

Enseñanza-aprendizaje de *Lean Manufacturing* en la carrera de Ingeniería Industrial

Teaching-learning of Lean Manufacturing in Industrial Engineering career

MSc. Rebeca Esther Conde-García, rebeca@uo.edu.cu, <http://orcid.org/0000-0003-2810-4525>;

Dr. C. Lucía Font-Jay, lfont@uo.edu.cu, <http://orcid.org/0000-0001-7222-2938>;

Ing. Irene Esther Díaz-Conde, irenedc@uo.edu.cu, <http://orcid.org/0000-0002-0413-639X>

Universidad de Oriente, Santiago de Cuba, Cuba

Resumen

Lean Manufacturing, término conocido en español como manufactura esbelta, es una filosofía de producción que busca erradicar el desperdicio en los procesos productivos y de servicios. Acorde al perfil ocupacional del ingeniero industrial, éste debe estar preparado para entender los cambios que deben efectuarse en el sistema de producción, los resultados de su implementación y el impacto que tendrán estos para la organización y sus trabajadores. Este trabajo tiene como objetivo contribuir, mediante una propuesta metodológica, a que el futuro profesional entienda los impactos inmediatos y los mediatos que ocurrirán como resultado del pensamiento sistémico durante el desempeño diario, para desarrollar las competencias laborales a partir de la implementación de las técnicas y herramientas de *Lean Manufacturing*, siguiendo la estrategia educativa del Ministerio de Educación Superior para la carrera de Ingeniería Industrial, en la que juegan un papel central el modelo del profesional y las estrategias de aprendizaje activo.

Palabras clave: Modelo del profesional; Aprendizaje activo, Manufactura esbelta; Ingeniería Industrial.

Abstract

Lean Manufacturing, a term known in Spanish as manufactura esbelta, is a philosophy production that seeks to eradicate waste in the production and service processes. According to the occupational profile of the industrial engineer, this must be prepared to understand the changes made in the production system, the results of its implementation and the impact these will have for the organization and its workers. The objective of this work is to contribute, through a methodological proposal, to the future professional to understand the immediate and mediates impacts that will occur as a result of systemic thinking during the daily performance, to develop labor competencies in the implementation of the techniques and *Lean Manufacturing* tools, following the educational strategy of the Ministry of Higher Education for the Industrial Engineering career, in which the professional model and active learning strategies play a central role.

Keywords: Professional model; Active learning, Lean manufacturing; Industrial engineer.

Introducción

En la actualidad, las organizaciones se enfrentan al reto de buscar e implementar nuevas técnicas organizativas y de producción, que les permitan establecerse y permanecer en un mercado globalizado cada vez más competitivo.

Para lograrlo requieren entre otros aspectos de profesionales integrales que sean capaces de diagnosticar, diseñar, operar, controlar y mejorar procesos de producción y servicios en toda la cadena de valor, con el objetivo de lograr eficacia, eficiencia y sostenibilidad.

Lean Manufacturing es una de las filosofías más utilizada para la mejora empresarial en la actualidad. La aceptación que ha tenido la misma en la industria ha llevado a que sea incluida en los planes de estudio de ingeniería industrial. Por tal motivo, en su enseñanza se precisa cada vez más de la vinculación de estrategias de aprendizaje activo. (Pérez, Restrepo, Cortés, Parra, Quinceno, 2013; Escudero, Aparicio, Muñuzuri y Madrigal, 2019)

La palabra *Lean* significa flaco, esbelto, sin grasa. En un ámbito industrial significa agilidad y flexibilidad. *Lean Manufacturing* o manufactura esbelta, como se conoce en español es un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción, que se aplican de forma sistemática y habitual, en busca de la mejora continua de los procesos a través de minimizar el desperdicio, considerado este último como los procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, como toda actividad que no agrega valor, sin embargo, generan costo y demanda de esfuerzo (Pérez *et al*, 2013; Hernández y Vizán, 2013; Manzano y Gisbert, 2016; Palomino, 2018; Escudero, *et al*, 2019).

La gestión en la toma de decisiones en las operaciones, ha permitido el desarrollo de la productividad. Los componentes y partes que estructuran las operaciones deben estar interrelacionados, o que permite la conceptualización sistémica de gestión a través de la filosofía *Lean*. Las experiencias señalan que es aplicable a cualquier tipo de industria, incluso a los servicios, lo que ratifica su versatilidad y flexibilidad (Hernández y Vizán, 2013; Manzano y Gisbert, 2016; Sanz y Gisbert, 2017; Palomino, 2018; Escudero *et al*, 2019; López, Ordoñez y Rivas, 2020).

Los administradores de la producción y la calidad argumentan que si las herramientas y metodologías “*Lean*” no son bien comprendidas difícilmente serán bien implementadas. Debido a esto, las empresas priorizan la contratación de profesionales especializados y demandan más entrenamiento “*Lean*” en sus trabajadores. Otro factor a considerar es que normalmente esta filosofía se estudia por partes y no siempre se visualiza la oportunidad

de interpretarla de forma integradora. En respuesta, las Universidades han fortalecido el contenido de currículos y han investigado y propuesto nuevos métodos para promover su aprendizaje (García, Santos, Arcelus, y Viles, 2011; López *et al.*, 2020).

El éxito de *Lean* estriba en generar una corriente de pensamiento destinada a encontrar mejoras en todos los niveles de la organización para que el valor fluya a través de la cadena productiva. Esto la hace idónea para el aprendizaje activo (López *et al.*, 2020).

En este contexto, hay que ser conscientes de que las nuevas estrategias de enseñanza toman en cuenta las nuevas y variantes concepciones del entorno, por lo que se hace necesario prepararse para la implementación de metodologías, herramientas y prácticas donde se utilice el potencial de la tecnología, incluidos los juegos, para apoyar la manera de enseñar – aprender, a través de la participación y el involucramiento activo de los estudiantes en el proceso de enseñanza y aprendizaje.

Entonces, el reto de los profesores radica en explotar la creatividad y el factor motivacional en el diseño de asignaturas de modo que integren los conceptos y el conocimiento que se desean transmitir para lograr el objetivo del aprendizaje (Garris, Ahlers y Driskell, 2002).

En este estudio se presenta la enseñanza – aprendizaje de los principios y herramientas de *Lean Manufacturing* desde la asignatura Sistemas Actuales de Producción, concebida en el diseño curricular como asignatura optativa de la disciplina Gestión de Procesos y Cadenas de Suministros en la carrera de Ingeniería Industrial, en la Universidad de Oriente.

Materiales y métodos

Para la realización de este trabajo se emplearon diferentes métodos teóricos y empíricos a través del estudio del arte y la práctica con el fin de evaluar las temáticas que se están abordando en la enseñanza de las técnicas y herramientas de *Lean manufacturing* y sus formas de aplicación. Se tuvieron en consideración los aspectos Positivos, Negativos e Interesantes (PNI) detectados por 271 encuestados, lo que representa el 90 % de los estudiantes de pregrado y posgrado que cursaron la asignatura en los períodos lectivos comprendidos entre 2015 y 2020, así como las opiniones de los profesores de la disciplina Gestión de Procesos y Cadenas de Suministros.

El diseño de la asignatura partió del alineamiento los objetivos de aprendizaje con las estrategias de enseñanza-aprendizaje, los mecanismos de evaluación y los materiales de aprendizaje, siguiendo el modelo de John Biggs (1999) (Figura 1).



Figura 1. Modelo de alineamiento constructivo (John Biggs citado por Dinas *et al.*, 2009)

Resultados

Diseño de la asignatura

El modelo de formación de la educación superior cubana es de perfil amplio y se sustenta en dos ideas rectoras fundamentales:

- La unidad entre la educación y la instrucción, que expresa la necesidad de educar al hombre a la vez que se instruye.
- El vínculo del estudio con el trabajo, que consiste en asegurar desde el currículo el dominio de los modos de actuación del profesional, en vínculo directo con su actividad profesional.

Los momentos actuales exigen la necesidad de formar un profesional capacitado para que, trabajando en equipo o en áreas integradoras a nivel de proceso de cualquier organización, sea capaz de organizar la logística en los procesos de producción y servicios y proponer soluciones integrales que tributen a la mejora de la eficiencia y la competitividad de los mismos en el marco jurídico actual y las normas técnicas (MES, 2018, p. 106).

En este perfil del profesional y el sistema de conocimientos definidos en el Plan de Estudios de la carrera, determinan los objetivos, a partir de éstos se concretan los elementos de aprendizaje en la conjunción de tres aspectos: saber, saber hacer, saber ser, vinculados con las estrategias curriculares de la carrera.

El fondo de tiempo para los cursos diurnos, por encuentros y de posgrado es de 48, 32 y 96 horas respectivamente. En todos los casos la asignatura se imparte de forma presencial.

Caracterización de la asignatura

Esta asignatura promueve en el estudiante, la adopción del pensamiento “*Lean*”, a partir de analizar todas las actividades que conforman a la cadena de valor, identificar aquellas que no agregan valor al producto (desperdicios) para tratar de reducir las o eliminarlas,

con las metas de reducir los costos de producción y generar ventajas competitivas a la organización.

Se vincula con las disciplinas Estadísticas e Investigación de Operaciones, Ingeniería del Factor Humano, Dibujo, Idioma Inglés, Lengua Materna, Informática Empresarial, Calidad, Gestión por procesos y cadena de suministros, Economía y Dirección de Procesos y el Proyecto General Integrador.

Intención didáctica

La asignatura está estructurada en tres temas. Aborda el desarrollo histórico y la evolución de los sistemas de manufactura, el surgimiento y desarrollo de *Lean Manufacturing*, los conceptos de KANBAN, JIT y KAIZEN, la clasificación e identificación de los desperdicios (MUDAS) y la aplicación de las 5S, los 5 ceros y el Mapa de la Cadena de Valor (VSM).

Es una asignatura optativa, propuesta a formar parte del currículo propio de la carrera, que debe planificarse en el primer semestre del penúltimo año lectivo. Al impartirse se hace con enfoque de aplicación, donde el estudiante analizará situaciones de su entorno y de una organización en específico, preferentemente aquella donde realizó la práctica docente laboral en el segundo año lectivo, para que pueda identificar los desperdicios con el fin de minimizarlos o eliminarlos, aplicar las 5'S y los 5 ceros, así como definir y proponer, si se precisa, de un tablero KANBAN para mejorar el desempeño de la organización objeto de estudio.

Para mejor comprensión de las herramientas de *Lean* antes mencionadas, de forma opcional, el profesor puede orientar al estudiante y/o su equipo de trabajo al juego interactivo que haya seleccionado y propiciar el debate grupal sobre los aspectos tratados en clase, problemas detectados y las posibles soluciones que encontró a partir de jugar nuevamente.

En este caso es la *App Cooking Fever*. La cual, además de ser un elemento de motivación, constituye un vehículo para desarrollar los conceptos relacionados con el trabajo en proceso, el rendimiento, el tiempo de entrega, el exceso de inventario, la detección de anomalías y la eficiencia productiva.

Los contenidos temáticos de la asignatura se desarrollarán de forma teórico-práctica, a través de actividades que permitan vincular los conocimientos teóricos con su aplicación, para facilitar el asesoramiento a los estudiantes en el desarrollo del proyecto de aplicación a presentar y defender en el taller final.

Al finalizar la asignatura, los estudiantes habrán fomentado el trabajo en equipo, desarrollado capacidades de analizar, organizar y planificar actividades, así como habilidades de investigación y aplicación de los conocimientos concretos de la carrera para la solución de problemas.

Competencias previas que debe tener el estudiante:

- Conoce los conceptos básicos de ingeniería industrial.
- Aplica diagramas de proceso.
- Conoce los tipos de procesos y sistemas de producción.
- Analiza e interpreta operaciones de trabajo.
- Realiza estudios de tiempo y ergonomía.
- Interpreta materiales en idioma inglés.
- Aplica herramientas básicas de Microsoft Office.
- Realiza búsquedas especializadas de información en Internet.

Competencias específicas de la asignatura a desarrollar por el estudiante:

- Conoce elementos de organización espacial, el benchmarking y la reingeniería de procesos.
- Conoce, comprende y aplica la filosofía de *Lean Manufacturing*.
- Analiza y aplica métodos para la reducción de tiempos.
- Describe el flujo de un proceso productivo mediante su mapa.
- Identifica y elimina los diferentes desperdicios existentes en un sistema mediante la aplicación de herramientas *Lean Manufacturing* (5'S, 5 ceros, KANBAN, KAIZEN).

Competencias genéricas a desarrollar:

- Trabajo en equipo
- Comunicación oral y escrita.
- Habilidades básicas de manejo de procesadores de textos y datos.
- Habilidades para la búsqueda y análisis de información procedente de diferentes fuentes.
- Capacidad de aplicar los conocimientos en la práctica para la solución de problemas.

Objetivos de aprendizaje:

- Conocer las particularidades teóricas y prácticas de las herramientas de "*Lean Manufacturing*", mediante habilidades vinculadas a los sistemas productivos, identificando las oportunidades de aplicación de cada una en diferentes

escenarios, realizando propuestas de mejoramiento sistémico y sistemático para la organización.

- Traducir y resumir materiales en idioma inglés relacionados con la materia para identificar posible aplicación en la organización objeto de estudio.

Contenidos de la asignatura:

La selección de los mismos se realizó considerando que estos comprendieran los componentes teóricos que le permitan al estudiante alcanzar los objetivos de aprendizaje. Los contenidos seleccionados por tema, los elementos y las estrategias de aprendizaje se muestran a continuación (Cuadro I). En la misma se explica el saber y el saber hacer de cada elemento. El saber ser estará acorde con las principales características del entorno organizacional o social donde se desempeñe el profesional, a sus actitudes y aptitudes, de expresión de capacidad, de compartir y trabajar en grupo, pues se trata de tener en cuenta valores, creencias y otros elementos que favorezcan o dificulten los cambios necesarios en un contexto dado.

Cuadro I. Desglose de temas para la asignatura

Tema I. Introducción a las Herramientas de Gestión de la Manufactura Moderna.		
Objetivo: Que el estudiante sea capaz de explicar, de forma general, en qué consiste la filosofía de “Lean Manufacturing”, sus técnicas y herramientas.		
Saber	Saber hacer	Estrategias de aprendizaje
Historia, contexto y objetivos de la filosofía “Lean Manufacturing”		<ul style="list-style-type: none"> – Estudio individual: Textos básicos de la disciplina y textos complementarios de la asignatura, en idioma inglés, entregados de forma dirigida. – Debate en clases. – Utilización de casos de éxito como ejemplo de aplicación del tema.
Conceptos de flexibilidad en la producción; las diferencias entre los sistemas <i>push</i> y <i>pull</i>	Enseñar las diferencias entre los sistemas <i>push-pull</i> . Mostrar la flexibilidad de un sistema <i>pull</i> .	
Conceptos: benchmarking, reingeniería de procesos. Elementos de organización espacial.	Analizar y comparar la aplicabilidad de estos conceptos en los sectores de producción y servicios	
	Analizar las condiciones de la organización donde se realizó la Práctica Docente Productiva. Estudiar artículo en idioma inglés seleccionado previamente. Determinar si la técnica/herramienta del artículo puede ser aplicada en la organización objeto de estudio.	
Tema II. Desperdicios o MUDAS.		
Objetivo: Que el estudiante sea capaz de identificar los desperdicios para su eliminación en los sistemas de producción/servicios.		
Conocer el concepto de desperdicios (MUDAS) y cómo identificarlos.	Analizar diferentes procesos productivos y de servicios para determinar las principales causas de los desperdicios.	<ul style="list-style-type: none"> – Estudio individual: Textos complementarios de la asignatura en idioma inglés. – Juego: Apk Cooking Fever. – Debate en clases. – Utilización de casos de éxito como ejemplo de aplicación del tema.
	Identificar los desperdicios en un proceso seleccionado en la organización objeto de estudio.	

Tema III. Técnicas de <i>Lean Manufacturing</i>.		
Objetivo: Que el estudiante sea capaz de explicar, de forma general, fundamentos y elementos de algunas técnicas de “ <i>Lean Manufacturing</i> ”.		
Mapa de la cadena de valor (VSM): <ul style="list-style-type: none"> • Concepto, objetivos y generalidades • Simbología • Elementos de análisis 	Analizar y realizar el VSM del proceso seleccionado en la organización objeto de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> – Estudio individual: Textos complementarios de la asignatura y material audiovisual (dirigido) en idioma inglés. – Juego: Apk Cooking Fever. – Debate en clases. – Utilización de casos de éxito como ejemplo de aplicación por técnicas.
5’S: <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos • Herramientas • Aplicación • Ejemplos 	Analizar el proceso seleccionado en la organización objeto de estudio siguiendo los pasos de 5’S: <ul style="list-style-type: none"> • Clasificar • Organizar • Limpiar • Estandarizar • Autodisciplina 	
5 ceros: <ul style="list-style-type: none"> • Conceptos • Herramientas • Aplicación • Ejemplos 	Analizar y aplicar los 5 ceros en el proceso seleccionado en la organización objeto de estudio.	
Kaizen: <ul style="list-style-type: none"> • Concepto • Herramientas • Aplicación • Ejemplos 	Analizar la aplicación de KAIZEN en la organización objeto de estudio.	
Justo a tiempo (JIT): <ul style="list-style-type: none"> • Concepto • Herramientas • Aplicación • Ejemplos 	Analizar la aplicación de JIT en la organización objeto de estudio.	
Tema IV. KANBAN.		
Objetivo: Que el estudiante sea capaz de explicar y aplicar KANBAN en sistemas de producción/servicios.		
<ul style="list-style-type: none"> • Concepto, objetivos y generalidades • Tipos de KANBAN • Herramientas • Aplicación • Ejemplos 	Analizar e identificar las posibilidades de aplicación de los tipos de KANBAN en el proceso seleccionado en la organización objeto de estudio.	<ul style="list-style-type: none"> – Estudio individual: Textos complementarios de la asignatura en idioma inglés. – Juego: Apk Cooking Fever. – Debate en clases. – Utilización de casos de éxito como ejemplo de aplicación del tema.

Para lograr los objetivos de la asignatura se utilizarán como:

- Formas de enseñanza: conferencia (actividad lectiva grupal) y seminarios (actividad lectiva que permite individualizar la enseñanza sobre la base de dar solución a problemas, mediante estrategias soportadas sobre métodos participativos).

- Medios de enseñanza y Materiales didácticos: pizarra, tiza, proyector, material audiovisual y artículos científicos en idioma inglés, juego *Cooking Fever (Apk)*.
- Métodos de enseñanza: exposición problémica, investigativo, búsqueda parcial, de elaboración conjunta, analógico (con la aplicación de una o varias técnicas) y teórico (con las proyecciones de soluciones).

Sistema de evaluación

Para evaluar de forma objetiva el rendimiento que ha tenido cada estudiante durante el desarrollo de la asignatura, se debe tener en cuenta tanto la asimilación de conocimientos como a la realización de los trabajos orientados.

En este caso se propone un sistema mixto que comprenda las evaluaciones frecuentes en seminarios (oral y escrita), los resultados de la prueba parcial que deberá aplicarse al concluir el tema III y el Taller final que comprende la entrega del informe escrito con las propuestas de aplicación de técnicas de *Lean Manufacturing* en la organización objeto de estudio previamente seleccionada a inicio del curso y su exposición y debate de forma oral.

Discusión

La industria contemporánea, tanto de manufactura como de servicios, está sometida a una dinámica de transformación cada vez más rápida para satisfacer las demandas locales y globales. Esta dinámica se debe reflejar también en la enseñanza de ingeniería con el fin de integrar el pensamiento sistémico durante el desempeño diario y el conocimiento práctico para desarrollar las competencias laborales en los futuros profesionales (Orjuela, Arroyo y Rodríguez, 2013).

La Ingeniería Industrial surge en Cuba con el triunfo revolucionario del primero de enero de 1959. En sus inicios, este ingeniero tenía como objetivo fundamental la dirección de los procesos productivos, la explotación y mantenimiento eficiente del equipamiento industrial, la organización de procesos productivos y auxiliares. Incluía todos los aspectos tecnológicos de la producción, inclusive los de carácter constructivo.

Con la concepción de perfil amplio que ha caracterizado siempre al Ingeniero Industrial, se requiere profesionales capaces de garantizar sistémicamente la gestión de los procesos de producción y servicios en todos los sectores de la sociedad. En el contexto dinámico que enfrenta el país, este profesional debe jugar un papel protagónico.

En el proceso de desarrollo de la carrera, sus planes y programas de estudio se han ido atemperando a los requerimientos modernos del desarrollo de la ciencia y la tecnología y a los cambios del entorno.

La incorporación de asignaturas electivas/optativas, permite abordar problemas de acuerdo a las necesidades de los territorios, de las investigaciones y de los adelantos de la ciencia y la tecnología en las diferentes áreas de conocimiento de la Ingeniería Industrial, propiciando una mayor participación de los estudiantes en el proceso de enseñanza aprendizaje sobre la base de un incremento del trabajo independiente a desarrollar por los mismos.

El proceso docente está estructurado por disciplinas. La Gestión de Procesos y Cadenas de Suministros es una de ellas. Entre sus objetivos generales se encuentran que el ingeniero sea capaz de:

- Operar, analizar y mejorar los sistemas de organización, planificación y control de los procesos de producción y servicios con el propósito de elevar la eficiencia, eficacia y la competitividad empresarial.
- Desarrollar soluciones objetivas de acuerdo a la realidad y perspectivas cubanas.
- Lograr habilidades en la expresión oral y escrita consultando fuentes bibliográficas en idiomas extranjeros (redactar y defender los informes técnicos en los trabajos de curso durante toda la carrera) (MES, 2018, p. 106).

Entre los conocimientos esenciales a adquirir por el egresado está la modelación integrada de procesos de producción y servicios; el alcance y contenido de las filosofías y técnicas de manufactura moderna en la producción y los servicios (MES, 2018, p. 107).

Para dar cumplimiento a estas metas, se diseña la asignatura Herramientas de Gestión de la Manufactura Moderna, concebida en el diseño curricular como optativa propia de la disciplina y la carrera, con el propósito enseñar las herramientas y principios de *Lean Manufacturing*; solucionar un problema práctico en la producción o los servicios utilizando estas herramientas vinculadas al Método General de Solución de Problemas (MGSP) y lograr habilidades en la expresión oral y escrita consultando fuentes bibliográficas y productos audiovisuales en idioma inglés.

Lean Manufacturing

Considerada una de las filosofías de mejoramiento empresarial más difundidas en las últimas décadas, *Lean Manufacturing* tiene su origen y desarrollo a partir de los años 50' en la compañía automovilística Toyota. Este sistema de gestión, también conocido como TPS/Toyota Production System (Sistema de Producción Toyota), tiene sus bases en el

JIT/Just in Time (Justo a Tiempo) y un principio muy simple: “producir solo lo que se demanda y cuando el cliente lo solicita”, complementándose con la administración científica de Taylor, las teorías de tiempos y movimientos de Gilbreth, el control estadístico de procesos desarrollado por W. Shewart, las técnicas de calidad de Edwards Deming y Joseph Moses Juran, junto con las desarrolladas por Kaoru Ishikawa. (Hernández y Vizán, 2013; Escudero *et al.*, 2019).

Esta filosofía de trabajo, está basada en la experiencia e inteligencia del personal a través de la polivalencia y de la mejora continua, de forma rápida y sostenida, así como la optimización de un sistema de producción focalizado en identificar y eliminar todo tipo de “desperdicios”, definidos éstos como aquellos procesos o actividades que usan más recursos de los estrictamente necesarios, que no agrega valor al cliente. (Womack y Jones, 2003; Hernández y Vizán, 2013, Manzano y Gisbert, 2016; Horcas y Soler, 2017; Palomino, 2018; Escudero *et al.*, 2019; López *et al.*, 2020).

Para conseguir que una empresa se convierta en competitiva y de excelencia en las condiciones actuales del mercado han de aplicarse las técnicas de *Lean Manufacturing*. Esto supone un cambio cultural en la organización, con un alto compromiso de la dirección que decida implementarlo, pero también un cambio en la forma de pensar de docentes y estudiantes durante el desarrollo del proceso de enseñanza aprendizaje.

Entre las técnicas y herramientas más difundidas y asimiladas a acciones de mejora en sistemas productivos se encuentran: las 5'S, KAIZEN o Mejoramiento Continuo, Kanban, Cero Defectos, Justo a Tiempo (JIT), Detección, Prevención y Eliminación de Desperdicios (MUDAS), Mapas de la Cadena de Valor (VSM), Mantenimiento Productivo Total, Benchmarking, Seis Sigma y Teoría de las restricciones (Womack y Jones, 2003; Hernández y Vizán, 2013; Jiménez y Montoya, 2020).

La aplicación de estas herramientas precisa de pensamiento sistémico y trabajo orientado al cliente. Para lograrlo es necesario establecer sistemas de trabajo flexibles, realizar actividades en grupos pequeños, efectuar control estadístico de los procesos, análisis e ingeniería de valor y estudios de costo, basado en actividades e implementar sistema matricial de control interno, por sólo mencionar algunos aspectos. De esta forma se logrará tener una organización de aprendizaje rápido.

La asimilación y puesta en práctica de cualquiera de ellas por separado o en combinación entre sí, contribuirá a alcanzar los objetivos generales que se persiguen con la formación de este ingeniero y al desarrollo de sus competencias laborales.

Competencias laborales

Dado su carácter intangible e interdisciplinario, el concepto de competencia resulta complejo. Para que una persona muestre los comportamientos que componen las competencias, que resultan observables por los demás y que permiten establecer diferentes niveles de desempeño, de acuerdo con las competencias incluidas en los perfiles requeridos por su trabajo o por las situaciones que afronta, es necesaria la presencia y conjunción del saber, saber hacer, saber ser, querer hacer y poder hacer. (Armenteros y Lovio, 2003).

De esta forma, son las personas quienes contribuyen a desarrollar las competencias claves en las organizaciones, las que están dirigidas a la satisfacción del cliente, a la búsqueda y creación de ventajas competitivas que faciliten el acceso y permanencia en el mercado a través productos, servicios, soluciones o procesos (Armenteros y Lovio, 2003).

Cuando se requiere una formación basada en competencias debe tenerse en cuenta que éstas no se transmiten como la información, sino que se desarrollan a partir de su ejercitación. Las metodologías docentes tradicionales se basan en la transmisión de información, no facilitan el desarrollo de competencias como hablar en público o trabajar en equipo (Rajadell, y Garriga, 2019). Por otra parte, el estudio de casos, el aprendizaje activo, el aprendizaje orientado a proyectos y los juegos (gamificación), por citar algunos métodos, proporcionan herramientas para impulsar y/o mejorar aptitudes tales como la participación activa en la solución de un problema, tomar decisiones o fomentar la creatividad (Rajadell, y Garriga, 2019; Escudero *et al.*, 2019).

La universidad, en su rol, preserva, genera y promueve conocimientos, habilidades y competencias, que se reflejan en la formación integral del profesional, la educación posgraduada, las actividades de ciencia, tecnología e innovación y la extensión, con pertinencia, actualidad, eficacia, eficiencia y racionalidad, acorde con las exigencias de la sociedad.

El desafío radica en que el estudiante desarrolle competencias hacia la consecución de objetivos concretos. El estudiante que aprende competencias, más que conocimientos, se encuentra envuelto en un proceso constante de aprendizaje y, para avanzar en su formación, tanto académica como profesional, debe demostrar su dominio en diferentes áreas. Estos modelos de aprendizaje están más orientado a los resultados y logra un mayor rendimiento en las personas, independientemente de sus conocimientos previos. Para lo cual se ha incrementado el uso de las nuevas tecnologías de la información (TICs): libros electrónicos, material multimedia, audiovisuales y aplicaciones con juegos interactivos

(Apk) entre otros, que han facilitado el desarrollo de contenidos y la puesta en marcha de la figura del profesor como tutor proactivo con el objetivo de fomentar el pensamiento sistémico para la solución de problemas (Hernández, 2017; Rajadell, y Garriga, 2019).

Pensamiento sistémico

El pensamiento sistémico ayuda a entender los comportamientos reales y facilita ver los problemas bajo otras perspectivas. Permite abordar cualquier tipo de situación problemática, ayuda al profesional a construir modelos de la realidad con de objetivo de planear mejoras continuamente (López *et al*, 2020).

En relación con la ingeniería industrial, esta forma de pensar se aplica en la modelación de sistemas y fenómenos complejos a partir de la concepción de los objetos y sus dinámicas o intangibles (Forrester y Senge, 1980 citado por López *et al*, 2020).

Lean Manufacturing es una filosofía que no se limita a la aplicación y mejora de un determinado punto y/o proceso. Debe verse como un sistema que busca realizar cambios en la cadena productiva para agregar valor.

Es importante que los ingenieros industriales adquieran habilidades y desarrollen el pensamiento sistémico. Esto les va a permitir enfrentar los problemas de forma integral y solucionarlos de la mejor manera, aplicando las herramientas *Lean*. Esto conlleva a que las organizaciones se reinventen constantemente, busquen las causas de los problemas y piensen en todos los componentes al momento de su solución (López *et al*, 2020).

Aprendizaje activo

La calidad en la educación de los ingenieros requiere, entre otros aspectos, de la inclusión de estrategias para un aula efectiva basadas en el aprendizaje basado en problemas, proyectos, talleres de ejercitación y el aprendizaje activo (López y Mejía, 2017).

Las investigaciones realizadas por autores cubanos que han estudiado el tema del aprendizaje concuerdan desde dos perspectivas:

- El aprendizaje como un fenómeno pedagógico que ocurre dentro de un ambiente educativo y bajo ciertos patrones de conducta, que parten de la perspectiva pedagógica.
- El aprendizaje vinculado a la gestión de información o a la gestión del conocimiento, y no como un proceso que busca la creación de capacidades conceptuales, metodológicas y contextuales para la organización, lo que tributa a su desarrollo y a una mejora en el desempeño de la organización (Stable, 2016, p. 80).

Cada persona construye su conocimiento apoyado en el conocimiento de otras personas, en las herramientas que ofrece la universidad, en su compromiso y su actitud. Es responsabilidad del profesor transmitir sus experiencias al estudiante, motivándolo para que éste desarrolle autonomía en su aprendizaje a partir de las herramientas que le enseña para que alcance los objetivos del curso.

Para lograrlo, deberá realizar cuestionamientos y despertar inquietudes que estimulen al estudiante al pensamiento activo y el razonamiento lógico. Por tanto, diseñará y presentará una combinación de actividades y experiencias que estimulen a los estudiantes a pasar más allá de la memorización de los contenidos (Dinas *et al.*, 2009).

El aprendizaje activo, o aprender haciendo, se centra en el proceso de apropiación del conocimiento, sobre la base del saber hacer orientado a generar una participación más detallada por parte del estudiante. Este estilo de aprendizaje busca que sus objetivos se refieran a encontrar significado y comprensión (López y Mejía, 2017).

(...) El aprendizaje activo implica que el estudiante debe estar expuesto continuamente, bien sea por voluntad propia o porque la estrategia utilizada por el profesor así lo exige, a situaciones que le demanden operaciones intelectuales de orden superior: análisis, síntesis, interpretación, inferencia y evaluación (González, 2003 citado por Dinas *et al.*, 2009).

Muchas metodologías de enseñanza están encaminadas a hacer al estudiante más partícipe de su propio proceso de aprendizaje. Unas se apoyan en el uso de laboratorios y talleres, otras en la simulación de escenarios y, en los últimos años, en la utilización de aplicaciones de juegos interactivos o gamificación para acercar a los alumnos lo máximo posible a la realidad y la integración de conceptos (Escudero *et al.*, 2019).

Conclusiones

- 1. Lean Manufacturing o manufactura esbelta es un conjunto de principios y herramientas de gestión de la producción y los servicios, que se aplican de forma sistemática y sistémica, en busca de la mejora continua de los procesos.*
- 2. La propuesta metodológica para impartir la asignatura Herramientas de Gestión de la Manufactura Moderna parte de la enseñanza y el aprendizaje activo de algunas técnicas de Lean Manufacturing.*

3. ***La asimilación de los contenidos propuestos contribuirá a que el futuro profesional entienda los impactos inmediatos y los mediatos que ocurrirán como resultado del pensamiento sistémico durante el desempeño diario, para desarrollar las competencias laborales a partir de la implementación de las técnicas y herramientas de Lean Manufacturing.***

Referencias bibliográficas

1. Armenteros, M. y Lovio, V. (2003). Aproximación al diagnóstico de las competencias esenciales en el proceso de aprendizaje. *Revista Industrial*, 24(3), 26-40.
1. Dinas G. *et al.* (2009). Aplicación de herramientas de pensamiento sistémico para el aprendizaje de Lean Manufacturing. *Revista Sistemas & Telemática*, 7(14), 109-144.
2. Escudero, A., Aparicio, P., Muñuzuri, J. y Madrigal, C. (2019). Gamificación en el aprendizaje de “lean manufacturing”. *Revista Dirección y Organización* 68(2019), 51-65. Recuperado de www.revistadyo.com
3. García, J. F. (2019). *La educación por competencias en entornos virtuales*. Recuperado de <https://www.researchgate.net/publication/335474420>
4. García, M., Santos, J., Arcelus, M. y Viles, E. (2011). Plug&Lean-OEEgame: Juego de entrenamiento basado en el indicador de efectividad global *del equipo enfocado en mejorar la productividad de las operaciones de manufactura*. 5th International Conference on Industrial Engineering and Industrial Management, Cartagena, Colombia (p375-387).
5. Garris, R., Ahlers, R. & Driskell, J. E. (2002). Games, Motivation, and Learning: A Research and Practice Model. *Simulation and Gaming Journal* 33(4), 441-467.
6. Hernández, A. (2017). Lean Thinking en la educación: enseñanza con valor agregado. *Revista Didáctica de Práctica*, 1(2), 13-21.
7. Hernández, J. y Vizán, A. (2013). *Lean Manufacturing: conceptos, técnicas e implementación*. Recuperado de <http://www.eoi.es/savia/documento/eoi-80094/lean-manufacturing-concepto-tecnicas-e-implantacion>
8. Horcas, J. S. y Soler, V. G. (2017). *Lean manufacturing en PYMES*. Recuperado de <http://dx.doi.org/10.17993/3comp.2017especial.101-1017>
9. Jiménez, M., y Montoya, D. (2020). *Gestionar el conocimiento aplicado en las herramientas Lean Manufacturing a través Objetos Interactivos de Aprendizaje (OIA)*. Recuperado de <http://repositorio.itm.edu.co>
10. López, A., Ordóñez, D. y Rivas, L. (2020). *Lean sistémico para la ingeniería industrial*. Recuperado de <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/723>
11. López, D. C. y Mejía, L. A. (2017). Una mirada a las estrategias y técnicas didácticas en la educación en ingeniería. Caso Ingeniería Industrial en Colombia. *Revista Entre Ciencia e Ingeniería*, 11(21), 123-132.
12. Manzano, M. y Gisbert, V. (2016). Lean manufacturing: implementación 5s. *Revista 3C Tecnología*, 5(4), 16-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.17993/3ctecno.2016v5n4e20.16.26>
13. MES. (2018). *Plan de estudios “E” Ingeniería Industrial*. La Habana: Ministerio de Educación Superior.
14. Orjuela, J., Arroyo, J. y Rodríguez, R. (2013). Actualidad y perspectivas en la enseñanza del área de manufactura a estudiantes de ingeniería. *Revista Ingeniería Mecánica*, 16(1), 59-71.
15. Palomino, J. (2018). *Lean manufacturing y su relación con la mejora de procesos: una revisión de la literatura*. Recuperado de <https://repositorio.upn.edu.pe/handle/11537/14655>
16. Pérez Rave, J., Restrepo Rico, D., Cortés Zapata, S., Parra Mesa, C. y Quinceo Gil, L. (2013). *Enseñanza – Aprendizaje del lean Manufacturing sobre la base del pensamiento sistémico: un micromundo computacional*. Recuperado de <https://acofipapers.org/index.php/eiei/article/view/1396>
17. Rajadell, M. y Garriga, F. (2019). *Evaluación de la Calidad de la Investigación y la Educación Superior*. Editorial Universidad de Granada.
18. Stable-Rodríguez, Y. (2016). Aprendizaje organizacional en organizaciones de ciencia tecnología e innovación. *Revista Ingeniería Industrial*, 37(1), 78-90
19. Womack, J. y Jones, D. (2003). *Lean Thinking*. España: Editorial Gestión 2000.