



RIDUNAJ
Repositorio Institucional
Digital UNAJ



Publicaciones Científicas

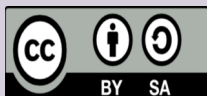
Jacobo Tolamatl Michcol y José Juan Nava Morales

Estrategias Didácticas para Diagnosticar y Detonar Proyectos Kaizen en la Manufactura

2024

*Evento: III Encuentro Latinoamericano de
Experiencias Universitarias*

Red internacional de Cooperación Académica



Esta obra está bajo una Licencia Creative Commons.

Atribución – Compartir igual 4.0

<https://creativecommons.org/licenses/by-sa/4.0/>

Documento descargado de RID - UNAJ Repositorio Institucional Digital de la Universidad Nacional Arturo Jauretche

Cita recomendada:

Tolamatl Michcol, J. y Nava Morales, J. J. (16-17 de mayo 2024). Estrategias Didácticas para Diagnosticar y Detonar Proyectos Kaizen en la Manufactura [Ponencia]. III Encuentro Latinoamericano de Experiencias Universitarias, Red internacional de Cooperación Académica. <https://rid.unaj.edu.ar/handle/123456789/3340>

3er **Encuentro** *Latinoamericano* *de Experiencias* **Universitarias**

Academia, Investigación y Proyección Social



• RED INTERNACIONAL DE COOPERACIÓN ACADÉMICA •

Estrategias Didácticas para Diagnosticar y Detonar Proyectos Kaizen en la Manufactura.

Dr. Jacobo Tolamatl Michcol¹

jacobo.tolamatl@uptlax.edu.mx

Mtro. José Juan Nava Morales²

josejuan.nava@uptlax.edu.mx

¹ Director de investigación y posgrado de la Universidad Politécnica de Tlaxcala, México.

² Profesor de Tiempo Completo e investigador de la Universidad Politécnica de Tlaxcala, México.

Resumen

Este trabajo muestra una experiencia universitaria (caso de estudio cualitativo) de la aplicación del Aprendizaje Basado en proyectos (ABP) aplicado al diseño y fabricación de un producto, integrando la estrategia didáctica del juego de roles, en un entorno tipo taller para simular una empresa de manufactura de camisas de origami con la aplicación de ingeniería de procesos, herramientas de manufactura esbelta y Kaizen. Que tiene como propósito, lograr un aprendizaje significativo en los estudiantes.

Bajo el contexto indicado en el párrafo anterior los estudiantes realizan un diagnóstico de la situación actual de una empresa que simulan en la realidad, con el objetivo de identificar áreas de oportunidad a través del análisis del mapa de cadena de valor para calcular indicadores claves Kpo's y Kpi's que permitan conocer el estatus real de las operaciones de manufactura a fin de ser más asertivos en su toma de decisiones. Para ello, se llevará a cabo una investigación de campo por parte de los estudiantes que se involucran para la recopilación de datos y el análisis detallado de la línea de manufactura simulada asumiendo los roles de las operaciones y analistas.

Los resultados cualitativos muestran que, bajo la opinión de los estudiantes, logran un análisis más profundo de la manufactura y la aplicación vivencial de las herramientas de análisis de procesos, obteniendo un aprendizaje significativo de mayor apego a la realidad de lo que vivirán en el campo laboral, empleando diversas habilidades como el trabajo en equipo y liderazgo.

Palabras claves

Aprendizaje basado en proyectos, trabajo en equipo, diagnóstico de manufactura, Kaizen

Introducción

Este trabajo muestra una experiencia universitaria (caso de estudio) de la aplicación del ABP aplicado al diseño y fabricación de un producto, integrando la estrategia didáctica del juego de roles, en un entorno tipo taller vivencial que tiene el propósito de lograr un aprendizaje significativo y reflexivo. Mediante la implementación de una línea de manufactura de camisas de origami para la aplicación del análisis de procesos, mediante herramientas de manufactura esbelta y Kaizen, donde los estudiantes a través del trabajo en equipo y colaborativo, van implementando y mejorando la línea de manufactura durante varias corridas (simulaciones vivenciales) y analizan el desempeño, desarrollan un diagnóstico de los procesos y comprenden el desempeño de la línea, para ello aplican diversas técnicas de análisis de procesos, tales como: mapeo de la cadena de valor (Value Stream Mapping, VSM – por sus siglas en inglés) que es una técnica para la mejora de procesos de manufactura esbelta (Shou, Wang, Wu, Wang y Chong 2017), implementación de indicadores claves de desempeño, análisis de datos y de las operaciones, manteniendo una visión sistémica de cómo funciona la línea de manufactura y cuáles con las principales áreas de oportunidad.

Al final del trabajo se realizan entrevistas abiertas a los estudiantes para conocer su experiencia al aplicar el proyecto y compararla con la enseñanza tradicional basada en la memorización y ejercicios resueltos en papel.

En el contexto de la manufactura, la mejora continua es esencial para mantener la competitividad y eficiencia en los procesos productivos. Una de las metodologías más reconocidas para promover esta mejora es el Kaizen, un enfoque japonés que se centra en la mejora incremental y continua de

procesos, productos y servicios. Para implementar eficazmente el Kaizen en un entorno manufacturero, es crucial contar con estrategias didácticas que permitan diagnosticar problemas y detonar proyectos de mejora.

¿Qué es Kaizen?

Kaizen es una filosofía que significa “mejora continua” en japonés (Suárez-Barraza y Miguel-Dávila, 2011). Se basa en la premisa de que pequeños cambios positivos y sostenidos en el tiempo pueden llevar a grandes mejoras en la eficiencia y calidad de los procesos productivos. Los principios fundamentales del Kaizen incluyen:

Mejora continua: Pequeñas mejoras diarias que, acumuladas, llevan a grandes beneficios.

Trabajo en equipo: Involucrar a todos los niveles de la organización en el proceso de mejora.

Cultura de la calidad: Fomentar un entorno donde la calidad y la mejora constante sean valores centrales (Suárez-Barraza y Miguel-Dávila, 2011).

Ante estas premisas el Aprendizaje Basado en Proyectos (ABP) es una metodología educativa que se enfoca en el desarrollo de competencias y conocimientos a través de la realización de proyectos prácticos y significativos (Botella Nicolás y Ramos Ramos, 2019). Este enfoque pedagógico se basa en la premisa de que los estudiantes aprenden mejor cuando están activamente involucrados en tareas que son relevantes para sus vidas y que les permiten aplicar lo que han aprendido de manera práctica.

El ABP es una estrategia de enseñanza que se caracteriza por involucrar a

los estudiantes en la resolución de problemas reales o en la creación de productos concretos, a través de un proceso de investigación y colaboración (Toledo Morales y Sánchez García, 2018).

En lugar de centrarse en la memorización de información, el ABP promueve la exploración y el descubrimiento, fomentando un aprendizaje más profundo y duradero (Montoya 2013).

Algunas características del Aprendizaje Basado en Proyectos son:

Centrado en el Estudiante: El ABP coloca al estudiante en el centro del proceso educativo, dándole un papel activo y autónomo en su aprendizaje.

Interdisciplinario: Los proyectos suelen abarcar múltiples áreas del conocimiento, integrando diferentes disciplinas para abordar problemas complejos de manera holística.

Relevante y Auténtico: Los proyectos están diseñados para ser relevantes y auténticos, conectando el aprendizaje con situaciones del mundo real y los intereses de los estudiantes.

Los estudiantes participan en un proceso continuo de investigación, formulación de preguntas, análisis de datos y solución de problemas.

El ABP fomenta el trabajo en equipo, la comunicación y la colaboración entre los estudiantes, así como con la comunidad y otros actores externos (Cánovas Reverte, y García Clemente, 2016).

Se promueve la reflexión sobre el proceso y los resultados, ayudando a los estudiantes a aprender de sus experiencias y a mejorar continuamente.

Los beneficios del aprendizaje basado en proyectos son:

Fomenta competencias esenciales como el pensamiento crítico, la creatividad, la comunicación, la colaboración y la resolución de problemas.

Al trabajar en proyectos que consideran relevantes y significativos, los estudiantes tienden a estar más motivados y comprometidos con su aprendizaje. El enfoque práctico y aplicado del ABP ayuda a los estudiantes a comprender y retener mejor los conocimientos.

Al enfrentar desafíos similares a los que encontrarán en la vida profesional y personal, los estudiantes desarrollan habilidades prácticas y una mentalidad orientada a la solución de problemas (Bueno, 2018).

Para implementar el ABP de manera efectiva, los educadores deben seguir ciertos pasos clave (Duque, 2020):

Crear proyectos que sean desafiantes, relevantes y alineados con los intereses de los estudiantes y los objetivos de aprendizaje.

Definir claramente los objetivos, etapas del proyecto, roles y responsabilidades de los estudiantes, y los recursos necesarios.

Proveer orientación continua, recursos y retroalimentación para ayudar a los estudiantes a avanzar en sus proyectos.

Utilizar métodos de evaluación que consideren tanto el proceso como el producto final del proyecto, incluyendo autoevaluaciones, evaluaciones entre pares y evaluaciones del profesor.

El aprendizaje basado en proyectos es una metodología educativa poderosa que transforma el aprendizaje al hacerlo más relevante, activo y centrado en el estudiante (Zambrano Briones, Hernández Díaz y Mendoza Bravo, 2022).

A través del ABP, los estudiantes no solo adquieren conocimientos académicos, sino que también desarrollan habilidades cruciales para el éxito en el mundo real, preparándolos mejor para enfrentar los desafíos y oportunidades del futuro.

Metodología

El aprendizaje basado en proyectos (ABP) es una metodología educativa que se centra en el desarrollo de habilidades prácticas y conocimientos a través de la realización de proyectos significativos y relevantes para los estudiantes. Aquí presentamos las etapas de cómo se puede aplicar el ABP para enseñar procesos de manufactura y detonar proyectos Kaizen.

Las investigaciones realizadas en este campo de estudio han señalado grandes beneficios, tales como: permite practicar las habilidades blandas como el liderazgo, negociación, comunicación, permite practicar habilidades para la solución de problemas y la mejora del pensamiento crítico (Botella Nicolás y Ramos Ramos, 2019).

La idea básica del proyecto es asignar la manufactura de camisas de origami a los estudiantes, que diseñen el producto y luego lo fabriquen utilizando los procesos aprendidos en clase. Esto les brinda la oportunidad de aplicar sus conocimientos de manera creativa y ver el resultado tangible de su trabajo. Las etapas que se consideraron para el proyecto son:

1. **Selección del proyecto:** El primer paso es seleccionar un proyecto relacionado con procesos de manufactura que sea relevante e

interesante para los estudiantes. Puede ser la creación de un producto real, la optimización de un proceso existente o la resolución de un problema específico relacionado con la manufactura.

2. **Investigación y planificación:** Los estudiantes realizan una investigación sobre el tema del proyecto, incluyendo los procesos de manufactura involucrados, los materiales necesarios, las herramientas y equipos requeridos, así como los posibles desafíos y soluciones. Luego, elaboran un plan detallado que incluya los pasos a seguir, los recursos necesarios y el cronograma de trabajo.
3. **Diseño y desarrollo:** Los estudiantes trabajan en el diseño y desarrollo del proyecto, aplicando los conocimientos adquiridos sobre procesos de manufactura. Esto puede incluir la creación de prototipos, la selección de materiales, la programación de máquinas y la optimización de procesos.
4. **Implementación:** Una vez que el diseño está completo, los estudiantes proceden a implementar el proyecto, llevando a cabo los procesos de manufactura necesarios para crear el producto final o resolver el problema planteado.
5. **Evaluación y revisión:** Durante todo el proceso, los estudiantes realizan evaluaciones periódicas para evaluar su progreso y el cumplimiento de los objetivos del proyecto. También tienen la oportunidad de revisar y mejorar su trabajo en función de los comentarios recibidos.

6. Presentación y evaluación: Al finalizar el proyecto, los estudiantes presentan sus resultados ante sus compañeros, profesores u otros miembros de la comunidad educativa. Esto les permite compartir sus aprendizajes, mostrar su trabajo y recibir retroalimentación constructiva.

El aprendizaje basado en proyectos en el contexto de la manufactura no solo proporciona a los estudiantes una experiencia práctica y relevante, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, la resolución de problemas, la creatividad y la comunicación efectiva, todas ellas fundamentales en el ámbito laboral.

Se utilizó la observación participante durante las corridas de producción para identificar los comportamientos de los estudiantes y asesorarlos en sus análisis, los instrumentos para la recogida de datos fueron el diario del investigador, la rúbrica para evaluar el proyecto y la entrevista abierta cualitativa que se realizó a los estudiantes.

Desarrollo

El propósito fundamental de la presente investigación es hacer un análisis exhaustivo para diagnosticar la situación actual de cierta empresa ficticia, con el objetivo de identificar áreas de oportunidad para su mejora. Para ello, se ha llevado a cabo una simulación de línea de producción de camisas de origami que ha involucrado la recopilación de datos y un análisis detallado de dicha línea.

Ilustración 1. Comisa de origami (producto final a manufacturar)



Fuente: Elaboración propia.

El alcance de este análisis es amplio, abarcando aspectos que van desde la estructura organizacional de hasta sus procesos internos. Durante este proceso diagnóstico, se han aplicado diversas teorías y conceptualizaciones relevantes para comprender mejor la dinámica empresarial y los factores que influyen en su desempeño. Además, se ha realizado un estudio de los antecedentes generales de la empresa, destacando hitos importantes, cambios en el mercado y en la industria que han marcado su evolución hasta la fecha actual.

Para la implementación de técnicas en las áreas de trabajo, se han destinado procesos específicos, detallados en el mapa de cadena de valor de la línea de producción de las camisas de origami. En cada estación se ha evaluado su QLF, el tiempo de operación y la disponibilidad, utilizando una simbología específica para su representación. Se ha realizado un cálculo exhaustivo de la disponibilidad operacional de toda la línea de producción, empleando un análisis de sistema en serie y paralelo. Los resultados obtenidos indican que la empresa está preparada para funcionar durante el 59.05% del tiempo total, mientras que el restante 40.95% se ve afectado

por demoras en las estaciones de trabajo o tiempos inactivos que influyen en la eficiencia de la línea de producción.

Además, se ha llevado a cabo un análisis del QLF, revelando que la producción se ve afectada por problemas relacionados con la calidad, como defectos y retrabajos en un 41.79%. Se han calculado el Tack Time y el PCT, siendo este último crucial para satisfacer las necesidades del cliente en tiempo y forma.

Continuando con el análisis, se ha identificado y analizado los cuellos de botella en la línea de producción, determinando las estaciones con carga de trabajo y la necesidad de aplicar mejoras para optimizar el proceso. Se ha elaborado un diagrama DOP (Diagrama de Operación de Proceso) para visualizar la distribución de la línea de producción de las camisas de origami.

Además, se ha destacado la importancia de la aplicación de herramientas de calidad para identificar y corregir problemas en el proceso de fabricación antes de que afecten a una gran cantidad de productos. Estas herramientas no solo mejoran la eficiencia general de la empresa al reducir el desperdicio de materiales y recursos, sino que también aumentan la satisfacción del cliente y la fidelidad hacia la marca.

En resumen, este análisis sigue una secuencia cronológica, comenzando con la evaluación de la situación actual de la empresa, pasando por la revisión de sus antecedentes históricos, y concluyendo con la identificación de áreas de oportunidad y recomendaciones para su mejora. El presente documento incluye objetivos, diagramas, y prácticas enfocadas en la mejora continua, así como resultados y conclusiones derivados de este exhaustivo análisis.

Planteamiento del Problema

Dentro de la empresa existen problemas en el proceso que se reflejan en la calidad del producto final, esto deriva otros problemas como la sobreproducción y demora, ya que es necesario producir más para poder cumplir con las demandas de los clientes y en ocasiones las entregas se realizan después de la fecha programada.

Realizando una revisión al proceso de la empresa de manera general se pueden determinar los orígenes de las fallas.

La mayor falla radica en la mala distribución de las estaciones de trabajo, lo que resulta en tiempos de traslados muy elevados, los operadores tienen demasiados tiempos muertos, incrementando así los tiempos de ciclo de cada una de ellos. En cuanto a la cantidad de personal se tiene un número de colaboradores muy reducido, esto se traduce en cargas de trabajo excesivas y cuellos de botella, las actividades de cada área fueron designadas de manera arbitraria, sin tener consciencia de las modificaciones en los tiempos relacionados, esto trae resultados negativos como atrasos entre estaciones, mala calidad, sobreproducción y por consiguiente atraso en la entrega de los pedidos o en otro caso que lleguen productos defectuosos al cliente.

De manera más específica, las áreas de trabajo son muy desordenadas, teniendo exceso de basura, herramientas obsoletas, personal sin capacitación, no existe información precisa sobre las funciones a realizar y como se van a realizar, es por ello que el personal la mayoría del tiempo hace el trabajo según su criterio, sin estandarización, poniendo en duda la calidad de sus componentes realizados.

A continuación, se describirán tres criterios identificados como los más afectados por la problemática de la empresa.

Calidad:

Todas las partes que conforman la gama de productos de la empresa no tienen índices de calidad estandarizados, porque el proceso de fabricación es muy deficiente, la cantidad de retrabajos y desperdicios es elevada.

Cantidad:

En todos los pedidos que realiza la empresa siempre debe elaborar más piezas de las requeridas por el cliente, debido a que los productos terminados no siempre cumplen con la mínima exigencia de calidad, algunos terminan rotos, con pliegues mal ejecutados y algunos incompletos, las consecuencias de esto se reflejan en la cantidad elevada de materia prima desperdiciada y la de producto terminado que finaliza como scrap, dejando un margen muy reducido de ganancia.

Tiempo:

Hablar del tiempo es sinónimo de dinero y en esta empresa no hay dinero porque el tiempo se usa de manera incorrecta, los cuellos de botella y los traslados son un problema crítica dentro de la línea de producción, en promedio de cada 10 pedidos en 8 se presenta un atraso de al menos 2 días, visto desde el punto financiero, la empresa pierde demasiado dinero que perfectamente pudo ser invertido en maquinaria para la reducción de tiempos.

Hasta la fecha no se han realizado estudios que permitan tener un panorama claro sobre la situación problemática de la empresa, es por eso que las ideas de mejora no han funcionado.

Para satisfacer la demanda, es necesario que la empresa mantenga una tasa de producción de una camisa terminada por minuto, la cual se establece en

función de las necesidades y plazos requeridos por los clientes, conocida como "Takt Time". Bajo este contexto la empresa, no alcanza esta velocidad de producción implicando no cumplir con las demandas solicitadas, dado que surgen problemas relacionados con el tiempo, la calidad y la cantidad en la línea de producción. Por lo tanto, para cumplir con los pedidos y sus requisitos, la línea de producción debe entregar una camisa cada 25 segundos, conocido como tiempo de ciclo planeado "PCT", considerando que algunas camisas pueden presentar defectos y necesitar ser desechadas o retrabajadas. Sin embargo, dado el número limitado de personal disponible para alcanzar este indicador (PCT) es altamente desafiante. Por ende, se buscará optimizar la eficiencia de la línea de producción con el objetivo de igualar el PCT y el Takt Time.

Justificación

La realización de este análisis exhaustivo de la empresa es fundamental para comprender su estado actual y, por ende, identificar oportunidades de mejora o corrección. Este proceso implica una serie de herramientas y técnicas, cada una de las cuales aporta una perspectiva única para comprender diversos aspectos de la operación empresarial.

En conjunto, estas herramientas y técnicas de análisis proporcionan una visión integral del funcionamiento de la empresa, permitiendo identificar oportunidades de mejora tanto en términos de eficiencia operativa como en el bienestar y desarrollo del personal. Esto no solo puede conducir a una mayor rentabilidad y competitividad, sino también a un entorno laboral más satisfactorio y motivador para todos los involucrados.

En general, la realización de este diagnóstico nos ayudara a mejorar las

áreas de oportunidad encontradas y de esta manera tener grandes beneficios como los son:

1. Hacer mejor uso de los recursos
2. Tener un aumento de productividad
3. Realizar una mejor distribución de tareas, así como un mejor flujo en la línea de producción
4. Evitar la sobreproducción
5. No tener tiempos muertos
6. Mejorar la calidad de nuestros productos
7. Cumplir con la cantidad solicitada del cliente
8. Cumplir en el tiempo indicado el pedido del cliente

Objetivos

General

Elaborar un diagnóstico de la línea de producción de camisas de origami con el fin de identificar su estado actual.

Objetivos específicos

1. Elaboración del mapa de cadena de valor (VSM).
2. Análisis detallado de la línea de producción de camisas, determinando la disponibilidad del sistema, QLF del sistema, cálculo del Takt Time y PCT, las piezas a programar, así como los principales cuellos de botella.

3. Desarrollar un gráfico de balance del operador para determinar el tiempo de ciclo efectivo.
4. Elaboración del gráfico Takt Time-PCT.
5. Elaboración del diagrama de recorrido.
6. Elaboración de los gráficos enfocados en la gente.

Diagrama de proceso VSM:

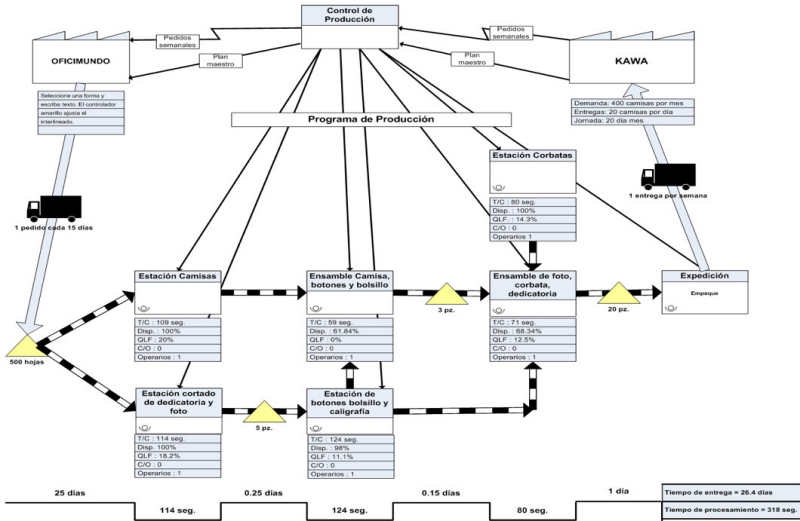
Como se puede observar en el mapa de cadena de valor la línea de producción se compone de 6 estaciones las cuales se describen a continuación:

- Estación 1: Operario encargado de la elaboración de corbatas
- Estación 2: Operario encargado de la elaboración de camisas
- Estación 3: Operario encargado del trazado y cortado de cuadros para dedicatoria y foto
- Estación 4: Operario encargado de la elaboración de botones y bolsillos, así como de la caligrafía
- Estación 5: Operario encargado del ensamblaje de camisa con botones y bolsillo.
- Estación 6: Operario encargado del ensamblaje de camisa con corbata, foto y dedicatoria, además de guardar la camisa en su bolsa respectiva.

Cada estación contiene su respectiva información como lo es el QLF que produce, sus tiempos de operación por pieza, la disponibilidad que tiene y la tasa de salida por pieza o kit, en función de su disponibilidad. De igual

forma se puede observar que contamos con sistemas en serie y en paralelo.

Ilustración 2. Value Stream Mapping del proceso de manufactura.



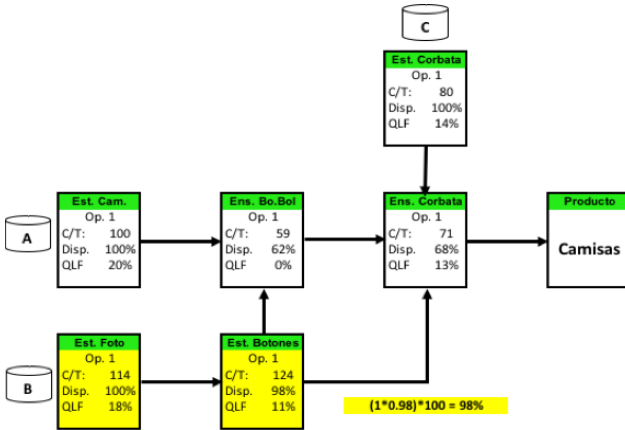
Fuente: Elaboración propia.

Cálculo de la disponibilidad operacional

Para realizar el cálculo de la disponibilidad operacional de toda la línea de producción, se ha aplicado un enfoque técnico que involucra el análisis de sistemas en serie y en paralelo. En este contexto, se ha considerado una capacidad nominal del 80% para los sistemas en paralelo.

Como primer procedimiento damos resolución al sistema en serie que existe entre las estaciones marcadas en amarillo.

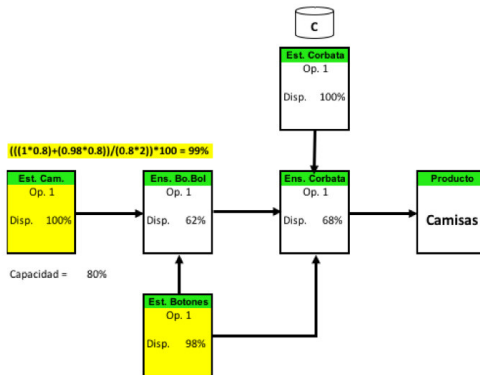
Ilustración 3. Diagrama del cálculo de disponibilidad del proceso (fase 1)



Fuente: Elaboración propia

Una vez realizado la solución del anterior sistema, nos quedaran las estación marcadas en amarillo, la cual se resolverá en paralelo con la estación Est. Botones.

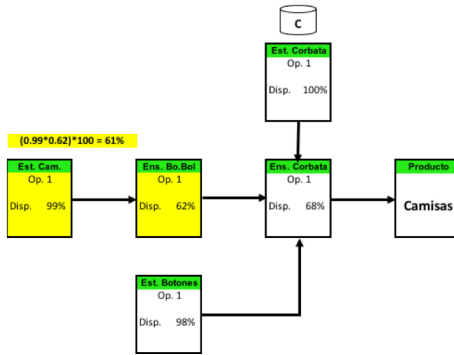
Ilustración 3. Diagrama del cálculo de disponibilidad del proceso (fase 2)



Fuente: Elaboración propia

De esta forma la estación resultante es la E3-E4-E2 marcada en amarillo, la cual a su vez se resolverá en serie con la estación E5.

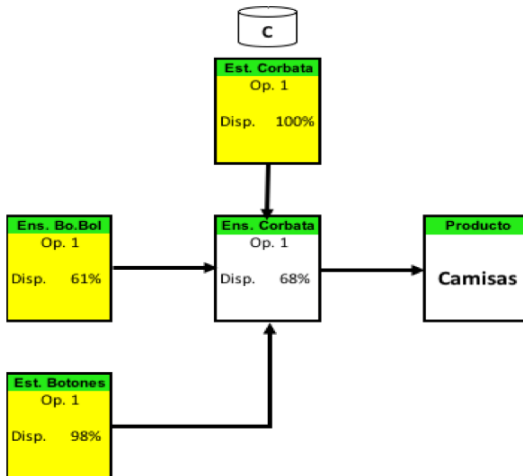
Ilustración 4. Diagrama del cálculo de disponibilidad del proceso (fase 3)



Fuente: Elaboración propia

Así de este modo se procede a resolver las estaciones en amarillo, sistema en paralelo. Puesto que estas tres estaciones se encuentran conectadas a su vez con la estación E6.

Ilustración 5. Diagrama del cálculo de disponibilidad del proceso (fase 4)

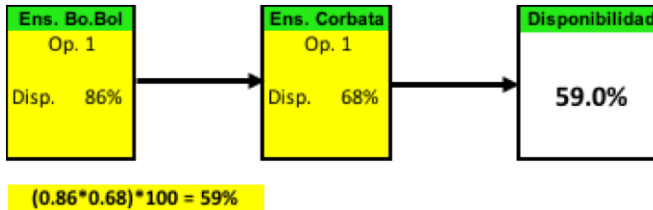


Fuente: Elaboración propia

Tras resolver cada uno de los sistemas, se ha obtenido un sistema en serie con una disponibilidad del 86.41%, que abarca desde la estación 1 hasta la estación 5, y una disponibilidad del 68.34% correspondiente a la estación 6.

La disponibilidad final de la línea de producción se calcula a partir de la combinación de estas disponibilidades parciales, dando como resultado un valor del 59.05%.

Ilustración 6. Diagrama del cálculo de disponibilidad del proceso (fase 5)



Fuente: Elaboración propia

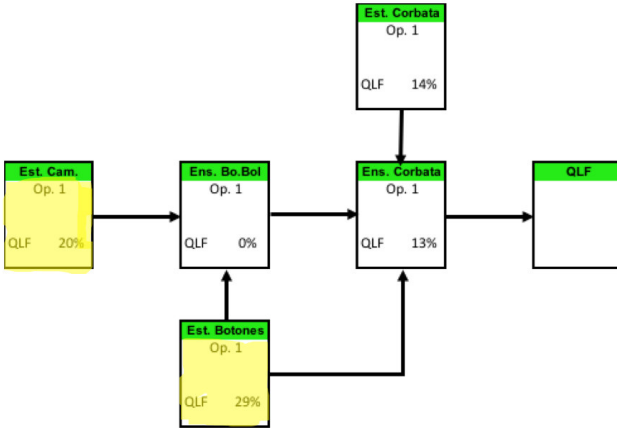
Este indicador indica que la empresa únicamente se encuentra operando el 59.05% del tiempo total. Es importante tener en cuenta que el porcentaje restante, es decir, el 40.95% es pérdida que puede ser ocasionado por diversos factores, como demoras en las estaciones de trabajo o tiempos de inactividad no planificados, los cuales pueden influir en la eficiencia operativa de la línea de producción.

En conclusión, aunque la disponibilidad operacional supere el tiempo inactivo, es crucial abordar el desperdicio de tiempo operativo mediante medidas eficientes que mitiguen los factores que impactan la eficiencia operativa, permitiendo así optimizar el tiempo de actividad logrando así una disponibilidad operacional más alta.

Cálculo del QLF

Inicialmente, se llevó a cabo la suma de los valores de QLF de las estaciones en amarillo, lo que resultó en un QLF parcial del 29.29%. Esta operación se realizó considerando la disposición en paralelo de las estaciones.

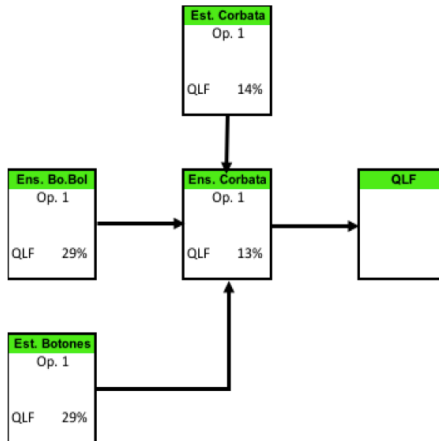
Ilustración 7. Diagrama del cálculo de factor de carga de calidad (QLF) del proceso (fase 1)



Fuente: Elaboración propia

De este modo, se calculó el QLF de las estaciones en amarillo, y se observó que se encuentra en paralelo obteniendo un QLF del 29.29%.

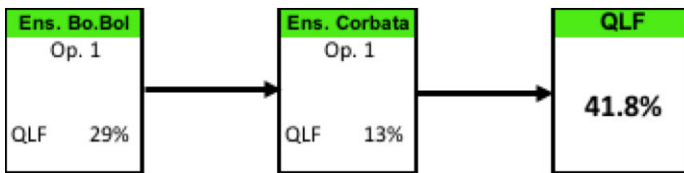
Ilustración 8. Diagrama del cálculo de factor de carga de calidad (QLF) del proceso (fase 2)



Al final nos encontramos con un sistema de tres estaciones en paralelo.

En este escenario, se observa que dos estaciones tienen el mismo QLF alto, por lo que podemos sumar cualquiera de esos dos valores sin afectar el cálculo del QLF final. Por lo tanto, al sumar el 29.29% más el 12.50% de la estación E6, obtenemos un QLF final de 41.79%.

Ilustración 9. Diagrama del cálculo de factor de carga de calidad (QLF) del proceso (fase 3)



Fuente: Elaboración propia

Una vez llevado a cabo el cálculo del Índice de Falla de Calidad (QLF, por sus siglas en inglés) del sistema de producción, el cual arrojó un valor del 41.79%. Se puede mencionar que este indicador refleja que aproximadamente el 41.79% de la producción total se ve afectada por problemas relacionados con la calidad, tales como defectos, scrap, retrabajos y otros inconvenientes similares.

Un QLF del 41.79% señala la existencia de oportunidades para mejorar la eficiencia del sistema de producción. Esto podría lograrse mediante la implementación de estrategias más efectivas de control de calidad y la adopción de procesos de mejora continua. En otras palabras, existe un potencial significativo para reducir las pérdidas y aumentar la calidad del producto final, lo que conlleva a beneficios tanto en términos de satisfacción del cliente como de rentabilidad para la empresa. No obstante, es imperativo considerar este indicador. A pesar de que la calidad de los productos alcance un 58.21%, superando así al QLF, esto no implica necesariamente que

dicho porcentaje sea adecuado para satisfacer las expectativas de calidad de nuestros clientes. En consecuencia, es fundamental evaluar si este nivel de calidad es suficiente para cumplir con los requisitos establecidos por los clientes.

Cálculo del Takt Time y PCT

Para calcular el Takt Time se dividió el tiempo de corrida programada entre el requerimiento del cliente, en este caso el tiempo es de 20 minutos lo que equivale a un total de 1200 segundos, en cuestión del requerimiento del cliente es de 20 camisas por día, por lo tanto, al aplicar la formula correspondiente nos da un Takt Time de 60 segundos.

Para calcular el PCT, se realizó una operación que implica dividir el producto del Takt Time y la disponibilidad operacional entre el QLF, obteniendo un PCT de 24.99 segundos.

Este indicador refleja la necesidad de sacar una camisa de origami en un promedio de 25 segundos para satisfacer las exigencias del cliente en términos de tiempo, calidad y cantidad.

Tabla 1. Takt Time y PCT

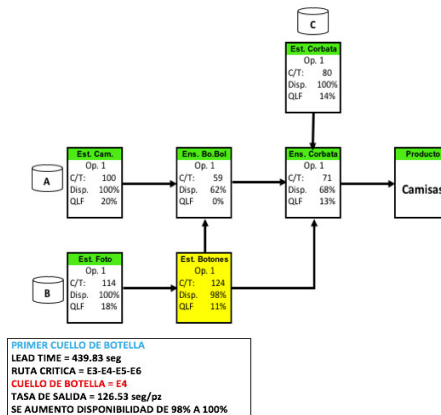
OA	0.5905	%
QLF	1.4179	%
Piezas programadas	20	Cada día
Tiempo de corrida programado	1200	Seg
TT	60	seg
PCT	24.99	seg/pieza

En resumen, se identifica un serio problema en la línea de producción, ya que el tiempo óptimo para la elaboración de una camisa de origami es de 60 segundos, mientras que el PCT exige completarla en 25 segundos, es decir, menos de la mitad del tiempo ideal. Por ello, se requiere identificar áreas de mejora y realizar ajustes en la organización de la línea de producción para abordar esta situación y lograr una óptima optimización del proceso de fabricación de camisas de origami.

Teoría de restricciones

Se aplicó la teoría de restricciones (TOC) para analizar y mejorar la eficiencia de la línea de producción. Tras identificar la ruta crítica (ilustración 10), se pudo saber que el principal cuello de botella en la estación en amarillo, que presentaba una disponibilidad del 98%. Este hallazgo sugiere que quizá la carga de trabajo contribuye significativamente a su condición de cuello de botella, constituyendo un punto crítico en la línea de producción. Por consiguiente, es imperativo desarrollar estrategias destinadas a solventar esta situación y así optimizar la producción de camisas de origami.

Ilustración 10. Diagrama para calcular el cuello de botella (TOC - botella teoría de restricciones)



Fuente: Elaboración propia

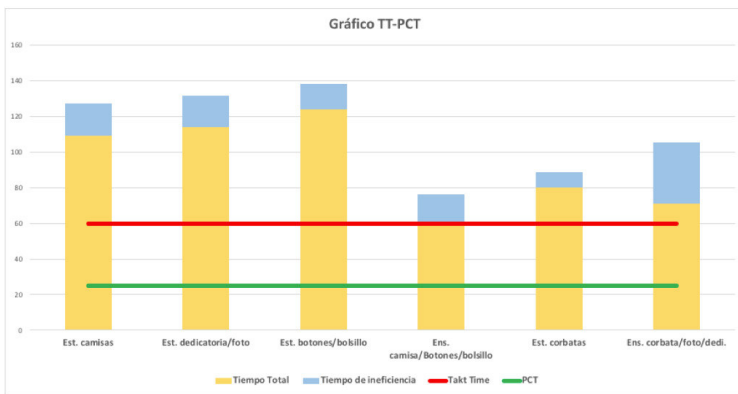
Gráfico de balance del operador para el proceso y grafica Takt Time-PCT

Tabla 2. Análisis de operaciones

Tabla de Balance de las Operaciones									
Estación	Tiempo de Operación	Traslado	Tiempo Total	QLF	Downtime	Tiempo Real	Tiempo de ineficiencia	Takt Time	PCT
Est. camisas	92	17	109	1.200	1.000	110.4	18.4	60.00	24.96
Est. dedicatoria/foto	96	18	114	1.182	1.000	113.5	17.5	60.00	24.96
Est. botones/bolsillo	107	17	124	1.111	1.020	121.3	14.3	60.00	24.96
Ens. camisa/Botones/bolsillo	45	14	59	1.000	1.382	62.2	17.2	60.00	24.96
Est. corbatas	62	18	80	1.143	1.000	70.9	8.9	60.00	24.96
Ens. corbata/foto/dedi.	71	0	71	1.125	1.317	105.2	34.2	60.00	24.96

Fuente: Elaboración propia

Gráfica 1. Balanceo del trabajo



Fuente: Elaboración propia

En la gráfica 1 podemos observar el tiempo de ciclo de cada estación en color amarillo, notamos que hay una variación considerable para cada estación de trabajo, es decir está desbalanceada la línea de producción ya que

se tarda más tiempo en ciertas estaciones y menos en otras, por otro lado notamos en color gris la ineficiencia, esta es notoria y la estación 4 tiene una ineficiencia mayor en comparación con las demás, cabe destacar que existen desperdicios que deben eliminarse, ya que hay un espacio considerable entre la línea del Takt Time y la línea del PCT, lo que representa un problema, además cada estación supera la línea del PCT la cual representa el tiempo en que se espera que corra la línea de producción para lograr el Takt Time, e incluso 5 estaciones de trabajo rebasan la línea del Takt Time, sólo la estación 5 está acorde al Takt Time, esta línea mencionada nos indica la velocidad del ciclo a la cual la producción debe correr para cumplir la demanda del cliente, por tanto, concluimos que tenemos un serio problema en la línea de producción que hay que corregir con el fin de mejorar el tiempo ciclo de cada estación, de lo contrario no podremos cumplir la demanda del cliente.

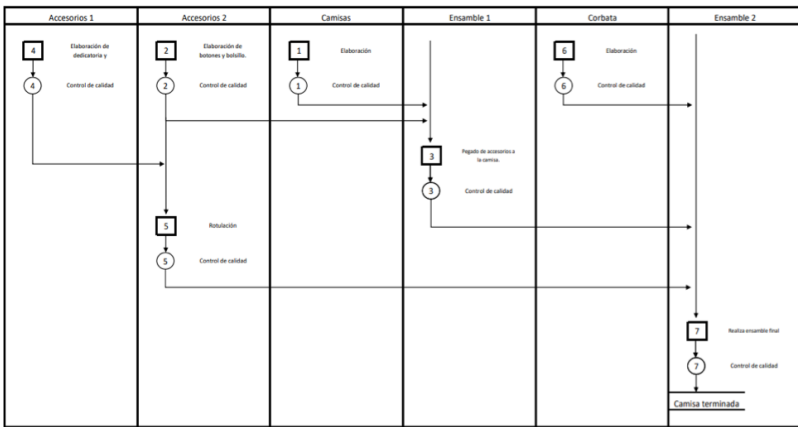
Diagrama de operaciones

El diagrama de recorrido representa de manera clara y concisa los pasos necesarios para completar una tarea o actividad particular. Este tipo de diagrama es una herramienta invaluable para comprender y optimizar los procesos, ya que proporciona una visión detallada de las operaciones involucradas y las relaciones entre ellas. Al utilizar un DOP, podemos identificar posibles cuellos de botella, eliminar redundancias y mejorar la eficiencia en la ejecución de tareas. Además, facilita la comunicación y el entrenamiento del personal al proporcionar una guía visual clara de los procedimientos a seguir.

Enfocado en la empresa estudiada, el DOP está mostrando el atraso que se presenta en la última estación, debido a que las estaciones anteriores no

tienen un orden claro, de manera general no existe una secuencia lógica en las estaciones que permita tener un proceso más rápido, es de vital importancia estudiar a fondo las actividades y tiempos de cada estación para poder lograr hacer eficientes las actividades y el proceso general

Ilustración 11. Diagrama de operaciones del proceso

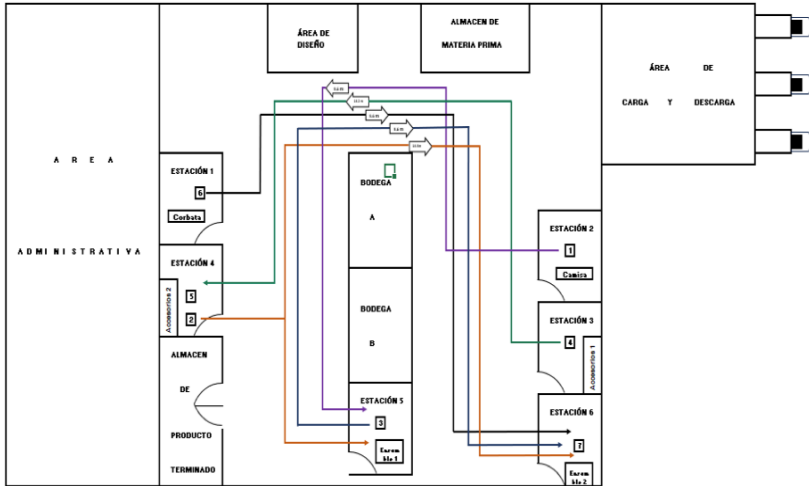


Fuente: Elaboración propia

Diagrama de recorrido

El diagrama de recorrido nos permite tener una visión más amplia sobre los desplazamientos de los operarios, para el caso de la empresa la mala distribución de las estaciones de trabajo desencadena desplazamientos muy largos y tiempos muertos muy elevados, la empresa necesita una reestructuración general.

Ilustración 12. Diagrama de recorrido



Fuente: Elaboración propia

Tabla 3. Análisis del diagrama de recorrido

Estación	Por pieza		Frecuencia	En 1200 segundos	
	Distancia(m)	Tiempo(s)		Distancia(m)	Tiempo(s)
1	19.2	18	14	268.8	252
2	19.2	17	10	192	170
3	20.4	18	11	224.4	198
4	21.6	17	9	194.4	153
5	19.2	14	10	192	140
6	0	0	0	0	0
	Totales		54	1071.60	913

Fuente: Elaboración propia

La tabla de análisis de recorrido es una herramienta que se utilizó para tener un panorama claro sobre el desperdicio denominado “transporte”, para entrar en contexto, este desperdicio nos menciona que todo el tiempo que se utiliza en el desplazamiento dentro de una línea de producción repercute

en pérdidas, debido a que en ese tiempo no se está generando producción.

La empresa tiene un serio problema con este desperdicio, en la tabla se puede observar que las distancias son muy amplias entre las estaciones relacionadas, en promedio los trabajadores se desplazan 9 metros para tener contacto con la estación siguiente, los totales arrojan una distancia de 1,071 km recorrido entre todos los trabajadores, esto en un intervalo de tiempo de 20 min, hablando en términos de tiempo se desperdicia el 12% aproximadamente.

Gráfico de prácticas enfocados a la gente

Para una mejor conceptualización de cómo se realizan las operaciones en cada una de las estaciones de la línea de producción de camisas de origami se realizaron los diagramas de prácticas enfocadas en la gente de cada estación de trabajo a fin de visualizar con detalle los elementos de cada operación y el respectivo tiempo que cada uno de estos se consume esto con el fin de conocer que elementos de la operación tienen que corregirse y/o mejorarse para poder lograr un tiempo ciclo alineado a los indicadores del Takt Time y del PCT y lograr los respectivos requerimientos solicitados.

Conclusiones

El aprendizaje basado en proyectos en el contexto de la manufactura e ingeniería de procesos no solo proporciona a los estudiantes una experiencia práctica y relevante, sino que también fomenta el desarrollo de habilidades como el trabajo en equipo, liderazgo, la resolución de problemas, y la comunicación efectiva, todas ellas fundamentales en el ámbito laboral.

Los estudiantes les fue posible practicar de forma vivencial el diagnóstico de la línea de producción de camisas de origami, para identificar las pautas necesarias, análisis, cálculos y valores correspondientes, con el objetivo de encontrar ineficiencias y mejoras para obtener una línea de manufactura más competitiva y eficiente, considerando la calidad, cantidad y tiempo para satisfacer la demanda del cliente, por tanto, se cumple el objetivo general del proyecto.

Cabe mencionar que practican mediante juego de roles la manufactura y la elaboración del mapeo de la cadena de valor (VSM-Value Stream Mapping), no solo en el papel sino de forma vivencial recopilando indicadores de despeño y analizando la información de la línea de manufactura. De igual forma se generó un adecuado análisis, con un 95% en el correcto manejo de indicadores clave (disponibilidad de la línea, QLF del sistema, Takt Time, PCT, y el principal cuellos de botella), por otra parte se cumplió en su totalidad el objetivo de la realización del gráfico de balance del operador ya que se identificó el tiempo de ciclo total y los desperdicios obtenidos, también cabe hacer mención que se llevó a cabo en un 90% un correcto desarrollo e interpretación del gráfico Takt Time-PCT, en el cual se observó problemas relevantes que hay que solucionar, así mismo se realizó de manera satisfac-

toria el análisis del diagrama de recorrido en el cual se identificaron áreas de oportunidad, finalmente destaca la realización del gráfico de prácticas enfocadas a la gente, que al observar cómo se realiza en un caso "real" la comprensión de la herramienta es muy clara.

Todos estos análisis y herramientas aplicadas a la línea de manufactura de camisas de origami permitieron a los estudiantes obtener aprendizaje significativo al observar en varias corridas de producción cómo estaba el estado actual de la línea y así comprender el desempeño y las áreas de mejora, permitiendo un análisis integral del sistema de manufactura.

Entrevista a estudiantes

Se realizaron entrevistas a los estudiantes participantes en el proyecto (ilustración 13) a fin de conocer sus experiencias bajo el Aprendizaje Basada en Proyectos (ABP).

Ilustración 13. Estudiantes



Fuente: Memoria de proyecto de estudiantes

Hicieron los siguientes comentarios:

"Cabe resaltar que este diagnóstico, nos permitió tener un panorama amplio sobre lo que sucede en realidad en una línea de manufactura, las ineficiencias, oportunidades y sobre todo el análisis detallado de cada estación para encontrar problemas importantes que de alguna manera obstaculizan el entregar en cantidad, calidad y tiempo a un cliente, esto nos servirá de mucha ayuda para poner en práctica la teoría en ambientes más reales y al mismo tiempo obteniendo experiencias satisfactorias, ya que nos permitió desarrollar habilidades de trabajo en equipo y liderazgo, experimentando en algunas ocasiones el trabajo arduo y exigente que se tenía que cumplir y comparándolo en una situación real esto es lo que nos espera en un futuro."

"Las prácticas nos parecieron divertidas e interesantes, porque no solo trabajamos en problemas que se solucionan en papel sino que cada integrante del equipo tuvo que aplicarlo en la empresa simulada. Además, nos gustó que juntos nos apoyamos para poder cumplir los objetivos para la elaboración del diagnóstico correspondiente, nos gustó mucho trabajar en este proyecto porque estaba relacionado con algo que realmente nos importaba nos sentíamos más motivados para aprender."

"Fortalecimos y vimos la importancia del trabajo en equi-

po para lograr resolver problemas que no se encuentran en los libros, en un momento se nos dificultó manejar nuestros tiempos para crear la línea de producción y obtener los datos que nos servirían para el análisis, a veces era frustrante cuando algunos compañeros no trabajaban tanto como los demás, pero aprendimos a hablar y resolver esos problemas y juntos con el profesor mejoramos nuestra organización, y esta fue una de las mejores lecciones de la práctica.”

“Otra satisfacción importante fue cuando terminamos el proyecto y ver el producto final logrado fue muy satisfactorio. Nos dio una gran sensación de logro.”

“En general, la opinión que tenemos de las en proyectos son muy positivas, ya que aprendemos de manera realista y aplicando los conocimientos teóricos, aunque también hemos de reconocer que hubo ciertos desafíos que requerimos de una mejor adaptación y apoyo tanto de los profesores como de nuestros propios compañeros.”

Referencias

Botella Nicolás, Ana María, y Ramos Ramos, Pablo. (2019). Investigación-acción y aprendizaje basado en proyectos. Una revisión bibliográfica. *Perfiles educativos*, 41(163), 127-141. Recuperado en 1 de mayo de 2024, de http://www.scielo.org.mx/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0185-26982019000100127&lng=es&tlng=es.

- Toledo Morales, P. y Sánchez García, J.M. (2018). Aprendizaje basado en proyectos: una experiencia universitaria. *Revista de curriculum y formación del profesorado*, 22 (2), 429-449. <https://idus.us.es/bitstream/handle/11441/86870/aprendizaje%20basado%20en%20proyectos.%20Una%20experiencia%20universitaria.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
- Gaete-Ouezada, R. A. (2011). El juego de roles como estrategia de evaluación de aprendizajes universitarios. *Educación y educadores*, 14(2), 289-307.
- Suárez-Barraza, M. F., y Miguel-Dávila, J. Á. (2011). Implementación del Kaizen en México: un estudio exploratorio de una aproximación gerencial japonesa en el contexto latinoamericano. *Innovar*, 21(41), 19-38.
- Álvarez Sepúlveda, H. (2020). Promoviendo aprendizajes significativos en la enseñanza universitaria de la Historia a través de un juego de roles. *Estudios pedagógicos (Valdivia)*, 46(2), 97-121.
- Bueno, P. M. (2018). Aprendizaje basado en problemas (ABP) y habilidades de pensamiento crítico ¿una relación vinculante?. *Revista Electrónica Interuniversitaria de formación del profesorado*, 21(2), 91-108.
- Cánovas Reverte, Ó., y García Clemente, F. J. (2016). Prevención y seguimiento de factores limitantes del trabajo en equipo en experiencias ABP. In *Actas de las XXII JENUI* (pp. 11-18). Universidad de Almería.
- Montoya, N. M. (2013). El aprendizaje basado en problemas (ABP) como

estrategia didáctica. *Revista Academia y Virtualidad*, 6(1), 53-61.

Duque Cardona, V. (2020). El Aprendizaje Basado en Problemas para el desarrollo de competencias científicas de los estudiantes de grado quinto del Instituto Universitario de Caldas-Manizales.

Zambrano Briones, M. A., Hernández Díaz, A., & Mendoza Bravo, K. L. (2022). El aprendizaje basado en proyectos como estrategia didáctica. *Conrado*, 18(84), 172-182.

Shou, W., Wang, J., Wu, P., Wang, X., & Chong, H. Y. (2017). A cross-sector review on the use of value stream mapping. *International Journal of Production Research*, 55(13), 3906-3928.