a corregir, porque no se sabe si el equipo ha concluido con el entregable.

Otro problema destacable es la cantidad de errores, o *defectos*, que cometen los equipos. La mayoría de errores revelan que no se pone suficiente atención a las explicaciones de las plantillas ni a las del cliente, ni a las del profesorado. Las correcciones cuestan menos si lo entregado tiene muy alta o muy baja calidad. En otro caso, el profesorado incluye muchos más comentarios (retroalimentación) sobre lo entregado. Desafortunadamente,

la mayoría de entregas corresponden a este último caso. Además, los comentarios del profesorado respecto a los errores tienen un efecto muy escaso, volviendo a observarse errores similares en el siguiente proyecto. También se proporciona a la vez que las calificaciones, lo que puede desincentivar su lectura. Esto apunta a que esta tarea de corrección no aporta valor al aprendizaje (*sobreproceso*).

La acumulación de lotes y la cantidad de errores detectados son la causa de que la retroalimentación se retrase (*esperas*) reduciéndose su potencial para el aprendizaje.

Los errores observados indican que las explicaciones incluidas en las plantillas no están logrando su objetivo, probablemente porque el alumnado no está suficientemente preparado, o porque no tiene la motivación o el tiempo para leerlas con atención.

Tanto alumnado como profesorado visitan continuamente la bitácora (blogger de Google) y los documentos compartidos en Google Drive, además de sus productos (canal y sitios web). Esto supone la navegación permanente (*desplazamiento*) entre varios entornos sin que exista ningún nexo de unión. El profesorado maneja unos 70 documentos compartidos con los diferentes equipos a lo largo de los proyectos, 16 sitios web y 6 canales. Otro entorno a tener en cuenta es el correo electrónico. El alumnado se comunica con el cliente del proyecto por ese medio y el profesorado debe contestar sus dudas simulando ser un cliente [12]. Para simplificar la gestión del email el profesorado va incluyendo en una página de la bitácora, accesible a cualquier visitante, las respuestas que interesan a todos los equipos. En el capítulo de la comunicación también se ha usado con éxito una hoja de cálculo, con acceso general de escritura, para gestionar las propuestas de referencias útiles para elaborar guiones (alumnado) y aceptarlas o rechazarlas (profesorado).

#### V. RESULTADO: REDISEÑO DE LAS PRÁCTICAS

La búsqueda de un nuevo diseño es la fase más creativa y su objetivo es concretar una visión común de cómo deberían hacerse las cosas para mejorar las actividades docentes. Se comienza respondiendo a las preguntas iniciales presentadas en el apartado anterior. *El alumnado necesita* realizar proyectos sencillos y satisfactorios para aprender sobre los planes del alcance, tiempo, recursos, adquisiciones, etc. y su seguimiento y control con un esfuerzo asumible y distribuido en el tiempo.

##### V-A. Identificando prioridades y causas de los problemas

Está claro que algunos esfuerzos del profesorado *no generan valor*, como la retroalimentación tardía o la forma de presentar las plantillas. El rediseño debe *evitar y gestionar bloqueos iniciales* acompañando al alumnado al comienzo de las tareas, por ejemplo, poniendo soluciones en común y retroalimentando al conjunto de la clase en los primeros pasos de cada plan. También se puede observar que los documentos y productos entregados son relativamente

extensos. Esto parece producir periodos de inactividad y picos de trabajo. Para *repartir mejor la carga de trabajo* se pueden dividir estos entregables en partes independientes, ajustar los calendarios de entrega y evitar la realización de tareas simultáneas por parte del profesorado. Para *saber si el proceso renovado mejora* el anterior se debe observar una reducción notable de las horas de corrección, del número de errores en las entregas y la mejora de la satisfacción del alumnado. En el estado futuro habrá que introducir mejoras que superen los problemas explicados, logrando que cada semana haya una entrega de tamaño pequeño o moderado que garantice la retroalimentación sencilla y temprana.

Con respecto a la búsqueda de las causas de los problemas, algunas parecen evidentes, como por qué se producen retrasos en la retroalimentación o por qué se acumula el trabajo de corrección. A pesar de ello, la aplicación de la técnica de los cinco porqués ha permitido matizarlas. Por ejemplo, el número de requisitos contemplado puede reducirse manteniendo el aprendizaje y disminuyendo el esfuerzo de corrección. También se pueden reducir algunos planes del proyecto P2 e introducirlos a partir de P3, repartiendo mejor las novedades. Con respecto a la cantidad de errores cometidos por el alumnado, se identifican como causas la forma de introducir los planes, la redacción de las plantillas, la falta de acompañamiento al comenzar con los planes, la dificultad de los equipos para reunirse fuera de horas de clase, el bajo aprovechamiento de las clases prácticas, la tendencia a la procrastinación, la singularidad de la asignatura, donde no se trata de aprender una tecnología sino de organizar y supervisar el trabajo del equipo y, por último, la tendencia del alumnado a repartir las tareas como en otros trabajos prácticos, por ejemplo, endosando a un miembro del equipo la entrega completa.

#### *V-B. Buscando soluciones en el catálogo RFV*

La mayoría de las mejoras introducidas son adaptaciones ideadas por el equipo Lean de soluciones genéricas del catálogo RFV vistas en la sección III-D. La Tabla I resume los desperdicios identificados, sus causas, acciones diseñadas y efecto esperado.

La *reducción del tamaño de los lotes* está relacionada con la acumulación de trabajo y la retroalimentación tardía. Hemos dividido las tareas en subtareas para que el alumnado se concentre cada semana en una o dos cosas. La planificación se ha separado en tres fases. En cada una nos concentramos en uno de los dos productos a realizar. Además seleccionamos en cada fase algunas de las secciones de la planificación (alcance, tiempo, adquisiciones...). El seguimiento se ha dividido en dos partes, una por cada producto. La realización de los productos se ha seccionado en dos y tres partes respectivamente. Estas actuaciones han derivado en un mejor reparto de la *carga de trabajo para que sea continuada, equilibrada y sin paradas*. Otras

intervenciones con el mismo objetivo han consistido en separar las actividades de los proyectos P2 y P3 que se solapaban, además de reducir el número de requisitos de todos los productos entre un 20 y un 30%.

Las *sesiones conjuntas alumnado-profesorado* las vamos a utilizar para resolver los problemas de la acumulación de trabajo, retroalimentación tardía, la proliferación de los mismos errores en el alumnado y las dificultades con el uso de plantillas. Estas sesiones se realizarán durante las clases de prácticas. Como ejemplo tenemos las presentaciones de productos y proyectos. Cada defensa se organiza con dos representantes de un equipo a puerta cerrada y la persona evaluadora. Los miembros del equipo responden rápidamente a los requerimientos y preguntas. Esto acelera sustancialmente el proceso de revisión y se aporta al mismo tiempo retroalimentación inmediata. En el nuevo diseño extendemos la experiencia a todos los productos. El cambio añadido se refiere a contar con la presencia del resto del alumnado en el aula. Sin embargo, no se trata de una defensa pública: las personas que defienden lo hacen de forma más privada con la profesora o profesor. Mientras, el resto del alumnado realiza otra tarea previamente asignada. Este *procesamiento concurrente* también da lugar a otro tipo de colaboración alumnado-profesorado. En este caso, se comienza por una guía del profesor sobre una tarea corta, fijándose un tiempo máximo de realización. La tarea puede ser la misma para todo el equipo o diferente para unos y otros de sus miembros. Finalizado el plazo, el profesor va pidiendo a los equipos que compartan sus propuestas de solución al resto de la clase, lo que promueve la discusión y la retroalimentación inmediata. Se trata entonces de un proceso guiado que sirve para formar a los estudiantes, sobre todo en el uso de las plantillas de dirección. Es previsible que el proceso guiado mejore la calidad de las entregas, y que estas contengan menos errores, simplificando la tarea de corrección. Las partes compartidas a la clase reducirán notablemente la corrección de los documentos y las defensas sustituirán a la corrección de productos.

En estas prácticas se usan plantillas para dirección con explicaciones textuales que *estandarizan las actividades* en forma de notas a pie de página. Hemos identificado la necesidad de rediseñarlas para ayudar al alumnado a reducir errores y a aprender conceptos todavía sin asimilar. Se han realizado tres intervenciones sobre ellas. La primera es *reducir contenidos*. En P2 el número de planes cambia de siete a cinco (alcance, interesados, tiempo, recursos y adquisiciones). En P3 se introducen los otros cuatro que se trabajan en estas prácticas. La segunda intervención es *rediseñar las plantillas* para simplificar su uso, juntando aquellos planes que estén muy relacionados entre sí (por ejemplo alcance e interesados o tiempo y recursos). Por último, se han *etiquetado las partes* a realizar cada semana (Figura 3).

TABLA I.  
RESUMEN DE LAS ACCIONES DE MEJORA INTRODUCIDAS DURANTE EL PROCESO RFV.

Desperdicio	Causas	Acciones de rediseño	Efectos esperados
Inventario (picos de trabajo)	Entregables extensos. Concentración de varias entregas en las mismas fechas.	Separar entregables en versiones (partes independientes). Entregas semanales con carga parecida. Etiquetas y colores en plantillas para delimitar las versiones. Reducir requisitos. Tablero kanban con avance semanal, delimitación en el mismo de entregas previstas y marcas de entrega de versión.	Trabajo de corrección fluido. Orientación temporal del trabajo. Posibilidad de adelantar tareas entregadas.
Defectos (errores en entregas)	Redacción y explicación de plantillas. Bloqueos por bajo acompañamiento inicial. Dificultades para reunirse. Bajo aprovechamiento en clase para trabajo en equipo. Singularidad de las prácticas "organizativas. Lectura superficial de retroalimentación. Reparto de tareas sin especializar en roles. Poca reflexión por concentración de tareas (equipos).	Sesiones conjuntas profesorado-alumnado: guía inicial, tiempo de trabajo (equipos trabajando de forma concurrente) y puesta en común con retroalimentación. Rediseño de las plantillas: situar tipos de plan relacionados en secciones contiguas, reducir partes repetitivas y abreviar el texto. Dar retroalimentación temprana asociada a entregables.	Reducción de errores repetitivos. Menos horas de corrección. Posibilidad de identificar rápido problemas generales.
Sobrepeso (lectura superficial de retroal.)	Retroalimentación tardía con calificaciones simultáneas.	Posponer las calificaciones al final del proyecto. Marcar en un kanban la entrega de retroalimentación.	Mejor calidad de las tareas en ciclos posteriores.
Esperas (retroalimentación tardía)	Corrección de lotes extensos de entregables (acumulación en picos de trabajo).	Corrección semanal. Retroalimentación en clase en la puesta en común de los equipos. Defensas de todos los productos con retroalimentación inmediata.	Efecto positivo de la retroalimentación en la actividad general
Desplazamientos (varias plataformas)	No hay un nexo de unión entre documentos, formularios y productos de cada equipo.	Tablero kanban que incluye enlaces a todos los documentos y productos online.	Elementos de trabajo más accesibles.

La *visualización del trabajo realizado* se ha implementado mediante una hoja de cálculo en la nube con elementos desplegados. Tiene dos efectos positivos, el primero es que el profesorado puede corregir versiones marcadas como terminadas antes de la fecha límite. Esto puede ayudar a reducir la acumulación de trabajo (*inventario*). El alumnado puede usar las señales de fin de corrección para recibir antes la retroalimentación. En segundo lugar, el tablero incluye enlaces a documentos y productos en elaboración y a otros documentos necesarios en el proyecto (presentación, formulario para proponer lecciones...) centralizando el acceso (*desplazamiento*) tanto al profesorado como al alumnado.

entendemos que en el nuevo diseño las horas de clase dedicadas a guía y defensas son revisión, la reducción rondaría el 28%. Hay que tener en cuenta que estos datos son estimaciones y que en la etapa de implementación habrá que medir y ajustar estas previsiones. También se prevén mejoras notables en la dedicación del alumnado.

TABLA II.  
HORAS ESTIMADAS PARA P1 Y P2 EN LAS PRIMERAS SEMANAS DEL CURSO.

Horas proceso (TP)	S1	S2	S3	S4	S5	S6	S7	S8	S9	Total
Profesor/a diseño previo	12					12	27	8	30	89
Profesor/a diseño nuevo	12	4	5	13	5	1	1	7		48
Guía/Defensa dis. nuevo	2	2	2	2	2		3	3		16

## VI. CONCLUSIONES

Las innovaciones educativas se ponen en marcha con ilusión, tratando de mejorar los procesos de aprendizaje y los resultados obtenidos. En numerosas ocasiones, el esfuerzo necesario para mantenerlas o compartirlas con otros docentes acaba provocando su abandono. Diseñar métodos eficaces es importante, pero también lo es hacerlos eficientes y sostenibles en el tiempo.

En este trabajo hemos adaptado al contexto docente el método Lean RFV para oficinas y servicios. Es un método muy efectivo que logra reducciones de esfuerzo significativas tanto al alumnado como al profesorado, a la vez que permite aumentar el valor aportado al alumnado. Las técnicas aplicadas permiten identificar y, eventualmente, eliminar actividades poco provechosas. El método RFV es, potencialmente, aplicable a cualquier actividad docente, siendo los resultados presentados en este trabajo sobre la espiral de proyectos ejemplo de ello. Es muy importante la participación activa de los profesores implicados en la asignatura y que se mantenga una buena relación entre ellos. El objetivo final del pensamiento Lean es lograr una cultura de mejora continua en todos los ámbitos, y aquí se trataría de trasladar ese espíritu al equipo docente de la asignatura

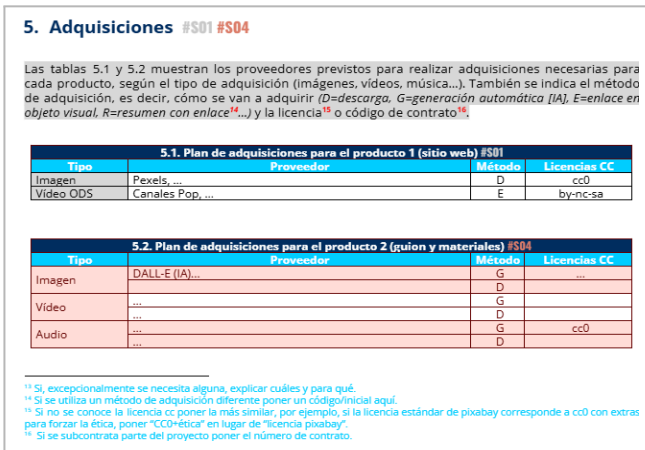


Figura 3. Fragmento de plantilla con etiquetas y colores para cada versión.

### V-C. Medición de las mejoras introducidas

La Tabla II compara los tiempos de dedicación del profesorado a los proyectos P1 y P2 en las primeras semanas del curso entre los diseños previo y nuevo. En el diseño nuevo la revisión del proyecto P2 acaba una semana antes, la dedicación se reparte mejor a lo largo de las semanas y el cómputo total es cercano a la mitad (de 89 a 48 horas). Si

Hemos aplicado el método de trabajo a unas prácticas diseñadas desde el enfoque de aprendizaje basado en proyectos y en espiral. En el caso analizado hemos identificado picos de acumulación de tareas del profesorado que retrasan la retroalimentación, repetición frecuente de los mismos errores en las entregas del alumnado, escaso impacto positivo de la retroalimentación, muchas dificultades con la comprensión y uso de plantillas, y trabajo extra causado por la navegación entre repositorios y búsqueda de documentos. Estos problemas, y las soluciones propuestas, se pueden extrapolar a muchas otras experiencias docentes.

Entre las propuestas de mejora identificadas se encuentra el aprovechamiento del tiempo de clase para realizar sesiones conjuntas entre dos miembros de un equipo de trabajo y el profesor o profesora, en nuestro caso para defender la validez de productos. Esta idea se combina con el trabajo en paralelo del resto del alumnado en tareas específicas a compartir parcialmente con la clase y con retroalimentación inmediata del profesorado. También se han dividido tareas aparentemente monolíticas como los documentos de planificación o seguimiento, en varias entregas que facilitan el reparto de la carga de trabajo a lo largo de las semanas. Para facilitar esta separación ha sido importante la adaptación de plantillas para la dirección de proyectos. Por último, se ha implementado un tablero *kanban* de uso compartido para marcar los avances y servir de comunicación entre alumnado y profesorado y de visión del trabajo de todos los equipos.

Entre los beneficios aportados por estas ideas están la aparición de una retroalimentación inmediata natural, que sirve de guía para el resto de la tarea, la simplificación de la retroalimentación a los equipos al corregir gracias a la reducción de errores repetitivos del alumnado, la reducción de bloqueos al iniciar tareas y el mejor aprovechamiento del tiempo de clase por parte de los equipos, el mejor reparto de la carga de trabajo, tanto del alumnado como del profesorado, al conseguir entregas semanales más pequeñas, reduciéndose la procrastinación. Por último, la visión del avance de las tareas de los equipos y el acceso centralizado a todos los documentos en proceso mejora las búsquedas y anima a hacer las entregas a tiempo.

#### AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido subvencionado parcialmente por el Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades, proyecto PID2024-156051NB-I00 (LINCE PLUS).

#### REFERENCIAS

[1] C. D. Bloomquist, L. Holtz, A. M. Lampe y C. T. Carmichael, "Case study in using value stream mapping in online graduate education", *Evaluation and program planning*, vol. 105, pp. 102447, 2024, doi: 10.1016/j.evalprogplan.2024.102447.

[2] M. Montserrat, A. Mas, A.L. Mesquida Calafat, y P. Clarke, "Applying

Lean to Improve Software Project Management Education", *IEEE Transactions on Engineering Management*, vol. 71, pp. 7496–7510, 2024, doi:10.1109/TEM.2023.3264981.

[3] J. Dinnis-Carvalho, y S. Fernandes, "Applying Lean concepts to Teaching and Learning in Higher Education: findings from a pilot study", *International Journal of Engineering Education*, vol 33, no. 3, pp. 1048–1059, 2017, ISSN-e 0949-149X.

[4] P. Kämpfi, P. Rathod y J. Rajamäki, "Applying LEAN-Principles on Cybersecurity Online Course: A Three-Year Longitude Study", *Int. Conf. on Cyber Warfare and Security*, pp. 555-563, 2025.

[5] J. Oliver, Z. Oliver y C. Chen, "Applying lean six sigma to grading process improvement", *International Journal of Lean Six Sigma*, vol. 10, no. 4, pp. 992-1017, 2019, doi: 10.1108/IJLSS-03-2018-0029.

[6] D. Locher, *Lean Office and Service Simplified: The Definitive How-To Guide*. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2011.

[7] D. López y D. Carrera, "Si elimino el examen ¿cómo evaluó? Una discusión sobre las actividades sustitutivas del examen y su escalabilidad", *Revisión*, vol. 9, núm. 3, septiembre de 2016.

[8] D. López, "Principios para el diseño de una educación motivadora" en *Actas de las Jenui*, vol. 9, pp. 17 – 24, 2024.

[9] M.Valero-García, "PBL (Piénsalo Bien antes de Liarte)". *Revisión*, vol. 5, núm. 2, diciembre de 2012.

[10] F.J. Gallego, C.J. Villagrà, P. Compañ, R. Satorre, R. Molina, F. Llorens, A. Real, G.M. García, S.J. Viudes y J. Valor, "TRaIn, ChAllenge, Reinforce, Envision (TriCaRe): nueva metodología de aprendizaje en ingeniería", *Actas de las Jenui*, vol. 10, pp. 65-73, 2025.

[11] A. Jaime, J. M. Blanco, C. Domínguez, A. Sánchez, J. Heras e I. Usandizaga, "Spiral and project-based learning with peer assessment in a computer science project management course". *Journal of Science Education and Technology*, vol. 25, no. 3, pp. 439-449, 2016, doi: 10.1007/s10956-016-9604-x

[12] A. Jaime, J. M. Blanco, C. Domínguez, I. Usandizaga, M. Bermejo, P. Jaime, "Aprendiendo a gestionar proyectos reales: la simulación de clientes como herramienta pedagógica en ingeniería informática". *Actas de las Jenui*, vol. 10, pp. 93-100, 2025.

[13] L. Brouwer-Hadzialic y V. Wiegel, "Case study: Using value stream mapping in the educational process. How focusing on student actions can help depict the teaching process", *International Journal of Six Sigma and Competitive Advantage*, vol. 10, no. 1, pp. 50-61, 2016, doi: 10.1504/IJSSCA.2016.080451.

[14] J. A. Mirth, "The use of Lean Principles to Improve Teaching Efficiency for Engineering Courses", *ASEE Excellence Through Diversity 2022*, Minneapolis (EEUU), 2022, pp. 11999-12008, doi: 10.18260/1-2--41314.

[15] A. Hadek, S. Bakkali y S. Ajana, "Evaluation of the Lean Approach Implementation in Engineering Education", *Emerging Science Journal*, vol.7, no. 4, pp. 1126-1137, 2023, doi: 10.28991/ESJ-2023-07-04-07.

[16] J. A. Mirth, "Applying lean thinking to the structure and delivery of a kinematics course", *ASEE Annual Conference & Exposition*, 2017, doi: 10.18260/1-2--27603.

[17] R. Khandan, y L. Shannon, "The Effect of Teaching–Learning Environments on Student’s Engagement with Lean Mindset", *Education Sciences*, vol. 11, no. 9, 466, 2021, doi:10.3390/educsci11090466.

[18] S. Khan, A. Dimanche, D. Gorman, y C. Gachon, "Lean in Higher Educational Institutes: A Literature Review", *Studies in Educational Management*, vol. 15, pp. 1–19, 2024, doi: 10.32038/sem.2024.15.01.

[19] B. Keyte, D. A. Locher, *The Complete Lean Enterprise, Value Stream Mapping for Office and Services*, second edition. Boca Raton: Taylor & Francis Group, 2016.

[20] K. J. Duggan, "Beyond the Lean Office. A Novel on Progressing from Lean Tools to Operational Excellence". *CRC Press*, 2016.