

## LA METODOLOGÍA LEAN COMO AUXILIAR EN EL DESARROLLO DE COMPETENCIAS EDUCATIVAS Y LABORALES

C. A. Frausto Dávila<sup>1</sup>  
E. Topete Gómez<sup>2</sup>  
A. M. Saldaña Valadez<sup>3</sup>

### RESUMEN

Este trabajo presenta experiencias derivadas de implementar estrategias de enseñanza y aprendizaje bajo modelo por competencias. La propuesta considera sustancial la inclusión de contenido de la Metodología Lean para conciliar el desarrollo de competencias educativas y laborales en los egresados del curso. La planeación didáctica es presentada como experiencia aplicada en dos materias de ciencias básicas, cálculo integral y ecuaciones diferenciales. Al inicio del documento, se presenta un panorama de la problemática a atender y se delimitan las competencias de interés en esta experiencia: resolver problemas matemáticos, relaciones interpersonales, comunicación verbal y comunicación escrita. De la misma forma, se describen a detalle las herramientas Lean incluidas en la planeación didáctica. Posteriormente se presentan las actividades y productos que permiten transformar la experiencia de aprendizaje, enriqueciendo los procedimientos didácticos y estimulando el desarrollo de las competencias mencionadas. Los instrumentos de medición utilizados para la evaluación del grado de impacto en los estudiantes, es un examen escrito para contenidos teóricos, y la prueba SITAE para las otras competencias. Por último se presentan y comentan resultados de observaciones hechas a los dos grupo piloto, estos son satisfactorios al comparar con datos históricos.

### ANTECEDENTES

La educación tecnológica pública en México ha presentado un crecimiento relevante en los últimos 25 años (entre 1990 y 2009 se crearon 343 instituciones de educación superior tecnológica), representando actualmente una prioridad en las políticas de reforma educativa pautadas por el Gobierno Federal. En los últimos años los objetivos de la educación tecnológica han evolucionado, partiendo de metas de cobertura, al objetivo puntual de lograr una educación de calidad, como se manifiesta en el Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2018 del Tecnológico Nacional de México (Tecnológico Nacional de México, 2014).

Este programa pone de manifiesto las estrategias y líneas de acción que delinearán para dicho periodo los esfuerzos en los tecnológicos, enfocado a fortalecer rubros como calidad de los servicios y programas educativos, capacidad y competitividad académica, acreditación, formación integral de los estudiantes y desarrollo de competencias profesionales. Por otra parte dicho programa plantea además la necesidad de desarrollar modelos de transferencia de conocimiento que suministren la educación de calidad pretendida, promoviendo la inclusión, cobertura, fortaleciendo la eficiencia terminal y el número egresados que se incorporan al mercado laboral.

Son amplios los retos para alcanzar logros en materia de calidad educativa, pero necesarias las acciones para superarlos, en este sentido es que la formación enfocada en competencias ha adquirido progresivamente mayor relevancia, en la búsqueda de desarrollar en el estudiante las aptitudes y habilidades básicas que le permitan ser competitivo en el mercado

<sup>1</sup> Profesor Asociado. Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. [cefrausto@itesi.edu.mx](mailto:cefrausto@itesi.edu.mx).

<sup>2</sup> Profesor Asociado. Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. [edtopete@itesi.edu.mx](mailto:edtopete@itesi.edu.mx).

<sup>3</sup> Profesor Asociado. Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón. [asaldana@itesi.edu.mx](mailto:asaldana@itesi.edu.mx).

laboral (Tobón, 2007); sin embargo es necesario reconocer que en este sentido se manifiestan debilidades, entre ellas la consistencia entre las competencias desarrolladas en el aula y las que demanda el entorno laboral.

Se han emprendido acciones que apoyan la gestión de la calidad educativa, aplicando metodologías y apoyándose en instancias que permiten evidenciar y validar las mejoras: Consejo para la Acreditación de la Educación Superior (COPAES), Comités Interinstitucionales para la Evaluación de la Educación Superior (CIEES), International Standardization Organization (Normas ISO); sin embargo estos avances están encaminados regularmente a la certificación de procesos individuales como servicios educativos, o bien, a acreditar individualmente los programas de formación; sin embargo es posible implementar metodologías en la docencia que permiten mejorar el proceso formativo dentro del aula, he impactar en el desarrollo de competencias considerando las exigencias laborales y globales actuales.

En este contexto surge la relevancia de la propuesta aquí presentada, es decir, buscando conciliar las necesidades institucionales y del sector productivo, se propone la inclusión de herramientas de la Metodología Lean en la planeación didáctica de contenidos curriculares, desarrollando en el estudiante capacidades y habilidades con el apoyo de un modelo de gestión cuyos resultados son sobresalientes en la industria manufacturera y de servicios. Además de formarle para una cultura de mejora continua y autoevaluación.

### **Competencias**

El Instituto Tecnológico Superior de Purísima del Rincón, consciente del papel importante que tiene en la ejecución de las políticas educativas a nivel regional, y considerando el proceso enseñanza-aprendizaje como un sistema de comunicación internacional cuya función se explica desde el papel que juega en la estructura social, sus necesidades e intereses, busca a través de la innovación en la planeación didáctica y adoptando el modelo de educación por competencias cubrir dichas necesidades (DGEST, 2012).

Philippe Perrenoud (2006), definió una competencia como la capacidad de acción eficaz frente a una serie de situaciones, disponiendo de los conocimientos necesarios y de la capacidad de movilizarlos con buen juicio, a su debido tiempo, para definir y solucionar verdaderos problemas. De acuerdo a Tobon (Tobón, 2007), las competencias surgen como respuesta a la necesidad de mejorar la calidad y la pertinencia en la formación de los estudiantes, buscando el aprendizaje permanente frente a los grandes cambios tecnológicos y las nuevas formas del desempeño laboral y a su vez mejorar la competitividad de las empresas, así como mejorar las condiciones de vida.

La educación basada en el desarrollo de competencias presenta dos características fundamentales: Rompe con la lógica de la transmisión de conocimientos fundamentada en la acción predominantemente expositiva del docente para convertirle en acompañante en el proceso de aprendizaje e implica enfrentar al estudiante a tareas complejas y acompañarlo para la adquisición de los recursos que requieren movilizar.

El objetivo de los programas educativos es fomentar las competencias, estas pueden estar divididas en competencias relacionadas con la formación profesional en general

(competencias genéricas) o con un área de conocimiento (específicas de un campo de estudio). Las competencias combinan los cuatro constructos psicológicos: Cognoscitivo (conocimientos y habilidades). Afectivo (motivaciones, actitudes, rasgos de personalidad). Psicomotriz o conductual (hábitos y destrezas). Psicofisiológico (los cinco sentidos).

Para que el proceso de aprendizaje se lleve de forma integral y sistémica es necesario utilizar al mismo tiempo y de manera efectiva estos cuatro constructos ya que por sí solos no pueden completar el desarrollo del aprendizaje (González Maura, 2008).

En el enfoque educativo basado en competencias se reconoce al aprendizaje como un proceso ha desarrollar de manera personal, donde los nuevos conocimientos toman sentido estructurándose con los previos y en su interacción social. Este enfoque conlleva un planteamiento específico en los procesos de enseñanza y aprendizaje del alumno, con alto grado de responsabilidad por parte del docente quien debe promover la creación de ambientes de aprendizaje apropiados y nuevas metodologías de evaluación, favoreciendo competencias genéricas de los estudiantes como comunicación oral, comunicación escrita, relaciones interpersonales entre otras, consideradas importantes por empleadores, académicos y estudiantes (Tuning Latinoamerica, 2007).

### **Lean Manufacturing**

Lean Manufacturing o Lean Thinking es un conjunto de técnicas desarrolladas por la compañía Toyota, y se puede entender como un proceso continuo y sistemático de identificación y eliminación de desperdicio o exceso, entendiendo por exceso toda aquella actividad que no agrega valor en un proceso, pero sí costo y trabajo. El Lean Manufacturing se considera también un modelo de liderazgo y gestión que desarrolla una cultura de mejora continua. El Sistema de Producción Toyota (TPS) es precursor de la metodología Lean y pretende en su implementación tres objetivos (3 M's Kaisen): Eliminar sobrecarga (MURI), eliminar inconsistencias (MURA) y eliminar el desperdicio (MUDA); en este contexto el Lean Thinking considera entonces como pasos principales el identificar las diferentes formas de desperdicio y en seguida delinear las estrategias que busquen eliminarlas (Socconini, 2011). En la Tabla 1 se presentan las ocho actividades que no agregan valor a los procesos y que el Lean considera desperdicios (MUDA).

**Tabla 1. Desperdicio clasificado acorde a Lean Manufacturing**

FUENTE	CAUSAS EN LA MANUFACTURA	CAUSAS EN LA EDUCACION
<b>Re-trabajo</b>	Al no cumplir con las necesidades del usuario	Ejecutar tareas no solicitadas por mala comunicación. Trabajos erróneos o deficientes.
<b>Sobreproducción</b>	Más de lo necesario, más rápido de lo requerido.	Generar más información de la necesaria. No de utilidad inmediata para el estudiante.
<b>Sobre proceso</b>	Trabajar más de lo necesario en actividad que no mejora la calidad.	Solicitud de reportes no leídos. Repetición de temas ya comprendidos.
<b>Transporte</b>	Considerado como una acción incidental innecesaria.	Coordinación ineficiente y/o planeación deficiente de visitas industriales y/o actividades de intercambio.
<b>Inventarios</b>	Cuando son carga de gastos para la organización.	Existencia de recursos e inventarios mayor que los necesarios.
<b>Movimientos</b>	Innecesarios de personas que no añaden valor al producto.	Movimientos innecesarios de recursos en tareas de investigación. Ubicación no planeada de áreas en instituciones educativas.
<b>Esperas</b>	Tiempo muerto entre operaciones o eventos.	Actividades, información, equipo o personal no dispuesto.
<b>Recurso humano</b>	Desperdiciar ideas del personal, burocracia, fallas de información.	No uso eficaz de habilidad, entrenamiento y pasión del personal docente y estudiantes.

La implementación de la metodología Lean requiere atender elementos como la disciplina, la planeación, la tenacidad y el enfoque científico, apoyado en herramientas basadas en estadística. Son cinco los principios que gobiernan el pensamiento Lean: definir el valor del producto, identificar la cadena de valor, alcanzar el flujo continuo, implementar “pull” o jalón y buscar la mejora continua. Buscando la efectividad, innovación y eficiencia en las organizaciones, la metodología lean desarrolla hábitos que influyen en la cultura y disposición de la organización al cambio y auto crecimiento, basada en liderazgo y participación activa del personal en mejoras por iniciativa propia.

Las herramientas que provee el Lean Manufacturing son: Value stream mapping (mapa de cadena de valor), 5 s (selección, orden, limpieza, estandarización, autodisciplina), Kaisen, Smed, Heijunka, Kamban, TPM y Poka yoke. A estas herramientas se les asocia particularmente con la manufactura, sin embargo, Meera Alagaraja (InderScience Publisher, 2009) plantea que no es así, que la metodología Lean se puede aplicar en la educación y otras áreas, en el caso particular de la educación para adultos recomienda un conjunto de herramientas, algunas empleadas en este trabajo y descritas en la Tabla 2.

**Tabla 2. Principios Lean Manufacturing adaptables a la educación**

Principio	CAUSAS EN LA EDUCACION
Mapa de valor	Permite segmentar el contenido de un periodo de evaluación, considerando cada uno de los conocimientos y habilidades a obtener como fases delimitadas de una meta final.
Hoshin Kanri	Planeación estratégica que permite a los estudiantes relacionar los contenidos del curso con los objetivos y actividades a desarrollar.
Just in Time	Incita a los estudiantes a dedicar el tiempo conveniente a cada tópico. Suministrando retroalimentación durante el desarrollo de la dinámica que permite redirigir esfuerzos.
Kaisen	Permite al estudiante adecuar el curso de la dinámica de acuerdo a resultados. Estimula la autocapacidad de reacción formación de equipos liderados.
Andon	Suministra información rápida del desempeño obtenido del grupo de trabajo. Documenta contingencias y modos de atención.

Estas herramientas permiten poner énfasis en la responsabilidad de la dirección para liderar las mejoras en el desempeño del grupo, estableciendo como elemento clave la definición del mapa de valor, la planeación y objetivos, asegurando que cada miembro del equipo los entienda y apoye. Adecuadas bajo el supuesto de que el proceso de aprendizaje es una cadena de flujo susceptible de mejora, cuidando ciertos detalles que permitan adecuar las condiciones en que se realizan tareas, la naturaleza de estas y el tiempo dispuesto para ellas. El mapa de valor es una representación gráfica de recursos y actividades que permiten conocer y documentar el estado actual y futuro de los estudiantes, en cuanto a dominio de contenidos. Es una herramienta útil que permite visualizar las actividades que facilitan la asimilación de contenidos y permite enfocar esfuerzos y recursos. Se desarrolla por el equipo con el fin de adecuar estrategias acordes al estado actual y delimitar el plan de acción, identificando prioridades y detectando áreas de oportunidad.

La técnica de planeación Hoshin Kanri permite enfocar esfuerzos, así como establecer estrategias y proyectos que ayuden a la ejecución de las directrices, así como analizar sus actividades y resultados. Mediante esta técnica se definen cuantificadores de las directrices y de las estrategias de dichos planes, definiendo indicadores clave que permitirán conocer el comportamiento de las acciones, proyectos, decisiones, etc. El resultado del diagnóstico generado durante la generación de la cadena de valor se utiliza para formular los planes y estrategias Hoshin Kanri. Mediante esta técnica se logra un acercamiento sistemático para identificar, ordenar y resolver actividades que requieren un cambio o mejora, provee un enfoque claro a toda la organización, involucra la coordinación de los diversos integrantes. Evita la duplicidad de esfuerzos y acciones que no contribuyen al logro de los objetivos organizacionales. Para que un proceso de eliminación de prácticas ineficientes proceda de manera exitosa es necesario que todos los miembros del equipo aporten ideas de mejora y que la responsabilidad sea compartida.

El justo a tiempo es un sistema de producción que consiste en realizar lo que se necesite, cuando se necesite en la cantidad que se necesite. Considerando el aprendizaje como una relación entre los resultados y los insumos, siendo los procesos cognitivos los que transforman insumos en resultados. Atiende las limitantes del aprendizaje, sobrecarga,

variabilidad, desperdicio, imposición de cargas de trabajo que rebasan capacidades, la falta de uniformidad originada por los insumos, habilidades, métodos y condiciones de aprendizaje, así como identificar, detectar y eliminar desperdicios de energía y recursos.

Kaisen es una palabra que significa mejora, y es una forma poderosa de hacer mejoras en organizaciones de todos los niveles, su principal utilidad radica en su aplicación gradual y ordenada, que implica el trabajo en conjunto de todas las personas involucradas en la dinámica para hacer cambios sus hábitos de estudio y aprendizaje. En esta dinámica es de interés la aportación de ideas por cada integrante. El objetivo de un evento Kaisen es que al finalizar cada propuesta de mejora, los integrantes vean cambios en los resultados de los procesos al ir eliminando las fuentes que afectan el buen rendimiento. Bajo esta dinámica la función de liderazgo en el grupo se rola de manera que no sean responsables del evento ni sus resultados, solo funcionan como un apoyo para los miembros del equipo. Las funciones del líder son: mantener la mente abierta para realizar cambios, mantener una actitud positiva incluso ante contrariedades, ayudar a crear un ambiente de cooperación, procurar un ambiente de respeto mutuo, igualdad de oportunidades, estimular al intercambio de ideas. El reto consiste realmente en modificar de manera positiva la cultura, y no solo en introducir nuevas estrategias, herramientas o planes. Entendiendo cultura como la manera de ser, pensar y actuar del grupo. Suponiendo a esta como manifestada en los hábitos formados a partir de la constante repetición de una acción.

Andon es un término en japonés asociado con elementos de control visual, es parte importante de Lean Manufacturing ya que le permite a cualquier persona detectar anomalías y tomar decisiones sobre estas a partir de información visual de fácil interpretación. El uso de tableros de información permite dar seguimiento continuo al plan trazado, programando y supervisando el ritmo al cual deben ejecutarse las tareas.

La integración de Lean Manufacturing en la educación puede ser de utilidad a nivel organizacional o a nivel pedagógico. Patricia Araujo (2011) refiere seis casos en que se aplicó la metodología Lean en universidades del mundo (EUA, Reino Unido, Shanghai y Escocia). Sólo uno de estos casos aplicó la metodología para la mejora del diseño e implementación de contenidos académicos en cursos de posgrado. El objetivo principal fue mejorar la relación entre lo que se enseñaba y la forma en que eran administrados los contenidos. El resultado fue satisfactorio y en la investigación se planteó entre las conclusiones el que muchas veces los profesores enseñan exactamente de la forma en que fueron enseñados y permanecen utilizando esas prácticas debido a una falta de pensamiento crítico, a pesar de tener fuertes razones para cambiar. Lean Thinking, Metodología de Gestión de Mejoramiento en Instituciones de Educación Superior, es una investigación desarrollada en Colombia y presentada en el Eighth LACCEI Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology (LACCEI'2010). Entre sus reflexiones finales confirman que las IES tienden a inclinarse más a la gestión por procesos, y toman esto como punto de partida para lograr una certificación de calidad, por ello afirman que la implantación de la metodología Lean Thinking puede ser una alternativa más para lograr las Acreditaciones Institucionales y certificar los Sistemas de Gestión de Calidad en las Instituciones Educativas de Educación Superior.

## METODOLOGÍA

### Descripción de la secuencia Didáctica

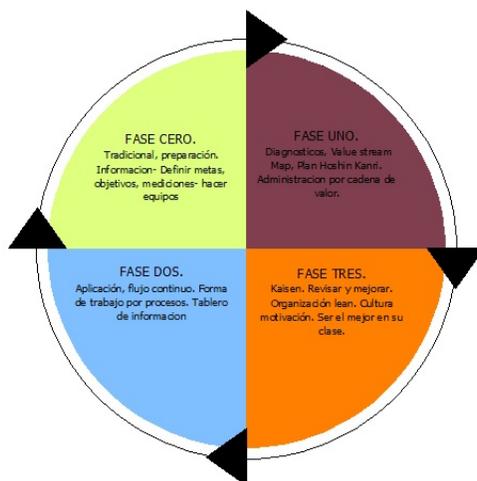
En esta experiencia, la planeación considero para su implementación un lapso de cinco semanas, correspondientes a un periodo de evaluación parcial, involucrando a dos grupos de estudiantes inscritos a las materias de Cálculo diferencial y uno de Ecuaciones Diferenciales, dando un total de 40 estudiantes involucrados. La dinámica se plantea durante el segundo de tres parciales que integran el semestre escolar.

En esta planeación didáctica, el alumno se convierte en protagonista y responsable de su propio aprendizaje, lo que favorece su desarrollo e integración de habilidades en competencias como: toma de decisiones, trabajo en equipo, comunicación oral y escrita, resolución de problemas matemáticos, además de favorecer el desarrollo de actitudes y valores de interés tanto académico como laboral. El proceso es cíclico y ocurre en cuatro fases, representadas de manera esquemática en la Figura 1.

Durante la fase cero se informan e involucra a estudiantes en la dinámica. Se expone la relación dialéctica entre los productos e insumos de un proceso de manufactura y los del proceso de aprendizaje. Se describen las herramientas Lean que adecuadas al entorno educativo auxiliaran la planeación y desarrollo de actividades didácticas en los equipos de trabajo. Aclarando que el modo de trabajo será en equipos, pero regulada su forma de organización, operación y dirección.

Por otra parte se plantean los objetivos de la dinámica, que en este caso corresponden a los objetivos específicos planteados para las unidades de aprendizaje en cuestión, desarrollar aptitudes para elegir y utilizar distintos métodos de solución para integrales y ecuaciones diferenciales de orden superior respectivamente, y desarrollar las competencias genéricas trabajo en equipo, comunicación oral, comunicación escrita y planeación de tiempo. Se describen los indicadores a evaluar, siendo estos las evidencias generadas durante la dinámica y los resultados de evaluaciones escritas.

La formación de equipos se realiza de forma aleatoria, constituyéndoles de cuatro miembros, de los cuales uno tendrá la función de líder, otro de secretario, el cual redactara actas de acuerdos y asentará las actividades planeadas durante las reuniones sostenidas, los dos restantes fungirán como colaboradores dentro del proceso de aprendizaje. Dichos papeles son rolados de manera que todos los integrantes ejerzan cada función durante la dinámica. Tiempo aproximado, dos sesiones de dos horas.



**Figura 1. Representación esquemática del proceso de implementación Lean**

Durante la fase uno se discute de manera grupal los hábitos de lectura y aprendizaje que se practica y se compara con los recomendados pedagógicamente, esto con el fin de propiciar la discusión entre los miembros que permita determinar las condiciones actuales del equipo, identificando fortalezas, oportunidades, debilidades y amenazas del proceso de aprendizaje. Después de esto, mediante consenso grupal, se identifican las fuentes de información, las actividades didácticas y todos los recursos que les permita cumplir con los objetivos establecidos, obteniendo de esto un mapa de cadena de valor. Después de establecer la cadena de valor para el proceso de aprendizaje, se requiere de los equipos que definan la planeación estratégica que permitirá movilizar dichos recursos en el tiempo establecido, para lograr los objetivos trazados. En esta misma sesión se determina el espacio que dentro del aula utilizarán para estructurar y desarrollar su tablero de información, el cual será monitoreado de manera periódica como fuente de información del grado de avance logrado por el equipo, y les permitirá tomar decisiones en base a los resultados. Tiempo aproximado, una sesión de dos horas.

En la fase dos, es importante reconocer el rol que cumple el docente como motivador, guía, tutor y facilitador del aprendizaje, dejando el papel protagónico al alumno, responsable de construir su propio aprendizaje, orientando sus reflexiones y propiciando un pensamiento crítico. Con el fin de lograr un desempeño aceptable entre los integrantes, se proponen retos, asignan tareas y se acotan objetivos, cuya ejecución e implementación queda debidamente documentada en el tablero de información, el cual registra avances y expone evidencias. Durante esta etapa se delegan responsabilidades, se determinan procedimientos, se busca en los estudiantes desarrollar aptitudes a partir de observar, ayudar, practicar y enseñar a compañeros las unidades básicas de información en los temas tratados. Todo esto en consonancia con el plan estratégico o a partir de esto adecuando dicho plan.

En la fase tres, en base a los resultados obtenidos, se adecua la planeación y corrigen actividades didácticas con el fin de propiciar una apropiación de conocimiento efectiva, objeto de la metodología lean, hacer lo mejor con menos desperdicio de recursos. Previendo y solucionando los problemas que se presentan durante la interacción grupal,

buscando la mejora continua midiendo el desempeño, dotando de estrategias que permitan mejorar su modo de relación interpersonal.

### **Descripción de competencias a evaluar**

Para identificar el grado de impacto, primeramente se definen las competencias observadas. Habilidad matemática, comunicación oral, comunicación escrita y relaciones interpersonales.

**Habilidad Matemática.** Es el modo en que un estudiante maneja y aplica los conocimientos formales y su pensamiento complejo. Permittedole construir e interpreta modelos matemáticos mediante la aplicación de procedimientos aritméticos, algebraicos, geométricos y variacionales, para la comprensión y análisis de situaciones hipotéticas o formales. De esta manera formula y resuelve problemas matemáticos aplicando diferentes enfoques, argumenta la solución obtenida de un problema mediante el lenguaje verbal, matemático y el uso de las tecnologías de la información y la comunicación.

**Comunicación Oral.** El lenguaje constituye una facultad que se considera como típicamente humana. Así, es visto como un modo “natural” de manifestación verbal. Esta competencia permite comunicarse de forma correcta, concreta y eficaz, transfiriendo así el mensaje implícito en la acción permitiendo expresar ideas, creencias, conocimientos y sentimientos. El público juzga un discurso con base a lo siguiente: Interés, organización, originalidad y exposición. El discurso de un buen comunicador deberá contener en su expresión al menos dos elementos; Corrección y fluidez.

**Comunicación Escrita.** Constituye una poderosa herramienta intelectual, cuya función va mucho más allá de comunicar, así pues es también, una herramienta de pensamiento logrando revisar, examinar o reconstruir. Coadyuva al estudiante a tomar una mayor conciencia del proceso por el que construye significados, a explorar nuevas ideas, detenerlas en el tiempo para someterlas a un análisis más riguroso, hacer explícitas sus relaciones y descubrir ideas de las que no tenía una total conciencia, antes de empezar a componer el texto escrito.

**Relaciones interpersonales.** Las relaciones interpersonales contempla un abanico de capacidades que un estudiante debe adquirir, posibilitándolo para participar de forma eficiente y constructiva en la vida de comunidad y social, así como para poder resolver conflictos. Llevarse bien con los demás, ya sean compañeros, padres o profesores, es un factor importante que influye en la supervivencia en la universidad y la industria. En estudiantes universitarios ello presupone: Interactuar positivamente con otros, saber trabajar en equipo y comprometerse social y éticamente con los demás.

### **Descripción del instrumento de evaluación**

Para evaluar el grado de desarrollo de las competencias genéricas mencionadas con anterioridad, se hizo uso de la prueba SITAE. Esta es un test diseñado y desarrollado por la Universidad de Colima, basado en un inventario utilizado para obtener información en relación a la percepción de los estudiantes acerca de las estrategias utilizadas para favorecer y lograr su aprendizaje.

La prueba psicométrica SITAE establece ya desde su diseño y proceder un parámetro para evaluar el grado de comunicación oral, comunicación escrita y relaciones interpersonales. Como tal se observara el mismo criterio de evaluación, cabe mencionar que el presente trabajo no cuestiona el desempeño del test y se limita a su utilización como un instrumento de medición.

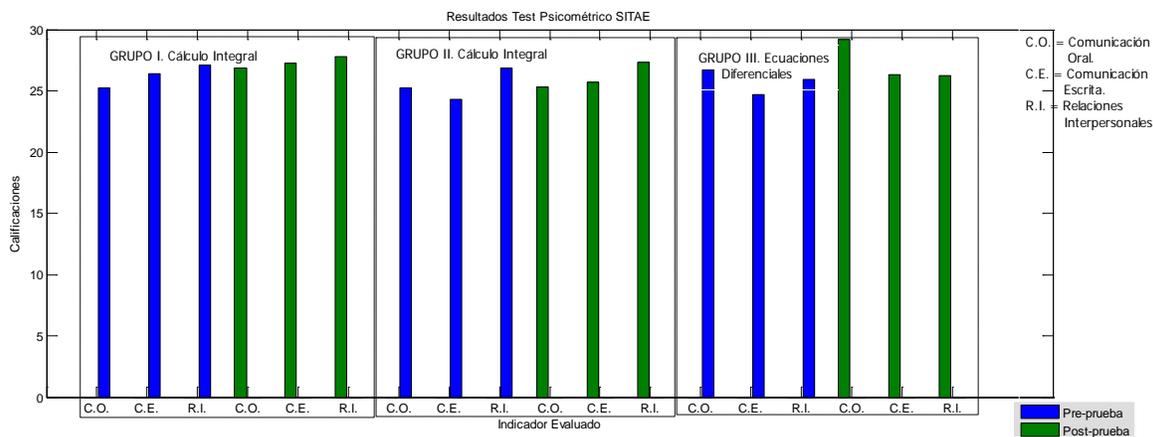
Importante marcar que debido a la aplicación del instrumento de medición, SITAE; en dos momentos en el tiempo transcurridos, el criterio dimensional; longitudinal. Aunado a esto la recolección por medio de los instrumentos de medición se realizó en un par de ocasiones, con una distancia entre ellas de dos meses.

Para medir el grado de habilidad matemática, desarrollado en los estudiantes, se utilizaron exámenes escritos, de contenido y grado de dificultad equivalente al empleado en cursos anteriores, impartidos bajo un esquema de enseñanza expositivo, permitiendo de esta manera hacer el comparativo de resultados.

## **DISCUSIÓN DE RESULTADOS**

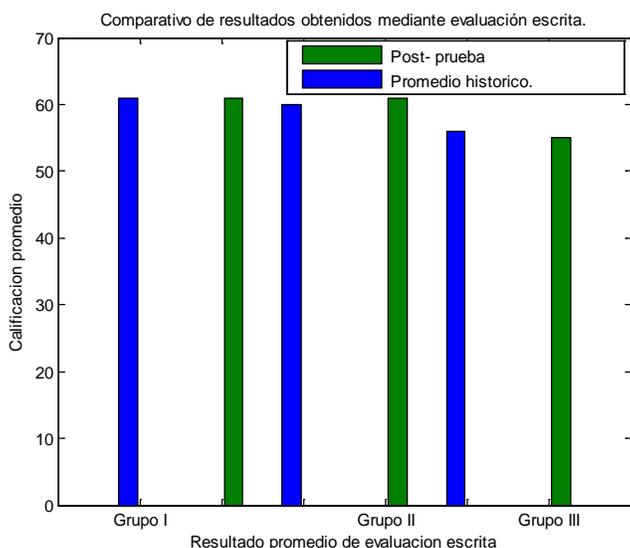
Es importante recalcar la importancia que reviste el hecho de validar los resultados de utilizar la metodología propuesta en este trabajo, comparando con resultados previamente observados en los estudiantes como parte de su seguimiento escolar, para el caso de los resultados de la prueba SITAE, o para el caso de la evaluación escrita, con resultados obtenidos anteriormente utilizando la metodología tradicional.

En la Figura 2, se presentan los resultados promedio de aplicar la prueba SITAE a los grupos piloto, el dato considerado pre-test corresponde a los valores obtenidos al iniciar la dinámica de trabajo en equipo. Los datos Post-test corresponden a los valores observados inmediatamente después de finalizar la dinámica. De esta comparación, se puede observar que el incremento en las calificaciones obtenidas para cada competencia, en promedio, es positivo para los tres grupos. Con un valor promedio de 1.04 puntos para el grupo I, 0.65 puntos para el grupo II y 1.47 puntos para el grupo III. En una escala de 40 puntos que utiliza la prueba para su interpretación.



**Figura 2. Resultados promedio del Test SITAE**

Por otra parte, en la Figura 3 se presentan los resultados promedio de las evaluaciones escritas aplicadas, obtenidos en los tres grupos piloto, para confirmar la capacidad de resolver los ejercicios correspondientes a los contenidos estudiados. La comparación es con el valor promedio de los resultados obtenidos en tres distintas evaluaciones anteriores, distintos grupos, misma materia y contenido.



**Figura 3. Resultados promedio del examen teórico**

**CONCLUSIONES**

Como se puede observar en las Figuras 2 y 3. Las acciones emprendidas han mostrado resultados alentadores. Manifestando la posibilidad de, si no alcanzar el ideal, lograr un desarrollo promedio de 3% en la evaluación de competencias genéricas. Valor aceptable por el tiempo relativamente corto que duro la dinámica. Dicho incremento observado mediante la prueba SITAE, no se atribuye totalmente a la dinámica implementada, pero evidencia una mejora en desarrollo de las competencias evaluadas.

Por otra parte, los resultados obtenidos en la evaluación de contenidos teóricos no muestra una mejora evidente, manteniéndose los valores promedio que se han obtenido mediante estrategias didácticas donde predomina la exposición y explicación de casos. Esto pudiera interpretarse como resultado positivo, ya que las personas al enfrentarse ante nuevas formas de organización y trabajo tienden a oponerse al cambio y actuar de manera desconfiada, de modo que su desempeño tiende a menguar.

Además de lograr los objetivos que traza el programa de estudios para el periodo utilizado, se logro familiarizar a los estudiantes con la metodología Lean, dotándole de estrategias alternativas que le permitan regular su modo de organización y trabajo en equipo, siendo este un plus a los objetivos trazados por el programa, y valoradas por el sector laboral.

## BIBLIOGRAFÍA

Araújo, Patricia. Universidades Lean”: Contribución para la reflexión, Portugal, 2011.

Obtenida el 18 de Marzo del 2015, de

[http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista160\\_S3A1ES.pdf](http://publicaciones.anuies.mx/pdfs/revista/Revista160_S3A1ES.pdf).

DGEST, (2012). Modelo Educativo para el Siglo XXI, Formación y desarrollo de competencias. Obtenida el 25 de Marzo del 2015, de

<http://www.tecnm.mx/modeloeducativo/modeloeducativo.pdf>.

Fernández Lamarra, N. (2001). *Los procesos de evaluación y acreditación universitaria en América Latina, La experiencia en el MERCOSU*, Buenos Aires.

González Maura, V. (2008). Competencias Genéricas Y Formación Profesional: Un Análisis Desde La Docencia Universitaria, *Revista Iberoamericana de Educación*. N° 47, pp. 185-209.

InderScience Publisher (2009). *Applying Lean Concepts to Education*. Obtenida el 10 de Febrero del 2015, de <http://www.qualitydigest.com/inside/quality-insider-news/applying-lean-concepts-education.html>.

LACCEI (2010) 8th Latin American and Caribbean Conference for Engineering and Technology Lean Thinking., *Metodología de gestión de mejoramiento en Instituciones de Educación Superior*, Colombia, 2010. Obtenida el 2 de Marzo del 2015, de [http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/published/ACC108\\_Carrillo.pdf](http://www.laccei.org/LACCEI2010-Peru/published/ACC108_Carrillo.pdf)

Perrenoud, P. (2006), “Construir competencias desde la escuela”. Ediciones Dalmen: Santiago de Chile. Obtenida el 08 de Enero de 2015, de [http://www.riic.unam.mx/01/02\\_Biblio/doc/29PERRENOUD-Philippe-cap2-Programas-escolares-y-competencias.pdf](http://www.riic.unam.mx/01/02_Biblio/doc/29PERRENOUD-Philippe-cap2-Programas-escolares-y-competencias.pdf)

Socconini, L. (2011). *Lean Manufacturing paso a paso*. México. Norma Ediciones.

Tecnológico Nacional de México (2014). *Programa Institucional de Innovación y Desarrollo 2013-2014*. México. Secretaria de Educación Pública.

Tobón, S. (2007). El enfoque complejo de las competencias y el diseño curricular. *Acción pedagógica*, No. 16 / Enero-Diciembre, 2007 – pp 14-28.

Tuning Latinoamerica (2007). Reflexiones y perspectivas de la Educación Superior en America Latina. Informe Final-Proyecto Tuning-America Latina 2004-2007. Obtenida el 1 de Diciembre del 2014, de [http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com\\_docman&task=docclick&Itemid=191&bid=54&limitstart=0&limit=5](http://tuning.unideusto.org/tuningal/index.php?option=com_docman&task=docclick&Itemid=191&bid=54&limitstart=0&limit=5).