

CENTROS Revista Científica Universitaria

Volumen 12, número 1.

Enero – junio de 2023

ISSN L 2953-3007 pp. 116-134

Recibido: 31/10/22; aceptado: 13/12/22

Se autoriza la reproducción total o parcial de este artículo, siempre y cuando se cite la fuente completa y la dirección electrónica.

<https://revistas.up.ac.pa/index.php/centros><https://www.latindex.org/><http://amelica.org/>**INGENIERÍA DE SOFTWARE. APORTES DE LA METODOLOGÍA LEAN PARA SISTEMAS DE INFORMACIÓN EN PANAMÁ****SOFTWARE ENGINEERING. CONTRIBUTIONS OF THE LEAN METHODOLOGY FOR INFORMATION SYSTEMS IN PANAMA**

Gordon Graell, Roberto Daniel
Universidad de Panamá - Panamá
<https://orcid.org/0000-0001-8468-4910>
roberto.gordon@up.ac.pa

Delgado Batista, César Alexis
Universidad de Panamá - Panamá
<https://orcid.org/0000-0002-7694-2024>
cesar.delgado@up.ac.pa

Resumen. El objetivo de este artículo es revisar la aplicación de la metodología de diseño de sistemas digitales de información denominada manufactura esbelta. El método utilizado fue una revisión de literatura académica, técnica y científica, descriptiva de las características de las diferentes variaciones de la manufactura esbelta y como se utilizó en el diseño de productos o servicios en las propuestas de los autores. Como resultado

se obtuvieron treinta documentos, entre soporte teórico y aplicación práctica, que demuestran la amplitud del método para los diferentes campos del conocimiento humano, siendo la principal conclusión, que es una metodología en evolución y muy efectiva para mejorar los procesos de producción y la calidad de los bienes de consumo y servicios.

Palabras clave: Ingeniería de software, metodología Lean, sistemas de información.

Abstract. The objective of this article is to review the ways of application of the design methodology of digital information systems called lean manufacturing. The method used was a review of academic, technical, and scientific literature, descriptive of the characteristics of the different variations of lean manufacturing and how it was used in the design of products or services in the proposals of the authors. As a result, thirty documents were obtained, between theoretical support and practical application, which demonstrate the breadth of the method for the different fields of human knowledge, being the main conclusion that it is an evolving and very effective methodology to improve production processes and the quality of consumer goods and services.

Keywords: Software engineering, Lean methodology, information systems

Introducción

Una de las características más resaltantes de la ingeniería del software es la variedad de sus herramientas para el diseño de programas. La gran cantidad de alternativas para el desarrollo de sistemas de información permiten al profesional de la disciplina la escogencia de las herramientas adecuadas, no solo necesarias, para atender los requerimientos de los usuarios con la mejor calidad posible tanto de interfaz de usuario como de servicio de los softwares. las Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) son la identidad de la realidad tecnológica de la etapa presente de la humanidad (Martínez et al, 2020).

En un sistema digital de información complejo, los procesos técnicos que lo integran son diferenciados y gerencian los datos. En ese orden de ideas, la recolecta de datos puede tener un subsistema propio como un lector digital, un código QR o una clave de acceso a una base de datos; el procesamiento y análisis de la información puede integrarse con otro subsistema según sea la forma requerida del dato, cualitativo o cuantitativo y su resguardo, permanente o temporal, utilizará otro subsistema diseñado para ese fin (Bravo et al., 2019).

La caja registradora digital en un supermercado también lo es con el agregado de que, en algunos países, se conectará directamente al banco, con una clave de acceso, generando un proceso rápido de interfaz de usuario cómodo para cada usuario diferenciado (supermercado y cliente), puesto que el programa ha sido diseñado para eso. Es un diseño utilitario único del sistema de información.

El transporte del dato y su validación de manera segura, de ida y vuelta, en el camino comprador→ supermercado→ banca→ supermercado, requerirá un proceso diferente al de la solicitud del servicio de banca y su registro, solo para los interesados, se apoyará en un diseño de software diferente cuya característica es proveer seguridad. Cada paso es parte del diseño industrial del trabajo específico que desarrollará cada sistema de información.

Con el surgimiento del coronavirus COVID 19, y la posterior pandemia, toda la civilización humana se vio forzada a utilizar estrategias para garantizar la salud y la vida de sus ciudadanos y la continuidad de la vida social. Los ingenieros de software, en cualquiera de sus especialidades o niveles de desarrollo, se vieron obligados a echar mano de toda una gama de herramientas, recursos, aplicaciones y dispositivos a su disposición frente a consumidores más informados y exigentes (Ramírez et al., 2021).

Cada día más se encuentran diseños de software basados en las metodologías ágiles por la necesidad de respuesta rápida del usuario/cliente. Desde la publicación del manifiesto ágil, en el 2001, progresivamente han ocupado espacios de forma de trabajo

de diseño. Primero como una alternativa válida frente a las metodologías tradicionales y luego como formas eficientes de atender un mercado creciente, con soluciones digitales innovadoras, en tiempos relativamente cortos y adaptados a las necesidades del usuario, el cliente final (Poma et al., 2021).

La principal diferencia entre los métodos que pueden calificarse de ágiles radica en la forma de atender el proceso de diseño. Existen desde formas enteramente colaborativas, tipo Scrum, que integran al cliente final en el proceso de diseño hasta formas de diagnóstico según la utilidad final del sistema de información con Desarrollo Basado en Características (FDD, por sus siglas en inglés). Entre ellas está El Desarrollo Esbelto o Lean Development (LD) (Maida y Pacienza, 2015).

LD es de origen enteramente industrial. El proceso antecesor, no digital, nació en la fábrica al calor y con la práctica de la producción, concretamente en Toyota, Japón, El Lean Manufacturing, (LM) o Lean Production, es una metodología de gestión de trabajo que se dirige a mejorar comunicación y trabajo en equipo para entregar al cliente/usuario un producto y/o servicio de valor. En el mundo del desarrollo digital se conoce como metodología Lean Software Development (LSD) o sencillamente LD (Poma et al., 2021).

Fue la respuesta al mejoramiento de procesos de una línea industrial de fabricación que se basó en la filosofía japonesa de servicio al cliente, más que en el diseño técnico. Es una demostración cultural de una forma de pensar en el trabajo productivo dentro de la satisfacción completa del cliente, del usuario final que utilizará el producto desde el mismo momento en que *piensa* en comprarlo.

En 1950 la empresa Toyota vio que el futuro de Japón requeriría construir coches pequeños y de bajo costo. Estableció entonces las bases del nuevo sistema de gestión Just in Time, que formulaba un principio muy simple: “producir solo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”. (Ramírez L. Toyota y el origen del Lean Manufacturing, 2022, p. ppal, párr 1)

Se basa en el cero desperdicio de tiempo de fabricación y materiales involucrados. La eliminación de la muda “desperdicio” filosofía del no desperdicio, asume que el cliente quiere el producto lo más rápido posible y cada servicio que le preste, el producto, permitirá no solo su satisfacción sino el ahorro de tiempo y costos. Es una filosofía de gestión basada en la eliminación total de pérdidas que es posible a través de una cultura de participación corporativa focalizada en las personas (Matas y Pérez, 2020, Diapositiva 42).

Se revisan los procesos de fabricación eliminando pasos y movimientos innecesarios, redundantes, que suman tiempo inútil para la obtención del producto final. Se revisa desde el acarreo de materiales, su accesibilidad desde el depósito al punto de fabricación hasta la forma, movimientos y tiempos del operador en el uso de herramientas y equipos. Se buscan procesos, formas, maneras de trabajo, materiales y funciones del producto para ser eliminadas sin afectar su calidad. El LM impacta en todos los campos del conocimiento humano desde la producción de bienes y servicios hasta propuestas de diseño de ingeniería ambiental para la sustentabilidad de la civilización humana en el planeta (Sillero, 2011).

En el entorno digital, la filosofía se aplica en el diseño de sistemas de información de productos exactos para las necesidades del cliente. El desarrollador trabajará en sistemas que eliminen lo superfluo, al requerimiento del cliente, y con atención a sus expectativas, por lo tanto, este último, ganará en tiempo, procesamiento y uso efectivo reduciendo costos de funcionamiento que, al final, sumarán en la columna de ganancias (Gaete et al, 2021).

El objetivo de este artículo es conocer como LD se adapta al entorno digital y cuáles son los usos que le dan los ingenieros de software, desarrolladores y expertos en diseño digital como forma metodológica de construcción de arquitectura de sistemas de información para atender los diferentes fenómenos sociales y productivos que pueden ser aplicados para mejorar la producción y la calidad de vida de la ciudadanía panameña.

Materiales y Métodos

Para este artículo se determinaron diferentes formas en que se presenta la metodología esbelta (LD) en el diseño de sistemas digitales de información o en procesos productivos y sociales que se apoyan en tecnologías digitales para su desarrollo. Es una revisión de literatura de carácter cualitativo, descriptivo de las características identificadoras de la metodología en sus diferentes formas, así como de las estrategias de su aplicación en diferentes aspectos productivos y sociales de la sociedad.

Para su realización se consideraron documentos de carácter académico, técnico y científico avalados por instituciones educativas universitarias y revistas científicas. También se tomaron en cuenta páginas web cuya calidad de contenido técnico sea representativa del conocimiento digital.

Se realizó una búsqueda abierta en la barra de Google, así como en su buscador académico, con el uso de las palabras claves, sin conectores booleanos, y las que derivaron de la búsqueda inicial. A través de la lectura títulos y resumen se seleccionaron 102 documentos, a través de la lectura de la introducción se hizo una segunda selección de 69 documentos. Con la lectura de objetivos y metodología se seleccionaron los contenidos en este artículo.

Contexto

La metodología Software LD tiene como fin optimizar el ciclo de desarrollo de un sistema de información desde la solicitud del usuario hasta la entrega del producto alcanzando mejoras sustanciales durante la ejecución del proyecto. Para Casal (2019) es un proceso efectivo que inicia con una idea pero es totalmente práctico, señala que la LD define tres objetivos:

- Enfocar hacia la entrega de valor y mejora en la calidad, la creación de valor consiste en la reducción de la cantidad de recursos innecesarios.

- Mejorar en la toma de decisiones en base a principios LEAN... de la mano de un término esencial...: Just in Time (“en el momento preciso”). Las mejores decisiones han de ser tomadas en los momentos más importantes, optimizando el desarrollo y mitigando riesgos.
- Incrementar de la productividad, a través de la eliminación de los desperdicios ligados al desarrollo... mejorará los tiempos de entrega y se desarrollarán productos de calidad desde el primer momento. (p.25)

Poppendieck y Poppendieck (2003) son considerados por muchos autores los pioneros del LD. Son los proponentes de la representación LEAN en siete principios que, consideran, se aplican a cualquier método de diseño de software.

El desarrollo de software es una disciplina muy amplia: abarca desde el diseño de la web hasta la puesta en órbita de un satélite. Las prácticas de un ámbito no se aplican necesariamente a otros ámbitos. Sin embargo, los principios son ampliamente aplicables a todos los ámbitos, siempre y cuando los principios rectores se traduzcan en prácticas adecuadas para cada ámbito. (p. 12)

Los principios son:

- Eliminar el desperdicio: concebido más en tiempo y esfuerzo de los equipos de trabajo.
- Amplificar el aprendizaje: Probar alternativas es posible siempre y cuando no implique desperdicio.
- Decida lo más tarde posible: El apuro trae errores. Significa tomar el tiempo necesario para evaluar las decisiones.

- Entrega tan rápido como sea posible: la entrega debe estar ajustada al tiempo necesario para no cometer errores. La prisa hace desperdicio.
- Empoderar al equipo: tanto en conocimiento como en toma de decisiones. Los equipos son autónomos.
- Construir integridad (en): Son los productos y servicios que percibes como relevantes para tu vida, los productos con integridad percibida.
- Ver el todo.

El proceso metodológico se convierte en cinco pasos de trabajo aplicables a toda la cadena de producción.

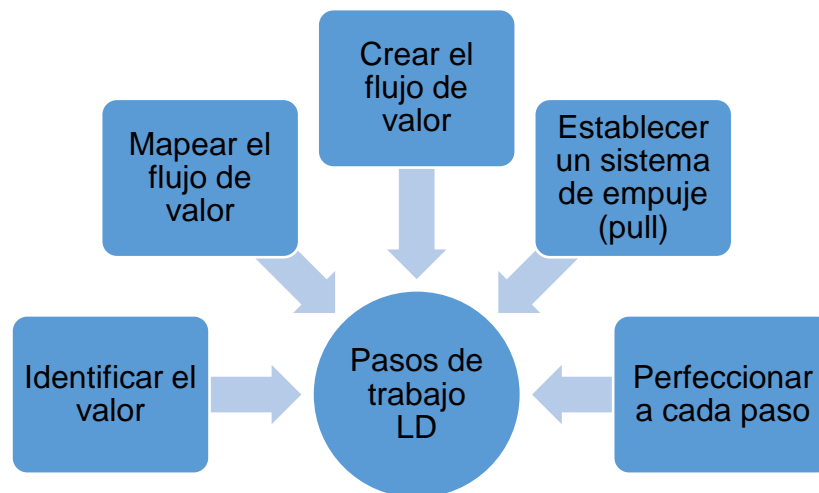


Figura 1. Pasos de trabajo metodología LD.

Fuente: Diseño propio con base en Távara (2017)

Cada paso reduce los desperdicios de producción, permitiendo que los clientes logren un alto nivel de satisfacción. Para lograr una producción de calidad, el flujo de trabajo requiere de ejecutar los siguientes pasos:

- Identificar el valor, de lo que el usuario considera importante para un producto o servicio digital.
- Mapear el flujo de valor determina las actividades comerciales y pasos involucrados, en conjunto y relacionados, en la creación y entrega de productos y servicios al usuario.
- Crear flujo es eliminar barreras funcionales y mejorar el tiempo de entrega. Es decisivo para la eliminación del desperdicio.
- Un sistema pull, de empuje, significa que solo se inicia un nuevo trabajo cuando tiene demanda. Así se elimina el primer gran desperdicio en la fuente.
- Perfeccionamiento es la evaluación continua del desempeño del flujo de valor para identificar y mejorar el valor creado y entregado al cliente

Huamanchumo (2021) refiere a Sanz (2015) para identificar en la ingeniería del Software los siete desperdicios (mudas) LEAN de la fábrica que se deben evitar:

- Exceso de Inventario → Trabajos inconclusos (parcialmente terminados)
- Sobreproducción → Características “extra”
- Sobre-procesamiento → Reaprendizaje
- Transporte no necesario → Cambio de personal designado para realizar una tarea
- Movimientos no necesarios → Cambios en las tareas
- Largas esperas → Mayores retrasos
- Defectos → Defectos

Para el éxito de la metodología es fundamental la identificación de las características de los desechos.

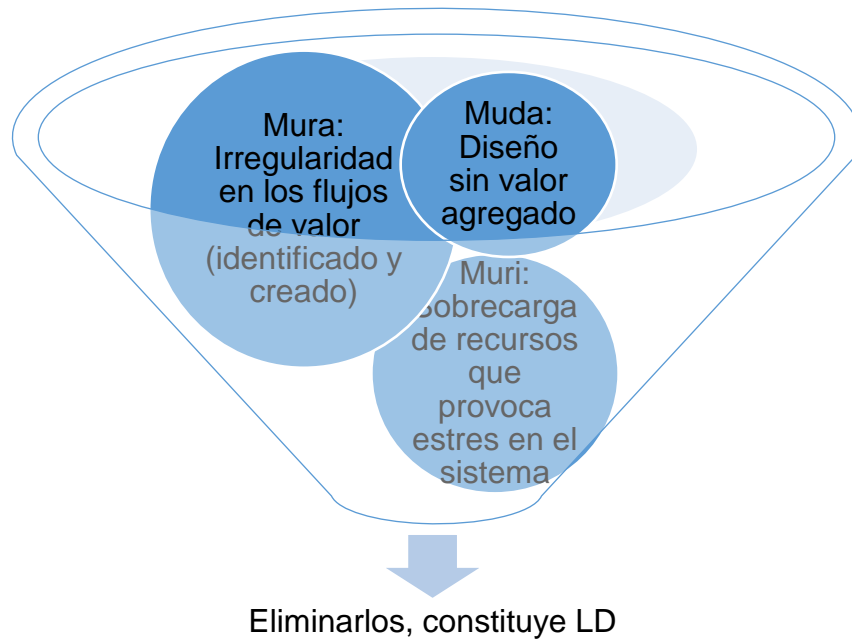


Figura 2. identificación de desechos en LD.

Fuente: Diseño propio con base en Távora (2017)

En la Tecnología de la Información (TI) LD es un enfoque de recomendaciones que se prestan a la interpretación de cada equipo por lo que resulta algo más complejo de implementar que otras metodologías ágiles que tienen instrucciones específicas. Para Gaete et al (2021) es un incentivo para la creación.

Esto da como resultado que se preste bastante a la subjetividad y a la interpretación de cada equipo de trabajo, pero lo compensa con una gran versatilidad, la posibilidad de crear software más económico y en menor tiempo y la opción de tener una relación mucho más cercana con el cliente gracias a las constantes entregas y generación de valor (p. 144)

Los autores precitados consideran que, para el diseño de sistemas de información, es una metodología adaptativa que puede ser complementaria de Scrum y Kanban para lo que propone un diseño de integración. En ese orden de ideas, en internet, se encuentra bibliografía especializada que reseña con amplitud diferentes tipos de aplicación LEAN relacionados con los sistemas de información.

Tipos de Lean

En la diversidad de metodologías con que se cuenta en la ingeniería del software, LD ha sido adaptado por diseñadores y equipos según la especificidad del campo de la producción que se requiera. Desde softwares de inventarios hasta equipos complejos para pacientes con problemas de comunicación para los que los diferentes tipos de LD han dado solución.

Clerici (2015) refiere a Ries (2011) y presenta una síntesis de la metodología Lean Startup (LS) y los pasos a seguir por las noveles empresas de sistemas digitales de información para garantizar su efectividad y, por supuesto, éxito de negocios. Se basa en la producción de conocimiento práctico del servicio que prestará el sistema de información desde el diagnóstico con el usuario, en su desarrollo y hasta la entrega final.

Para ello el sistema debe entrar en funcionamiento lo más rápido posible, en servicios parciales y a modo de prueba en caliente de ensayo y error. Sus principios son:

- Producto mínimo viable: el equipo recogerá, con el menor esfuerzo, la máxima cantidad de conocimiento validado acerca de los usuarios finales.
- Producción continua: Todo código escrito entra en funcionamiento de forma inmediata. Un desarrollo continuo que reduce los ciclos y tiempos de entrega.
- Experimento split-test: Son diferentes versiones del producto parcial que entran en funcionamiento al mismo tiempo. Permite la observación de comportamientos de los usuarios como “indicadores accionables” de calidad y necesidad de ajustes.
- Los indicadores accionables son para tomar decisiones de negocio con criterio y
- establecer acciones pertinentes de diseño.
- El uso de pivotes de avance, que son correcciones estructuradas diseñada para probar una nueva hipótesis básica sobre el producto, la estrategia y el motor de crecimiento.

- La Contabilidad de la innovación permite medir permanentemente resultados y progresos, es permanente para la planificación de metas e identificación de tareas prioritarias.
- El circuito Crear→Medir→Aprender, como proceso iterativo, permanente y eje de la metodología LS. Crear producto, medir reacciones y comportamientos del usuario y verificar datos para aprender (Clerici, 2015).

Pezzetti (2020) sostiene que el Lean Startup es importante, junto con técnicas de metodologías ágiles, para que el desarrollador de sistemas digitales de información cubran las tres variables fundamentales del diseño.

La vida de los emprendimientos tecnológicos está asociada a la calidad del producto que se ofrece, pero también a la forma en que se organiza el trabajo y al valor que otorga al destinatario de ese producto. No atender alguna de estas tres variables lleva indefectiblemente al fracaso de la empresa incipiente. (p. 18)

Lean UX es una metodología de diseño de sistemas de información centrada en equipos de trabajo autónomos pero conectados alrededor de las necesidades del usuario. Sus tres principios son:

- Organización de equipos: Deben guiarse para ser multifuncionales. Son equipos pequeños, dedicados y determinados en un área del producto. Son autosuficientes y con poder de decisión y se centran en los problemas y sus soluciones.
- Guiar es una cultura: proceso que debe pasar de la duda a la certeza. Busca resultados concretos, no salidas circunstanciales. Elimina el despilfarro de tiempo, procesos y materiales. Comparte el conocimiento como forma de empoderamiento. No existe nadie que lo sepa todo por lo que se permite el fracaso como pivote de aprendizaje y reinicio.
- Guiar el proceso: Se trabaja en parcialidades, pequeños lotes para disminuir riesgos. El descubrimiento es continuo. El enfoque del producto siempre es el usuario. Los resultados del trabajo siempre están disponibles en cualquier

momento. Los análisis se repiten y se renuevan. Las entregas son permanentes (Franco et al., 2021).

Motorola desarrolla Lean Six Sigma. Es una aplicación rigurosa, en una empresa eminentemente productora de sistemas digitales de información, con el uso de muchas técnicas estadísticas integradas para identificar y eliminar elementos que podrían variar un proceso. Al desaparecer la variación, los resultados se pueden predecirse con precisión.

Tiene cinco fases, no necesariamente excluyentes y secuenciales:

- Definir: Se establecen los límites del proceso analizado definiendo las expectativas de rendimiento deseado desde la perspectiva del usuario.
- Medir: Se evalúa el desempeño, actual, del proceso (En producto o servicio) determinando la realidad de uso, especialmente desde la perspectiva del usuario.
- Analizar: Se analiza el proceso usando los datos recogidos y sistematizados determinando la(s) fuente(s) de variación que causan el problema.
- Mejorar: Se evalúan los posibles cambios en el proceso y se diseñan y prueban cambios en la búsqueda de prestación de mejor calidad.
- Control: Se implementan los cambios, se actualizan los sistemas de soporte se controla el proceso estadísticamente, garantizando que la solución sea sostenible por completo (Rodríguez, 2022).

Otra variante de la aplicación de LD es su combinación con otras metodologías para crear modelos propios de una actividad productiva. Porras et al (2014) hacen una revisión documental de la variante Lean Construction (LC) en la que referencian BIM (Business Information Modeling, por sus siglas en inglés) una metodología que explora tecnologías posibles para modelaciones 3D, inteligentes, de edificaciones. Se desarrolla la herramienta de Autodesk Revit®, software como parte de las soluciones BIM, que interacciona perfectamente con LC.

Las variaciones metodológicas pueden ser aplicadas en diferentes áreas de la producción de bienes y servicios como se aprecia en la tabla 1.

Tabla 1. Producción de bienes y servicios con variaciones de LD

Autor(es)	Lean	Objetivo
Teiler et al, (2021)		Optimización de inventario farmacéutico de hospital para minimización de pérdidas
Rozo et al (2016)	Six Sigma	Revisión de literatura de mejoras en el sector salud con Lean Healthcare.
Gutiérrez e Ibáñez (2021)		Revisión de literatura de mejoras en cadenas de suministros en Pandemia Covid-19.
Borda y Mucha (2020)		Lean Services permite un diagnóstico de causas de baja calidad de servicio.
Tovar et al. (2020)	UX	Software de realidad aumentada para promoción de productos.
Varela, 2022		Interfaz de comunicación. Herramienta especializada para pacientes de accidentes cerebrovasculares.
Llamas y Fernández (2018)	LS	Construcción de modelos de negocio rentable con altos estándares de posibilidad de éxito.
Ávalos et al. (2019)		Adquisición de competencias digitales e investigativas en estudiantes universitarios.
Pérez et al. (2019)	LC y BIM	Implementación de conceptos de LC y BIM en proyectos de vivienda popular

Fuente: Elaboración propia

La aplicación en la industria es cada día más creciente. González (2010) presenta una mejora de la gestión de anomalías de la empresa Interconexion Eléctrica S.A (ISA) para lo que propuso la utilización de herramientas seleccionadas del inventario Lean Six Sigma. El mejoramiento de la gestión partió desde la participación permanente de los involucrados en el diseño y desarrollo de los instrumentos necesarios para la revisión y ajuste de los procesos dentro de los cinco pasos de la metodología específicamente en la no conformidad de los resultados y la mejora permanente.

El resultado de las fases del proyecto se implementó en un programa piloto en uno de sus procesos organizacionales siendo su conclusión “La nueva metodología para la gestión de no conformidades armoniza las relaciones entre áreas de la empresa en

cuanto a temas relacionados con el sistema integrado de gestión gracias a la negociación y consenso de requisitos (GAGE-RPN).” (González, 2010, 46)

Áreas tan compenetradas como la educación y la lúdica encuentran en la metodología herramientas para el diseño de sistemas de información. Lindo et al (2015) desarrollan una propuesta que involucra LD en el diseño y desarrollo de un software de gamificación educativa con una metodología considerada fundamental en el proceso de implantación del Lean, las 5S.

- Seiri: Clasificar las herramientas de trabajo a fin de mantener lo estrictamente necesario.
- Seiton: Ordenar e identificar lo necesario para el trabajo para facilitar el acceso y uso.
- Seiso: Limpiar el área de trabajo. Retirar todo lo innecesario.
- Seiketsu: Eliminar las causas de la suciedad y desorden. Se elabora un procedimiento estándar de las tres primeras S.
- Shitsuke: Verificar que los estándares se cumplen para asegurar que las mejoras se mantengan en el tiempo y no allá retorno a las prácticas anteriores

Tafur et al. (2020) presentan el desarrollo del software “MyCheckTime” una herramienta digital de seguridad perioperatoria basado en la metodología Lean, el concepto de *Bundles*, o paquetes de revisión, del trabajo se asientan en la generalidad de un paquete de seguridad pre, en el proceso y pos operatoria con pasos determinados desde la experiencia de un equipo médico reunido para su diseño e implementación.

Discusión

Las diferentes metodologías de diseño LD siguen pasos similares, y recurrentes en los que la prueba del producto, en funcionamiento con la participación del usuario/cliente final, de los sistemas de información es el eje del desarrollo del producto.

Se buscan prestaciones de alta calidad identificadas desde el cumplimiento de las expectativas del usuario.

Como metodologías ágiles da más importancia al proceso comunitario de construcción de un producto, dentro de la flexibilidad del manifiesto ágil, que al seguimiento forzado de etapas y el registro riguroso del proceso técnico. No por ello deja de ser altamente técnico y de calidad.

Los principios Lean pueden aplicarse a cualquier proceso social, operación comercial o estrategia de seguimiento y mejora de organizaciones humanas, no solo a la fabricación. Hoy en día se utiliza, literalmente, en todas las funciones y en todas las industrias.

Toda la bibliografía revisada deja entrever que LD requiere de equipos de trabajo muy cohesionados, empoderados en todas las partes del proceso, con formas y maneras de comunicación limpia, sin ruidos que entorpezcan el mensaje y con sus miembros abiertos al aprendizaje continuo.

LD es el derivado, el desarrollo disruptivo de formas de producción humana que se apoya en las experiencias de muchas décadas de diferentes disciplinas como ingeniería industrial, de producción, administración y, por supuesto, de la informática. No solo es una metodología adaptativa, sino en evolución, muy efectiva para mejorar todos los procesos productivos.

Es muy común que en una actividad humana que requiera, o se soporte, de las tecnologías digitales los ingenieros del software, diseñadores y prestadores del servicio incluyan herramientas digitales diversas y programas diferentes. Ello ocurrirá con actividades que así lo requieran, con sistemas de información cuya complejidad del servicio que prestarán obligue la utilización de diferentes procesos.

Panamá es un país en franco desarrollo. Sin calificar el momento de la industria productiva y la utilización de metodologías digitales para la manufactura es un campo propicio para revisar las formas productivas con una metodología que ha demostrado su efectividad en diferentes partes del mundo.

Referencias Bibliográficas

- Bravo, C., P. V., y Arregui, R. (2019). *Los sistemas de información en la toma de decisiones gerenciales en las empresas comerciales de Portoviejo*. Revista ECA Sinergia, 9(2), 45-54: Dialnet-LosSistemasDeInformacionEnLaTomaDeDecisionesGerenc-6726423.pdf
- Casal, J. (2019). *Implantación de metodologías ágiles en un equipo de desarrollo de software*. [Trabajo para optar al título de máster] Universidad de Valladolid: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/37914/TFM-I-1378.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Clerici, D. (2015). *Marco de trabajo para el despliegue de soluciones como servicio utilizando lo esencial de gestión Lean, Kanban, diseño centrado en el usuario y ReactJs*. [Tesina para optar por el título de Licenciatura en Sistemas] Universidad de La Plata: <http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/119858>
- Franco, E., Bianchetti, M., y Ávila, M. (2021). *Análisis de metodologías ágiles de desarrollo de software centradas en el usuario: una guía rápida para su adopción*. Pistas Educativas, 43(139), : <http://www.itc.mx/ojs/index.php/pistas/article/download/2546/2018>
- Gaete, J., Villarroel, R., Figueroa, I., Cornide, H., y Muñoz, R. (2021). *Enfoque de aplicación ágil con Scrum, Lean y Kanban*. Ingeniare. Revista chilena de ingeniería, 29(1), 141-157: <https://www.scielo.cl/pdf/ingeniare/v29n1/0718-3305-ingeniare-29-01-141.pdf>
- González, J. (2010). *Metodología para levantamiento de requisitos de proceso y análisis de no conformidades según la metodología Lean Six Sigma. Caso: ISA*. [Trabajo de grado para optar al título de Ingeniero Industrial] Universidad EIA: https://repository.eia.edu.co/bitstream/handle/11190/4312/GonzalezJose_2010_MetodologiaLevantamientoRequisitos.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Huamanchumo, H. (2021). *Implementación de un modelo de procesos basado en lean para el ciclo de vida del desarrollo de software en cloud computing*. [Tesis para optar por el título de Ingeniero de Sistemas] Universidad Señor de Sipán: <https://uvadoc.uva.es/bitstream/handle/10324/13538/TFG-B.796.pdf?sequence=1&isAllowed=y>

- Lindo, C., Sanz, P., De-Benito, J., y Galindo, J. (2015). *Aprendizaje del Lean Manufacturing mediante Minecraft: aplicación a la herramienta 5S*. Revista Ibérica de Sistemas y Tecnologías de Información, (16), 60-75: <https://scielo.pt/pdf/rist/n16/n16a06.pdf>
- Maida, E., y Pacienza, J. (2015). *Metodologías de desarrollo de software*. [Tesis de Licenciatura en Sistemas y Computación] Universidad Católica Argentina: <http://bibliotecadigital.uca.edu.ar/repositorio/tesis/metodologias-desarrollo-software.pdf>
- Martínez, R., Palma, A., y Velásquez, A. (2020). *Revolución tecnológica e inclusión social. Reflexiones sobre desafíos y oportunidades para la política social en América Latina*. Comisión Económica para América Latina y el Caribe (CEPAL), División de Publicaciones y Servicios Web. : https://repositorio.cepal.org/bitstream/handle/11362/45901/1/S2000401_es.pdf
- Matas, J., y Pérez, N. (2020). *La gestión por procesos y las metodologías ágiles en las empresas grado en información y documentación diseño de sistemas de documentación para las empresas*. [Presentación Power Point]: https://digibug.ugr.es/bitstream/handle/10481/76836/Gestion_procesos_Agile.pdf?sequence=1&isAllowed=y
- Pezzetti, V. (2020). *Por qué alinear Lean Startup con Design Thinking y Agile*. Revista Abierta de Informática Aplicada, 4, 17-24 : <http://portalreviscion.uai.edu.ar/OJS/index.php/RAIA/article/view/9/8>
- Poma, J., Llanes, E., Peralta, D., y Molina, J. (2021). *Metodologías ágiles en las etapas fundamentales del diseño industrial*. UNIVERSIDAD, CIENCIA y TECNOLOGÍA, 25(110), 87-96: doi: 10.47460/uct.v25i110.479
- Poppendieck, M., y Poppendieck, T. (2003). *Lean Software Development: An Agile Toolkit*. Autoedición [En línea].
- Porras, H., Sánchez, O., y Galvis, J. (2014). *Filosofía Lean Construction para la gestión de proyectos de construcción: una revisión actual*. AVANCES Investigación en Ingeniería, 11(1), 32-53: <https://dialnet.unirioja.es/descarga/articulo/7855003.pdf>
- Ramírez, L. (4 de abril de 2022). *¿Qué es el Lean Manufacturing o producción ajustada?* IEBS: <https://www.iebschool.com/blog/que-es-lean-manufacturing-negocios-internacionales/#:~:text=Toyota%20y%20el%20origen%20del%20Lean%20Manufacturing,-El%20Lean%20Manufacturing&text=En%201950%20la%20empresa%20vio,quando%20el%20cliente%20lo%20solicita%E2%80%9D>.

- Ramírez, M., Morales, B., Muñoz, R., y Muñoz, A. (2021). *Análisis de tendencias: referente metodológico para la estrategia de empresas Startup en la Nueva Normalidad*. Revista EDUCATECONCIENCIA, 29(32), 23-47: <https://tecnocientifica.com.mx/educateconciencia/index.php/revistaeducate/article/view/417>
- Rodriguez, D. (12 de 9 de 2022). *Lean Six Sigma para mejora de procesos: Todo lo que debes saber*. pensemos.com: <https://gestion.pensemos.com/lean-six-sigma-para-mejora-de-procesos-todo-lo-que-debes-saber>
- Sillero, J. (2011). *Incorporando el Análisis de Desperdicios no Sustentables en el Currículo de Ingeniería Industrial*. Ninth LACCEI Latin American and Caribbean Conference (LACCEI'2011), Engineering for a Smart Planet, Innovation, Information Technology and Computational Tools for Sustainable Development, August 3-5: http://www.laccei.org/LACCEI2011-Medellin/RefereedPapers/EUEE085_Sillero.pdf
- Tafur, L., Zorrilla, A., Vallejos, L., Chilatra, J., Angarita, E., Martínez, M., . . . Lema, E. (2020). *Desarrollo del software MyCheckTime® seguridad perioperatoria con base en la metodología Lean de Toyota*. Revista Colombiana de Anestesiología, 48(1), 12-19: http://www.scielo.org.co/pdf/rca/v48n1/es_0120-3347-rca-48-01-12.pdf
- Távara, A. (2017). *Propuesta de mejora del proceso productivo de una línea de confecciones en la empresa empercon s.a.c., mediante el uso de herramientas de manufactura esbelta*. [tesis para optar el título de ingeniero industrial] Universidad Católica Santo Toribio de Mogrovejo: https://tesis.usat.edu.pe/bitstream/20.500.12423/1189/1/TL_TavaraChupillonAnaLucia.pdf