

# Lean practices in the redesign of Computer Science I course

Inés Friss de Kereki, Dr. Ing.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad ORT Uruguay, Uruguay, kereki\_i@ort.edu.uy

*Abstract— In March 2019 a new curriculum for Systems Engineering and related careers will be implemented in the School of Engineering of the Universidad ORT Uruguay. In this context, during 2018 the Computer Science I course was redesigned. The change implies modifications in the content, delivery form (from “face to face” to a hybrid or “blended” approach), redesign of the site and teacher training, among other aspects. Several Lean practices have been used in the development process of the new course with the objectives of continuous improvement and optimize the use of resources. In this work, these practices and their application are described. It is also included the opinion of the teachers, who in general terms expressed a positive vision towards this change.*

*Keywords— Computer Science I, Lean, Lean management.*

Digital Object Identifier (DOI):  
<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.18>  
ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

# Aplicación de prácticas de Lean en el rediseño del curso de Programación I

Inés Friss de Kereki, Dr. Ing.<sup>1</sup>

<sup>1</sup>Universidad ORT Uruguay, Uruguay, kereki\_i@ort.edu.uy

*Abstract– In March 2019 a new curriculum for Systems Engineering and related careers will be implemented in the School of Engineering of the Universidad ORT Uruguay. In this context, during 2018 the Computer Science I course was redesigned. The change implies modifications in the content, delivery form (from “face to face” to a hybrid or “blended” approach), redesign of the site and teacher training, among other aspects. Several Lean practices have been used in the development process of the new course with the objectives of continuous improvement and optimize the use of resources. In this work, these practices and their application are described. It is also included the opinion of the teachers, who in general terms expressed a positive vision towards this change.*

**Keywords - Computer Science I, Lean, Lean management**

*Resumen– En marzo de 2019 se implementará en la Facultad de Ingeniería de la Universidad ORT Uruguay un nuevo plan de estudios para las carreras de Ingeniería en Sistemas y afines. En ese marco, durante 2018 la materia Programación I fue rediseñada. El cambio implica modificaciones en el contenido de la asignatura, forma de entrega (de fuertemente presencial a un enfoque híbrido o “blended”), rediseño del sitio y formación docente, entre otros aspectos. Varias prácticas de Lean han sido utilizadas en el proceso de desarrollo del nuevo curso con los objetivos de mejora continua y optimizar el uso de recursos. En este trabajo se describen dichas prácticas y su aplicación. Se incluye además la opinión de los docentes, quienes en términos generales manifestaron una visión positiva hacia este cambio.*

**Keywords - Programación, Lean, Gestión Lean**

## I. INTRODUCCION

En la Facultad de Ingeniería de la Universidad ORT Uruguay, a partir de marzo de 2019 se implementará un nuevo plan de estudios para las carreras de Ingeniería en Sistemas y Licenciatura en Sistemas, entre otras carreras. Esta modificación alcanza la asignatura Programación I, materia del primer semestre.

El cambio del plan de estudios implica, no solamente revisión y actualización de contenidos temáticos, sino además adecuación de estrategias didácticas y enfoque para su dictado así como formación docente acorde.

Durante el proceso de rediseño del curso, se tuvieron en cuenta prácticas de Lean tomadas del área industrial, extrapolándolas al área académica. La idea central de Lean es maximizar el valor para el cliente y minimizar el desperdicio [1].

En este trabajo se describen, en primera instancia, nociones sobre Lean y aplicaciones. Luego se detalla el curso

de Programación I, incluyendo el plan anterior y el nuevo y se analizan algunas prácticas de Lean aplicadas durante su rediseño. Finalmente, se presenta la evaluación y opinión de docentes y se ofrecen conclusiones.

## II. ACERCA DE LEAN

### A. Nociones sobre Lean

El término "Lean Enterprise" fue propuesto por Womack y Jones [2] y refiere a que las empresas pueden mejorar sustancialmente su desempeño al adoptar el enfoque de "producción ajustada" iniciado por Toyota [2]. Dicho sistema de producción de Toyota incluye eliminación del desperdicio, prácticas estandarizadas de trabajo, producción justo a tiempo y foco en la calidad [3].

Es importante eliminar la mayor cantidad de tiempo no productivo que rodea al tiempo productivo [3]. Como indican Womack y Jones [2], al prescindir de pasos innecesarios, alinear todos los pasos de una actividad en un flujo continuo, combinar la labor en equipos multifuncionales dedicados a esa actividad y esforzarse continuamente por mejorar, las empresas pueden desarrollar, producir y distribuir productos con menos esfuerzo, espacio, herramientas, personal, tiempo y gastos generales. También pueden volverse mucho más flexibles y sensibles a los deseos de los clientes.

Los objetivos de Lean son: a) mejorar la calidad, considerándola como la habilidad de los productos o servicios para conformar las expectativas y necesidades de los clientes, b) eliminar el desperdicio, en el sentido de prescindir de aquellas actividades que llevan tiempo, recursos o espacio pero no que agregan valor al producto o servicio, c) reducir el “lead time”, o sea, el tiempo total que lleva completar unas tareas dentro de un proceso, y d) reducir los costos totales. Estos objetivos son importantes pues permiten crear procesos ágiles y eficientes y reducen costos y tiempos [4].

Los principios de Lean son a) identificar el valor desde el punto de vista del cliente, en relación a un producto determinado, b) identificar todos los pasos en la cadena de valor y eliminar aquellos que no agregan valor, c) crear flujo: hacer que todo el proceso fluya, desde la materia prima hasta el cliente, d) producir el “tirón” del cliente: una vez definido el flujo, producir a demanda de los clientes, en lugar de producir según estimaciones, y e) buscar la perfección: luego de obtener los pasos anteriores, intentar mejorar buscando la perfección [5].

Según refiere Liker [6], para ser una empresa Lean se requiere una forma de pensar que se focaliza en hacer un flujo

Digital Object Identifier (DOI):

<http://dx.doi.org/10.18687/LACCEI2019.1.1.18>

ISBN: 978-0-9993443-6-1 ISSN: 2414-6390

sin interrupción de procesos que agregan valor y una cultura en la que todos están continuamente tratando de mejorar, entre otros aspectos. El término japonés para la mejora continua es “kaizen” y refiere a cómo trabajar efectivamente en pequeños grupos, resolviendo problemas, documentando y mejorando procesos, recolectando y analizando información [6]. Levitt [3] señala que “kaizen” es una parte de lean.

Lean puede verse como a largo plazo tanto como a corto plazo. A corto plazo, provee gratificación inmediata. A largo plazo, reduce costos, incrementa la calidad y mejora el desarrollo de las personas [3].

El enfoque Lean fomenta que los empleados continuamente mejoren sus habilidades, y los productos y servicios son creados y entregados en las cantidades justas, en el lugar correcto, en el momento correcto y en las condiciones adecuadas [4]. Las personas realizan mejor su trabajo si se sabe que se espera de ellas en forma individual, en su grupo y en la organización. Se debe comunicar el plan a todos los participantes [7]. El entrenamiento continuo es fundamental [3].

Algunas herramientas de Lean son [4],[8]:

- “5S”: clasificar (eliminando lo innecesario), organizar (poniendo todos los elementos en su sitio), limpiar, estandarizar (fijar pautas para mantener el orden y organización) y disciplina (para asegurar que se sigan esos pasos)

- “5 por qué”: preguntarse 5 veces “¿por qué?” es un método básico de análisis de causa, cada pregunta sucesiva intenta ir más profundo en la causa de una situación

- trabajo estandarizado: especificaciones que incluyan la secuencia de pasos a realizar, tiempo estimado que lleva, reglas de seguridad y chequeos a realizar.

Para eliminar los desperdicios, se trata de imaginar una operativa perfecta, donde los productos y servicios se producen para satisfacer un requerimiento, hay respuesta inmediata a las necesidades del cliente y hay también entrega inmediata [4]. Los tipos de desperdicio [4], [9] son: sobreproducción (producir o comprar más de lo que realmente se necesita), esperas, transporte (mover piezas y productos innecesariamente), procesamiento (realizar un procesamiento innecesario o incorrecto, generalmente de una herramienta o diseño de producto deficiente), inventario (tener más que las existencias mínimas necesarias), movimiento (operadores que realizan movimientos forzados o innecesarios, como buscar piezas, herramientas, documentos, etc.) y defectos. Ward y Sobek [10] también incluyen desperdicio de conocimiento, que incluye barreras de comunicación, conocimiento descartado e información inútil, entre otras.

En resumen, Lean es una forma de pensar y actuar en la organización [1] y trata fundamentalmente de mejora continua y la eliminación de desperdicios, utilizando lo mejor posible los recursos.

## B. Áreas de aplicación de Lean

Si bien el enfoque fundamental de Lean es hacia los procesos industriales y sistemas de producción, la filosofía Lean puede aplicarse a nuevos contextos como comercio, servicios y sector público [11]. Transferir los conceptos de producto, servicio y valor del mundo de la manufactura a las industrias de servicio puede ser difícil, y quizás sea la causa de por qué lean no es aún muy utilizado en educación [12].

Razones económicas, sociales, demográficas, tecnológicas y los cambios políticos en todo el mundo ponen a las instituciones académicas bajo presión y, en respuesta, las universidades están adoptando nuevos enfoques de gestión a sus actividades utilizando lean, entre otros [13]. Koromyslova et al [14] refieren que hay una tendencia creciente a adoptar prácticas de Lean para mejorar los procesos en educación superior.

Cuando se aplica lean en contexto educativo se puede contribuir a identificar actividades que contribuyen positivamente y agregan valor al proceso de aprendizaje [15].

Nadeau [13] cita ejemplos de intervenciones lean en procesos de admisión de estudiantes (con tiempo de respuesta de 2-3 semanas mejorado a un día) y de gestión de residencias para estudiantes (mejorado de 4 horas a 1.5 horas), entre otros varios ejemplos. Las herramientas utilizadas incluyen kaizen y categorías de desperdicios.

Abad et al [16] señalan el uso de lean en el departamento legal de una universidad en Ecuador, en donde se mide la calidad del servicio ofrecido, identifican los tipos de desperdicios, productos y servicios y proponen un proyecto de mejora continua.

Koromyslova et al [14] señalan de eliminar actividades que no agregan valor para los docentes y staff, reducir tiempo y esfuerzos en los procesos diarios y mejorar las experiencias de aprendizaje en los alumnos. Refieren aplicaciones específicas de Lean en educación superior, por ejemplo, describen las mejoras de un repositorio electrónico de archivos en cuanto a organización y reducción del tiempo para encontrar documentos ahí. Detalla el proceso realizado, con foco fundamentalmente en “5S” y kaizen: reuniones iniciales con los docentes y staff para analizar el problema de la búsqueda de documentos, describir el alcance del proyecto de mejora y objetivos, las mejoras en sí (ejemplos: un sistema universal de nombre de archivo, no permitir archivos duplicados) y la revisión final sobre si hubo mejoras en las búsquedas.

Chatley y Field [17] refieren a su experiencia en alinear los métodos de enseñanza con los principios de lean en cursos de Ingeniería de Software. Destacan que se debe dar rápida retroalimentación y ciclos cortos, en incrementos sucesivos. La evaluación debe ser frecuente.

Caeiro et al [11] refieren a la introducción de la propia temática Lean en el currículo de Ingeniería, ejemplificando con cursos específicos del tema en Estonia Lean y actividades de enseñanza orientadas a Lean en España.

Se observa que la aplicación de lean es amplia y en diferentes contextos -incluyendo el educativo- y con diferentes alcances (pasando por aplicaciones concretas a ser temática de estudio en cursos).

### III. PROGRAMACIÓN I

La asignatura Programación I en nuestra facultad corresponde el primer semestre de las carreras de Ingeniería en Sistemas, Licenciatura en Sistemas, Ingeniería Eléctrica, Electrónica y Telecomunicaciones.

En el plan de estudios anterior, el objetivo de la materia era iniciar la enseñanza de la programación empleando fundamentalmente técnicas de programación orientada a objetos. Se daba énfasis a la enseñanza de una metodología de resolución de problemas. Capacitaba al estudiante para desarrollar aplicaciones sencillas con lenguajes orientados a objetos. Al final del curso el estudiante estaba capacitado para analizar situaciones simples, diseñar una posible solución e implementarla basándose en un enfoque orientado a objetos. El lenguaje era Java.

Los objetivos en el nuevo plan son: a) desarrollar el pensamiento computacional (PC), esto es: abstracción, resolución de problemas, reconocimiento de patrones y algoritmia, y b) desarrollar las habilidades básicas de programación utilizando un lenguaje de amplio uso, en particular JavaScript. Para alcanzar estos objetivos, en el curso se presentarán y aplicarán las estrategias del PC así como los conceptos básicos de programación (variables, expresiones, estructuras de control, estructuras de datos como listas y arrays, funciones y procedimientos).

Se espera que el estudiante pueda desarrollar soluciones algorítmicas a problemas y representarlas como programas de computador, aplique estrategias de implementación descendente y con diseño modular y que experimente con un lenguaje de alto nivel de amplio uso.

El programa en forma detallada incluye: a) nociones de PC, b) elementos básicos de programación: variables, asignación, expresiones aritméticas y lógicas; c) estructuras de control; funciones y procedimientos; strings; arrays y manejo de colecciones simples, recorridas, búsqueda y ordenación, d) nociones de prueba de programas; e) manejo de entrada y salida; estructuras básicas de almacenamiento de datos, y f) introducción a Web, nociones de HTML y de CSS.

El curso (en ambos planes) dura 16 semanas, con una carga horaria de 4 horas en salón de clase y 2 horas en laboratorio. El nuevo plan se aplicará desde marzo de 2019, en 10-12 grupos de 25-30 estudiantes cada uno, conformando una cohorte de 250-300 alumnos, que es el tamaño tradicional de cada nueva generación en nuestra facultad. En general, entre 10 y 20 docentes toman los dictados del curso de Programación I. Algunos de ellos se encargan de las clases en salón y otros en laboratorio.

En grandes líneas, ambos planes de la materia tienen coincidencias pues se trata de comenzar con la programación y

los temas fundamentales a tratar son relativamente similares, pero en el nuevo plan se cambia la metodología: se hará énfasis en el enfoque "blended". "Blended learning" [18] es el aprendizaje que combina el e-learning (encuentros asincrónicos) con encuentros presenciales (sincrónicos) tomando las ventajas de ambos tipos de aprendizajes y cambiando el rol del docente de expositor a tutor o guía. Este tipo de aprendizaje, según indica Weerasinghe [19], es beneficioso en la educación superior e incluye diferentes actividades como foros de discusión, juegos en línea y tareas.

Se planea utilizar la metodología de "flipped classroom" o clase invertida, que es una forma de "blended learning" donde el estudiante se enfrenta por primera vez a un tema previamente a la clase y luego, durante ella, se aplica el material en forma de resolución de problemas, debates, puesta en común y evaluación. O sea, lo que tradicionalmente se hacía en clase, se hace en casa y lo que se hacía en casa, se hace en clase [20].

Además, el cambio de tecnología (de Java a JavaScript) implica también desarrollar nuevos materiales y estrategias para su uso.

En resumen, el cambio de plan involucra múltiples aspectos, entre ellos: planificación del curso, diseño de materiales para antes de las clases y durante ellas, formación docente, rediseño del sitio web del curso, elaboración de videos para clases invertidas y elaboración de evaluaciones.

### IV. APLICACIÓN DE PRÁCTICAS DE LEAN AL REDISEÑO DEL CURSO

Al comenzar el cambio de plan, se realizaron varias reuniones con los docentes y académicos para definir el enfoque y contenidos que se deseaban en el nuevo curso y la vinculación también con las materias que seguirán a Programación I. Se discutieron además oportunidades de mejora del curso actual, para aplicarlas en el nuevo.

Durante el rediseño del curso y elaboración de materiales se analizaron varias recomendaciones probadas de Lean en la industria y se extrapolaron a este caso particular con el objetivo de mejorar los procesos y la producción general del "producto", considerando en términos amplios el propio curso como producto. El objetivo a largo plazo se puede asociar con lograr un curso que permita a cada estudiante un aprendizaje en "formato lean", donde haya un "flujo de aprendizaje", tal que los materiales son recibidos a medida que los necesita, sin desperdicios de ningún tipo, en ciclos cortos, con enfoque de "flujo continuo" y retroalimentación continua.

En particular, detallaremos la planificación de clases, la producción de materiales, el sitio web y la formación docente, así como la vinculación de estos aspectos con prácticas lean.

#### A. *Planificación clase a clase*

La planificación clase a clase es fundamental debido a la cantidad de grupos disponibles y la necesidad de garantizar un

mismo curso (o muy similar), independientemente del docente a cargo.

En el plan anterior, esta planificación -a nivel de títulos de los temas- estaba disponible para todos los docentes al comienzo del semestre y en particular, cada semana, se enviaba desde la Cátedra el detalle y ajustes específicos vía correo electrónico. Para el envío de esos mails, se tomaban los mails del curso anterior y se actualizaban según lo sucedido en ese semestre previo.

Si bien el mecanismo funcionaba ya que todos los docentes tenían con una antelación de 2-3 semanas a cada clase el detalle completo a dar y, según sus comentarios, valoraban recibir esa información, llevaba bastante tiempo la elaboración de esos mails semanales (2-3 horas semanales) y su seguimiento.

Este es uno de los procesos a mejorar: el objetivo es hacer más eficiente el proceso de comunicar la planificación detallada y evitar así el desperdicio de tiempo. Se revisó el proceso con enfoque “5 por qué” y se decidió ubicar el diseño instruccional detallado del curso (incluyendo el plan clase a clase, con las metodologías sugeridas y materiales) en el sitio web, en un área exclusiva para docentes. En forma visual, se destacan claramente los temas teóricos, prácticos, ejemplos, recursos adicionales, etc. Se elimina el mail semanal. Cada docente tendrá disponible el plan completo, con todos los detalles en el sitio (ver Fig. 1). Teniendo presente la mejora continua, las oportunidades que detecte cada docente, serán analizadas e incorporadas de común acuerdo.

Semana	Clase	Lugar	Tema	Detalle del tema
1	Clase 1	Salón	Introducción	Presentación, bibliografía, características del curso, aprobación Perfiles de carrera: Ing. Lic. Programador ¿En qué soy bueno? Reflexionar sobre cómo aprender (cada estudiante piensa salga bien, luego como llego a ser bueno en eso: practicar, errores, etc) Sobre los preconceptos “Fish is a Fish” (cuento con analogía sobre aprender a solo conoce peces, todo tiene forma de pez) Imagen (link) Presentación de alumnos Sistema, componentes, ciclo de vida, lenguajes, compilador, pruebas alfa y bet Nociones de Pensamiento computacional (PPT) Deber: Ver video Pensamiento Computacional (Video 2) Deber: Ver video Algoritmos (video 3)
	Clase 2	Salón		Problema Complejo. Estructuras de Control Ver video Qué es un algoritmo. Cibercaja (LINK) Decisiones en los juegos (PPT) Niveles, ej. semáforo, receta, cambio rueda, ahorcado, cambiar cuerda a una g cuarto. (Se continúa en Práctico 1 que es para teórico) Algoritmo Complejidad de diseñar algoritmos. Ej dibujar figuras (llevar figuras simples rec Presentar Scratch (scratch.mit.edu) Ejemplos básicos: dibujar cuadrado, escalera, casita. Deber: Ver video 4 Variables

Fig. 1 Plan semanal (imagen parcial)

Las prácticas utilizadas aquí son, como se indicó, la búsqueda de mejora continua, “5 por qué” y también la idea de las “5S”, poniendo explícitamente los temas (tareas) a desarrollar a lo largo del tiempo, organizándolos y eliminando lo superfluo.

### B. Producción de materiales

Para el nuevo curso es necesario crear materiales teóricos y prácticos, así como guiones de videos, cuestionarios y otros

materiales. Durante el proceso de producción de materiales se tuvo especial cuidado en evitar desperdicios.

Así, para eliminar la sobreproducción, se tuvo en consideración que al crear cualquier material tratar de hacerlo de la mejor forma posible, verificando que se adapte a lo que se desea mostrar o presentar y evitando duplicaciones. En relación a eliminar la espera, se distribuyeron los temas y tareas a preparar para el nuevo curso entre los docentes, así un docente prepara un cierto tema y lo revisa otro. Hay otro docente encargado de subir los materiales ya revisados al sitio. Se organizaron las tareas de forma de evitar esperas y semanalmente en reuniones se revisaron los avances.

Para eliminar desperdicios en transportes, se previó hacer todas las pruebas de los materiales (ej. cuestionarios, ejecuciones de código) en el propio sitio web (montado en Moodle [21] con la herramienta ExeLearning [22]). Para evitar el retrabajo, se fijaron pautas detalladas sobre qué formatos usar, qué estilo de ejercicios proponer y cómo presentar las soluciones.

En relación al exceso de inventario, se tuvo especial cuidado en no generar materiales innecesarios o redundantes. Para eliminar el desperdicio por movimientos, se pusieron todos los materiales disponibles para todos los docentes desde el comienzo, así todos podían ver el avance y colaborar en su compleción y mejora. Para eliminar los defectos, se estableció un esquema de verificación (un docente crea y revisa el material y otro docente lo revisa antes de ser subido, dejando documentado este chequeo). Para eliminar pérdidas de conocimiento, se buscó revisar y reutilizar lo posible de cursos anteriores. En la Tabla I se presenta el resumen.

TABLA I  
ELIMINAR DESPERDICIOS EN LA PRODUCCIÓN DE MATERIALES

Lean	Aplicación
Eliminar sobreproducción	Selección de materiales adecuados, evitar crear materiales muy similares
Eliminar esperas	Distribuir los materiales a preparar y revisar entre los docentes. Reuniones semanales de avance.
Eliminar transportes	Probar todas las herramientas en el propio sitio
Eliminar procesos adicionales (retrabajo)	Especificaciones sobre formatos, revisar los ejercicios y sus soluciones
Eliminar exceso de inventario	Evitar generar materiales innecesarios o redundantes
Eliminar movimientos	Poner los materiales disponibles en su totalidad
Eliminar defectos	Verificación doble
Eliminar pérdidas de conocimiento	Reutilizar lo posible

Se estableció un flujo de producción de materiales, estableciendo claramente los estándares y pautas tanto para su creación, como para su verificación y subida al sitio del curso, prestando especial atención al buen uso de recursos tratando de evitar desperdicios.

Como resultado del proceso, se produjeron 23 videos (de duración entre 3-9 minutos cada uno) con cuestionarios de autoevaluación, totalizando 154 preguntas distribuidas en 22 cuestionarios, cada uno con 7 preguntas en promedio (ver ejemplo de video en Fig. 2). Estos videos serán utilizados como una de las bases del “blended learning”.



Fig. 2 Ejemplo de video del curso

Se desarrolló en forma colaborativa un libro electrónico con el material teórico de 180 páginas aproximadamente, con 86 preguntas para autoevaluación, también disponible para bajar en formato pdf. Este libro contiene además ejemplos de código funcionando en línea, ejemplos descargables y links (Ver Fig. 3). En forma similar, se creó un libro electrónico de 12 prácticos con un total de 98 ejercicios con solución (34 de los cuales tienen además ejecución en línea).

Libro del curso (material interactivo multimedia)



Fig. 3 Libro electrónico (teórico)

### C. Sitio web

El sitio web del curso anterior, según la opinión de varios alumnos, contenía excesiva información: era difícil de ubicar los elementos y en algunos casos, había información duplicada. Una de las recomendaciones Lean es acerca de entregar el producto en las condiciones apropiadas, en cuanto a lugar, momento y estado. Este concepto se aplicó al rediseño del sitio del curso, donde se focalizó en simplificar al máximo

sus componentes para que docentes y estudiantes puedan encontrar el material deseado fácilmente. Se siguió un proceso similar al referido por Koromyslova et al [14], con foco en “5S” y kaizen: se realizaron múltiples reuniones entre docentes, académicos y expertos en multimedia y se discutieron varios diseños posibles, hasta llegar a un acuerdo sobre el diseño final que se utilizará también en las demás asignaturas de la Facultad. El nuevo sitio consta de 4 áreas: “acerca de la materia” (donde se brinda información general sobre la asignatura, bibliografía y reglas de aprobación), “temas” (que incluye los materiales de teórico y práctico, así como los videos), “ayudantías” (información sobre las horas de apoyo extra clase) y “evaluaciones” (incluye autoevaluaciones y evaluaciones con puntaje) (Ver Fig. 4).

P1 - Programación 1 (Plan nuevo)

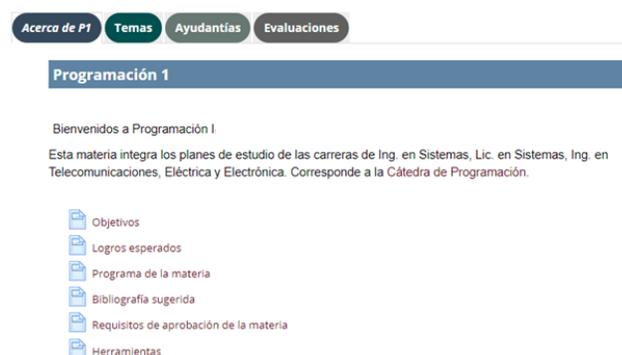


Fig. 4 Nuevo sitio de Programación I

Además de la distribución en general, se estandarizaron entre otros, los colores, las fuentes, la cantidad de información a incluir y las formas de presentar la información (por ejemplo: la información de ampliación se realizará usando el recurso “páginas web” de Moodle [21]).

### D. Formación docente

Con los objetivos de formación continua y mejora, se dictó un taller para docentes de 12 horas de duración donde se discutieron aspectos técnicos y didácticos (Ver Fig. 5). Como requisito, se les solicitó familiarizarse con los contenidos del nuevo sitio y revisar a fondo los materiales previamente al comienzo del taller.



Fig. 5 Taller para docentes

En particular, se discutió la planificación y la forma de comunicarla y particularmente el enfoque blended y ejemplos de clases invertidas. También se discutió sobre la evaluación. Las autoevaluaciones y las evaluaciones obligatorias que deberán realizar los alumnos del nuevo curso fueron diseñadas de forma de brindar rápida retroalimentación, ser frecuentes e incrementar su involucramiento con el curso así como evitar la sobrecarga de los docentes en la corrección, siguiendo las sugerencias de Chatley y Field [17].

Se prevé realizar una segunda instancia del taller para los docentes que se incorporen previo al propio comienzo del dictado en sí.

## V. EVALUACIÓN

Todo lo realizado en 2018 para el cambio de plan fue evaluado a través de preguntas abiertas a docentes que dictarán el nuevo curso y que participaron del taller.

Las preguntas se enviaron por mail y se obtuvieron respuestas de 7 docentes que dictarán el curso. En términos generales, son positivas las apreciaciones recibidas. Las preguntas eran relativas al cambio de enfoque tanto de tecnologías como dinámicas a usar y sobre la preparación en general.

En cuanto al cambio de tecnología indicaron: “Me parece adecuado” (Doc. 1), “Desde el punto de vista de estudiante creo que la idea del pasaje de Java a un lenguaje no tipado como es JavaScript es acertado.” (Doc. 5) y “El cambio creo que es positivo y en el contexto actual genera una rápida inserción laboral” (Doc. 6).

En relación al cambio de enfoque señalaron: “Me parece bueno seguir en la línea de dinámicas que ayuden a mejorar los aprendizajes y a crear cultura de autosuficiencia” (Doc. 2) y “La dinámica propuesta creo que aborda correctamente la forma en que las nuevas generaciones actuales de estudiantes enfocan el aprendizaje. El contar con más material multimedia que apoye las clases presenciales creo que es fundamental en este nuevo paradigma” (Doc. 3).

Considerando la preparación y materiales en general indicaron: “Muy completa” (Doc. 1), “Me parecieron muy adecuados los materiales y bien pensados” (Doc. 2) y “El material está muy completo y muy bien elaborado, los ejercicios aumentan el nivel de forma gradual” (Doc. 7). El taller fue visto positivamente: “En todos los encuentros se generó además un ambiente ideal para discusiones de una muy buena riqueza técnica, con aportes de compañeros que trabajan diariamente con estas herramientas, tanto para el temario del curso como para la forma de darlo.” (Doc. 4) y “Me parece que el taller fue un gran punto de control para el material” (Doc. 6).

En resumen, de la evaluación realizada hasta el momento se percibe que las opiniones de los docentes son favorables y se deduce una percepción positiva hacia el proceso y

resultados en general. La evaluación completa del cambio se podrá realizar luego del dictado efectivo del curso.

## VI. CONCLUSIONES

En este artículo se presentó el rediseño del curso de Programación I en la Facultad de Ingeniería de la Universidad ORT Uruguay. Durante este proceso, que abarca múltiples aspectos tales como planificación, sitio web, elaboración de materiales y formación docente, se utilizaron prácticas de lean. Estas prácticas están orientadas a la mejora y a ahorrar recursos.

El nuevo plan y todos sus elementos tienen opinión positiva por parte de los docentes según sus propias palabras, cumpliéndose con las expectativas y con la calidad esperada.

El curso se pondrá en práctica a partir de marzo de 2019 y se planifica realizar como trabajo futuro el seguimiento detallado de la implementación con la primera cohorte y así detectar los ajustes necesarios. Se prevé analizar detalladamente el flujo de aprendizaje de los estudiantes a través de encuestas y evaluaciones. Además, el diseño instruccional será revisado y ajustado, como parte de la mejora continua.

Los elementos descriptos para el cambio podría aplicarse a otras materias y cátedras, con la correspondiente reducción de costos, reutilizándose las prácticas aplicadas e incluyendo eventuales mejoras.

## REFERENCIAS

- [1] Lean Enterprise Institute, What is Lean?. Disponible en: <https://www.Lean.org/WhatsLean/>
- [2] J. P. Womack y D. T. Jones, “From Lean production to Lean enterprise”. *Harvard business review*, ISSN 0017-8012, Vol. 72, N° 2, 1994, págs. 93-103. Disponible en <https://hbr.org/1994/03/from-lean-production-to-the-lean-enterprise>
- [3] J. Levitt, *Lean maintenance*, USA: Industrial Press Inc., 2008
- [4] R. L. MacInnes, *The Lean Enterprise Memory Jogger*, USA: GOAL/QPC, 2002.
- [5] Lean Enterprise Institute, *Lean Principles*. Disponible en: <https://www.lean.org/WhatsLean/Principles.cfm>
- [6] J. Liker, *The Toyota Way*, USA: Mc. Graw Hill, 2004
- [7] R. Martichenko, *Everything I know about lean I Learned in First Grade*, USA: Signature Book Printing, 2008
- [8] D. Mann, *Creating a Lean Culture*, 2010, 2da. edición, USA: Taylor and Francis Group
- [9] Lean Enterprise Institute, *Lean Lexicon 5th Edition*, Lean Enterprise Institute, Inc., 2014
- [10] A. Ward y D. Sobek, *Lean Product and Process Development*, 2da edición, 2014, USA: Lean Enterprise Institute
- [11] M. Caeiro, M. Manso, C. Vaz de Carvalho, O. Heidmann, H. Tslapatay y T. Jesmin, “Introducing Lean and Agile Methodologies into Engineering Higher Education”, España 2018 IEEE Global Engineering Education Conference (EDUCON).
- [12] S. McKay, “Quality Improvement Approaches: Lean for Education”, 2017. Disponible en: <https://www.carnegiefoundation.org/blog/quality-improvement-approaches-lean-for-education/>
- [13] S. Nadeau, “Lean, Six Sigma and Lean Six Sigma in Higher Education: a review of experiences around the world”, 2017: American Journal of Industrial and Business Management, Vol 7, pp. 591-603.

- [14] E. Koromyslova, C. Steinlicht, T. Hall, A. Yuliyanova y B. Garry, "Implementing Lean Practices in an Academic Department: a Case Study", USA: 2018 ASSE Annual Conference.
- [15] M. Morgado, M. Calvete y M. Régio, "Interdisciplinarity and collaboration in Higher Education Engineering Courses: lean thinking applied to teaching and learning", *Journal of Education Culture and Society*, 2018, No. 2, págs 179-186.
- [16] J. Abad, B. Cabanilla, J. Vera y S. López, "Hacia una Universidad Lean: Midiendo la calidad del servicio y definiendo prioridades de mejora", 2018, 16th LACCEI International Multi-Conference for Engineering, Education, and Technology. Disponible en: [http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/full\\_papers/FP281.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2018-Lima/full_papers/FP281.pdf)
- [17] R. Chatley y T. Field, "Lean Learning - Applying Lean Techniques to Improve Software Engineering Education", Argentina: IEEE ACM 39 Int. Conf. on Software Engineering, 2017
- [18] I. E. Allen y J. Seaman, "Changing Course: Ten Years of Tracking Online Education in the United States, 2013: Sloan Consortium. Disponible en: <http://www.onlinelearningsurvey.com/reports/changingcourse.pdf>
- [19] T. Weerasinghe, "An Evaluation of different types of blended learning activities in Higher Education", 2018 IEEE 18th Int. Conf. on Advanced Learning Technologies.
- [20] J. Bergmann y A. Sams, *Flip your classroom: Reach every Student in every class every day*, 2012, International Society for Technology in Education
- [21] Moodle. Disponible en <https://moodle.org/?lang=es>
- [22] ExeLearning, Disponible en <http://exelearning.net/descargas>