



Revista EIA
ISSN 1794-1237
e-ISSN 2463-0950
Año XIX/ Volumen 20/ Edición N.40
Julio - diciembre de 2023
Reia4019 pp. 1-21

Publicación científica semestral
Universidad EIA, Envigado, Colombia

**PARA CITAR ESTE ARTÍCULO /
TO REFERENCE THIS ARTICLE /**

Dominguez Ortiz, J. C.; Montoya Arango, J. M.; Bravo Ortiz, M. J.; Paredes Rodríguez, A. M.
Estrategia lúdica de aprendizaje para el control de sistemas de producción desde un enfoque Lean: El uso del sistema de tarjetas Kanban
Revista EIA, 20(40), Reia4019. pp. 1-21.
<https://doi.org/10.24050/reia.v20i40.1672>

 *Autor de correspondencia:*

Paredes Rodríguez, A. M.
(Andrés Mauricio).
Ingeniero Industrial, Magister en Ingeniería
Correo electrónico:
andres.paredes@correounivalle.edu.co

Recibido: 04-02-2023
Aceptado: 15-05-2023
Disponible online: 01-06-2023

Estrategia lúdica de aprendizaje para el control de sistemas de producción desde un enfoque Lean: El uso del sistema de tarjetas Kanban

JENNY CAROLINA DOMINGUEZ ORTIZ¹

JUAN MANUEL MONTOYA ARANGO¹

MARÍA JOSÉ BRAVO ORTIZ¹

 ANDRÉS MAURICIO PAREDES RODRÍGUEZ¹

1. Corporación Universitaria Minuto de Dios - Colombia

Resumen

En la actualidad, las organizaciones buscan constantemente una mayor productividad en sus procesos con el fin de garantizar su sostenibilidad en el mercado. La filosofía Lean Manufacturing busca erradicar las actividades que no agregan valor en los procesos y que generan pérdidas financieras para las compañías. En el presente documento se plantea una estrategia lúdica de aprendizaje la cual tiene como finalidad explicar un sistema de control de la producción desde un enfoque de manufactura esbelta conocido como sistema de tarjetas Kanban. La lúdica fue ejecutada en diferentes escenarios como el Noveno Encuentro Nacional de la Red Iddeal y Tercer encuentro de lúdicas en ingeniería, realizado en la Corporación Universitaria Minuto de Dios centro Regional Buga. En dichos espacios se evidenció la participación de profesionales y estudiantes en ciclo formativo del programa de ingeniería industrial. La lúdica fue dirigida por los integrantes del semillero de investigación GLIOSP del mismo programa. Dentro de los resultados más relevantes se encuentra el hecho del fortalecimiento del concepto de la filosofía justo a tiempo en los participantes de la lúdica, al mismo tiempo que se genera una ruta clara de implementación del sistema de tarjetas Kanban en sistemas de producción.

Palabras clave: Manufactura esbelta, Justo a tiempo, sistema Kanban, mejora, competitividad.

Playful learning strategy for the control of production systems from a Lean approach: The use of the Kanban card system

Abstract

Currently, organizations constantly seek greater productivity in their processes in order to guarantee their sustainability in the market. The Lean Manufacturing philosophy seeks to eradicate activities that do not add value to the processes and that generate financial losses for companies. In this document, a playful learning strategy is proposed, the purpose of which is to explain a production control system from a lean manufacturing approach known as the Kanban card system. The game was carried out in different settings, such as the Ninth National Meeting of the Iddeal Network and the Third meeting of games in engineering, held at the Corporación Universitaria Minuto de Dios, Buga Regional Center. In these spaces, the participation of professionals and students in the training cycle of the industrial engineering program was evidenced. The play was directed by the members of the GLIOSP research seedbed of the same program. Among the most relevant results is the strengthening of the concept of just-in-time philosophy in the participants of the play, while generating a clear path for the implementation of the Kanban card system in production systems.

Keywords: Lean manufacturing, Just in time, Kanban system, improvement, competitiveness

1. Introducción

En la actualidad, las organizaciones se encuentran en una búsqueda constante de la mejora de la productividad de los procesos para alcanzar una mayor competitividad en un mercado saturado de incertidumbre y riesgo; por este motivo, los futuros profesionales encargados de administrar los procesos dentro de las compañías deben contar con herramientas y metodologías que les permitan lograr una eficiente administración de los recursos al mismo tiempo que cumplen con las metas esperadas por la organización (Trevisan et al., 2018). Partiendo de esta premisa, las universidades enfrentan el reto de brindar una educación integral donde se formen profesionales que aporten a la realidad de las distintas organizaciones y comunidades (Serje Gutierrez et al., 2021); particularmente, la educación en ingeniería ha venido cambiando de enfoque en los últimos años, donde se espera que el estudiante tome un rol participativo en su proceso de aprendizaje, garantizando no solo la aprehensión de conocimientos sino también el desarrollo de competencias que le permitan tener un

mejor desempeño profesional (Paredes-Rodríguez et al., 2016), para lo cual se ha promovido el uso de estrategias lúdicas de aprendizaje para fortalecer los procesos de enseñanza en la industria y academia (De Vin et al., 2017). A continuación, se presentan algunos referentes que han logrado implementar efectivamente procesos de aprendizaje basados en estrategias lúdicas.

(Hernández-Reinoza et al., 2021) desarrollan una metodología lúdica para la enseñanza de técnicas para la construcción de requisitos para software basado en esquemas preconceptuales. (Gómez Giraldo & López Rivera, 2018) establecen una estrategia lúdica de aprendizaje con el propósito de mejorar las competencias del estudiante de Ingeniería Industrial sobre temáticas relacionadas con la estandarización de tiempos y el estudio del trabajo. Asimismo, (Gaete-Quezada, 2011) establecen un juego de roles como metodología para lograr un aprendizaje significativo en estudiantes universitarios tomando como muestra algunos programas de pregrado de universidades chilenas.

La filosofía Lean Manufacturing comprende un conjunto de herramientas y técnicas que pueden ser aplicadas a cualquier tipo de organización cuyo objetivo fundamental es eliminar todas aquellas actividades que no agregan valor dentro del proceso, buscando alcanzar mayores niveles de productividad dentro de las organizaciones (Palange & Dhatrak, 2021; Singh et al., 2018). Por ejemplo, (Paredes-Rodríguez, 2017) aplican la herramienta mapa de cadena de valor para identificar aquellos desperdicios de tiempo, espacio y costo que se generan dentro de una compañía que se dedica al embalaje de productos de vidrio. Del mismo modo, (Gopi et al., 2019) construyen un mapa de cadena de valor para reducir el tiempo de entrega en una empresa automotriz, al mismo tiempo que se aumenta la velocidad de fabricación y se disminuye el inventario en proceso. (Ribeiro et al., 2019) evalúan el impacto de la implementación de distintas herramientas Lean en una organización que fabrica plásticos, encontrando una mejora significativa en distintos indicadores claves dentro de la compañía. Por el contrario, (Cáceres-Gelvez et al., 2022) proponen un marco conceptual que integra dentro de las decisiones de producción, la programación de celdas de manufactura en entornos de producción de flujo en línea y distribución de instalaciones con áreas desiguales.

Uno de las ideas disruptivas que propone un sistema de producción bajo un enfoque de Lean Manufacturing es el uso de la filosofía Justo a Tiempo (JIT), en donde el ritmo al que se fabrica

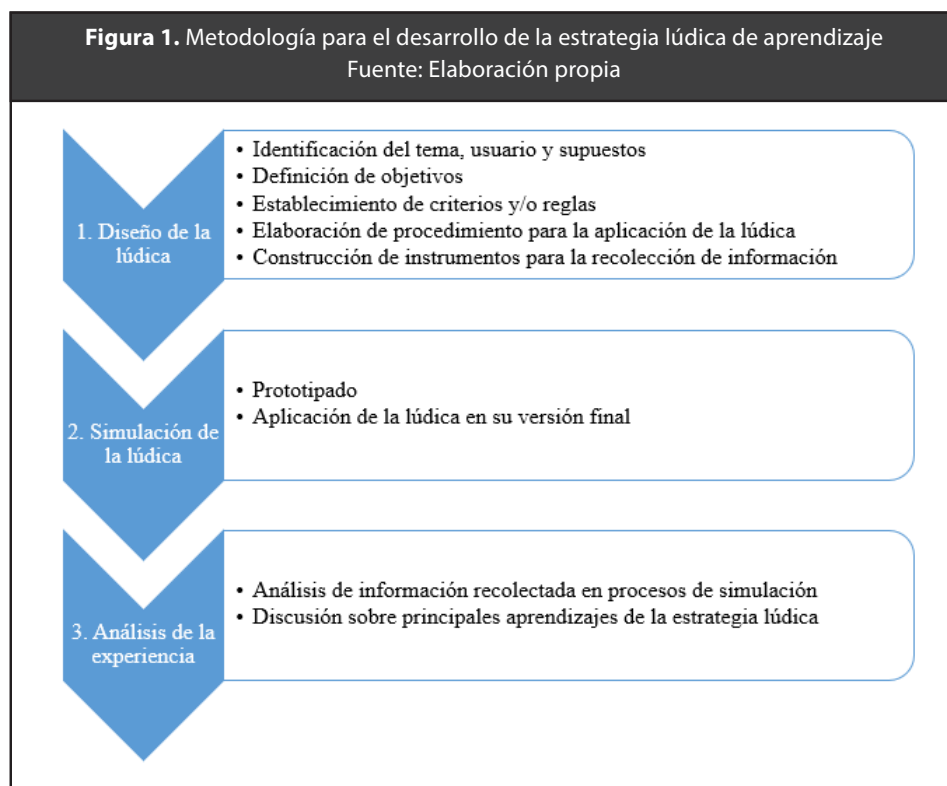
depende directamente de los pedidos de los clientes (Rivera Cadavid, 2011), dejando a un lado el enfoque tradicional de producción contra inventario basado en pronósticos de demanda. (Yıldız & Ustaoglu, 2012) realiza una comparación de los métodos tradicionales de producción con un sistema de fabricación basado en la filosofía JIT en una compañía turca que elabora vehículos eléctricos, donde logra determinar que el Sistema JIT reduce el nivel de inventario, los retrasos y los costos logísticos de la organización. Por lo cual se logra concluir que es de vital importancia que los administradores de procesos de producción conozcan este método.

(Pelález Mejía et al., 2016) presentan una lúdica para explicar conceptos de balanceo de línea de producción, específicamente el uso de la metodología Bucket Brigades; por el contrario, en el presente documento se presenta los resultados obtenidos en un proceso de enseñanza y aprendizaje del concepto de filosofía JIT, específicamente del uso del sistema de tarjetas Kanban, a través de una estrategia lúdica de aprendizaje desarrollada por el semillero de investigación GLIOSP del programa de ingeniería industrial de la Corporación Universitaria Minuto de Dios, centro regional Buga, Valle. La lúdica fue desarrollada con el objetivo de ser utilizada como soporte para la formación de futuros profesionales en ingeniería, teniendo en cuenta habilidades que se pueden implementar en un sistema de producción bajo un enfoque Lean.

2. Metodología

Para el desarrollo de la estrategia lúdica se tuvieron en cuenta conceptos básicos y avanzados tratados en el campo de ingeniería industrial relacionados con la filosofía Lean Manufacturing, con la cual se pretende fortalecer las competencias profesionales de los participantes de forma dinámica mediante la simulación de un proceso de construcción de retroexcavadoras con piezas lego, teniendo como finalidad fomentar la creatividad, aprendizaje y comprensión de cada uno de los temas incluidos en la ejecución de la lúdica.

Por consiguiente, en la Figura 1 se expone una ruta de aprendizaje la cual se compone por criterios específicos definidos en cuatro fases:



Fase 1. Diseño de la lúdica

La estrategia lúdica que se presenta en este artículo fue diseñada utilizando cibernética de tercer orden, donde más allá del desarrollo del componente intelectual de una persona, se espera lograr el aprendizaje a través de su participación activa como operador y colaborador (Chepin, 2021). A continuación, se describe en detalle, las etapas consideradas en la construcción de la lúdica

Identificación del usuario, tema y supuestos

La idea surge inicialmente a partir de los resultados encontrados en una encuesta de diagnóstico realizada a los estudiantes de la Corporación Universitaria Minuto de Dios – centro regional Buga, donde se notaba que había una carencia de conocimientos sobre el uso de la Filosofía Lean, ya que más allá de conocer algunos conceptos, no se tenía claridad sobre el valor agregado que genera la aplicación de estas técnicas a nivel industrial. En este sentido, se realiza una lluvia de ideas para comenzar a desarrollar una estrategia lúdica que permitiera replicar un escenario de producción a partir del material disponible en el laboratorio de ingeniería industrial de

la universidad objeto de estudio y que a partir de esta simulación se lograrán explicar algunas herramientas de manufactura esbelta como lo son 5S y sistema de tarjetas Kanban.

Definición de objetivos

Luego de tener claro la temática a ser tratada, se procede a definir los objetivos, ya que estos se convierten en la ruta que permite garantizar el aprendizaje de los participantes durante la aplicación de la estrategia lúdica. Para definir los objetivos se usó la metodología SMART, la cual busca establecer objetivos específicos, medibles, alcanzables, realistas y con un alcance definido.

Establecimiento de criterios y/o reglas

Teniendo en cuenta el sistema de producción que se pretende simular, se delimita una serie de reglas y criterios que deben ser considerados en el desarrollo de la lúdica, con el fin de guiar a los participantes por la ruta de aprendizaje propuesta, de tal forma que se garantice el cumplimiento de los objetivos previamente planteados.

Elaboración de procedimiento para la aplicación de la lúdica

La estandarización y documentación de las actividades a realizar dentro de la lúdica, facilita la réplica de la estrategia en distintos escenarios educativos, por lo que se convierte en una estrategia que permite el establecimiento de un procedimiento fácil de comunicar (O'Reilly et al., 2016) y que pueda ser entendido rápidamente por cualquier persona que tenga la intención de aplicar la lúdica.

Construcción de instrumentos para la recolección de información

Por último, se diseña un instrumento para la medición del aprendizaje de los participantes de la lúdica, buscando encontrar las fortalezas y oportunidades mejoras de la actividad, al mismo tiempo que se logre medir el aprendizaje obtenido por los estudiantes luego de su participación en la estrategia lúdica. Tal y como lo indica (Talanquer, 2015) las encuestas desempeñan un papel importante en la evaluación formativa al permitir la recolección de información sobre la comprensión de los estudiantes, sus opiniones y desafíos conceptuales que se enfrentan cada día. Los expositores pueden

elaborar preguntas en las encuestas que revelen el nivel de los alumnos, lo que les ayuda a identificar ideas prometedoras y obstáculos en el proceso de aprendizaje.

Fase 2. Simulación de la lúdica

Esta etapa se realizó principalmente a través de dos actividades, las cuales se detallan a continuación

Prototipado

La propuesta inicialmente planteada fue simulada con estudiantes del programa de ingeniería industrial de la universidad objeto de estudio, en la cual se logran encontrar elementos de mejora que fueron incluidos en la etapa de diseño de la lúdica. Es necesario tener en cuenta que para esta etapa se basó en el ciclo PHVA, el cual es una metodología científica con un procedimiento estandarizado que permite la mejora continua (Varadejsatitwong et al., 2022)

Aplicación de la lúdica en su versión final

La estrategia lúdica de aprendizaje fue simulada en distintos escenarios educativos dentro de la universidad, al mismo tiempo que se participó en eventos regionales y nacionales que promueven el establecimiento de este tipo de iniciativas de innovación pedagógica.

Fase 3. Análisis de la experiencia

Análisis de información recolectada en procesos de simulación

A partir de la información obtenida de los instrumentos de medición propuestos en la etapa de diseño, se realiza un análisis estadístico de los resultados, donde se observa el impacto de la estrategia lúdica sobre el aprendizaje de los participantes.

Discusión sobre principales aprendizajes de la estrategia lúdica

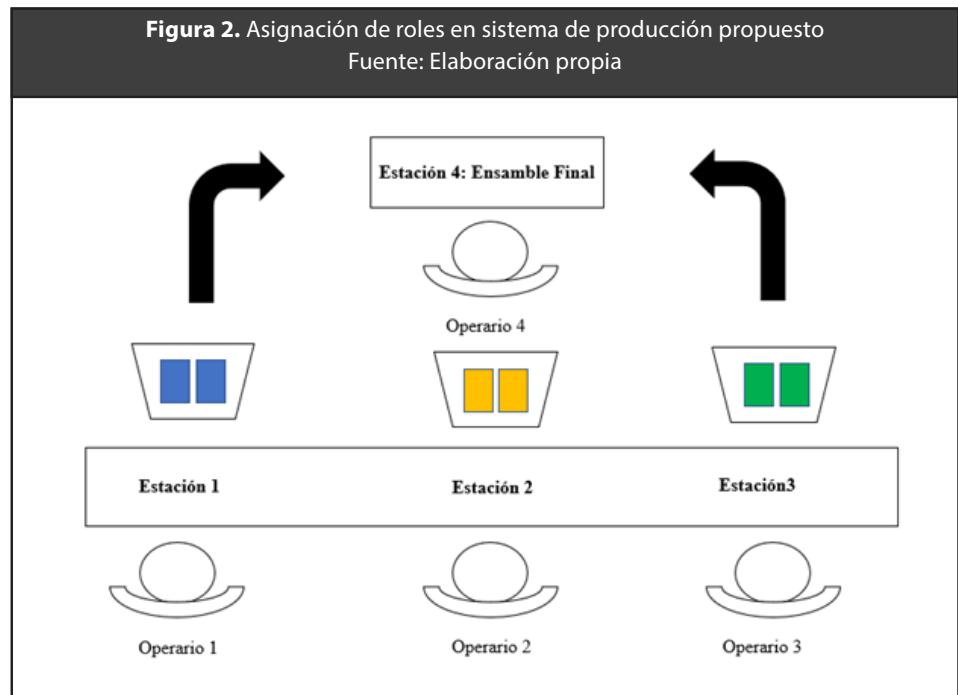
Se exponen los resultados obtenidos derivados de la aplicación de la lúdica, además se realiza un espacio de retroalimentación con los participantes para obtener aquellos elementos de mayor relevancia en la experiencia simulada.

3. Resultados

Fase 1. Diseño de la lúdica

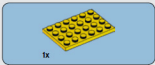


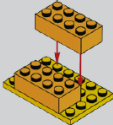

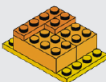
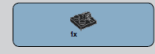
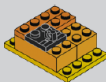

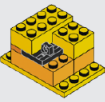

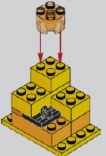
La lúdica desarrollada pretende simular un sistema de fabricación utilizando material lego del laboratorio de ingeniería industrial de la universidad objeto de estudio. Además, se plantean dos etapas de simulación previstas para los participantes. En la primera etapa se considera el conocimiento previo del participante sin contextualización alguna de los conceptos a tratar, por consiguiente, se incentiva a los participantes a responder una encuesta diagnóstico en la cual se mide su nivel de conocimiento respecto a los conceptos que se pretenden explicar en el desarrollo de la estrategia de aprendizaje. Posteriormente se forman dos equipos, cada uno con cuatro integrantes, esto se realiza con el fin de crear un ambiente competitivo; a cada grupo se le asigna un inventario de piezas lego y se dará un límite de tiempo de 10 minutos para la construcción de una serie de productos, replicando un sistema de fabricación a pequeña escala en el laboratorio de ingeniería industrial de la universidad objeto de estudio.


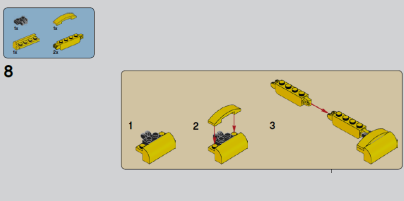

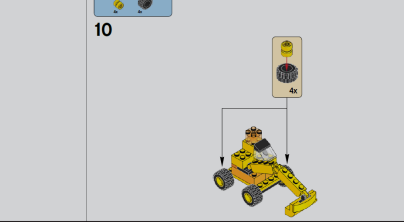
Para que el proceso de simulación y desarrollo de la lúdica sea ordenado, eficiente y eficaz, se asignará un manual de instrucciones, el cual indica el paso a paso que se debe realizar para la construcción del producto, el cual en este caso es una retroexcavadora en piezas lego; a su vez, cada participante se asigna un rol a desempeñar, en donde existen tres operarios que trabajan de forma paralela construyendo una parte del producto final, todo lo anterior corresponde a la simulación de una línea de producción, como se observa en la Figura 2.



Seguidamente, se asigna a cada operario los pasos correspondientes para construir los subensambles (ver Tabla 1), para ello se hace uso del manual de instrucciones, donde inicialmente el operario uno tiene como función desarrollar los pasos del 1 al 7 que corresponden al cuerpo de la retroexcavadora, el operario dos realiza los pasos 8 y 9 los cuales sirven para construir la pala de la máquina y el techo, finalmente el operario tres efectúa el paso 10, el cual consiste en armar las llantas del vehículo. Después estos subensambles son trasladados hacia la estación de ensamble final, donde se encuentra el operario 4, este se encarga de verificar que todo lo fabricado este correctamente según las instrucciones del manual teniendo en cuenta color y estructura, para finalmente ensamblar lo hecho por los operarios.

Tabla 1. Proceso de elaboración de retroexcavadora lego
Fuente: Elaboración propia

Paso	Actividad	Evidencia fotográfica
1	Inicialmente se toma una ficha de dimensión 4X6 y se establece como el soporte de la retroexcavadora.	 
2	Se toman 2 fichas las cuales tienen dimensiones de 4X2 y se colocan sobre la pieza de soporte.	 
3	Se toma una pieza larga la cual recorre todo el extremo izquierdo de lo construido hasta el momento.	 
4	Luego se coloca una ficha de color negro la cual va a servir como soporte para el brazo de la retroexcavadora.	 
5	Seguidamente se insertan dos fichas una de dimensión 2X4 y otra de 2X2, sin tapar el soporte para el brazo de la máquina.	 
6	En el paso 6 se toma una ficha 2X2 la cual va en la parte más alta de lo construido y arriba de esta ficha se coloca la farola de la retroexcavadora.	 

Paso	Actividad	Evidencia fotográfica
7	Luego se colocan dos fichas en la parte baja del soporte, con el fin de posteriormente insertar las llantas	
8	Esta parte corresponde a la construcción del brazo de la retroexcavadora o pala, este paso requiere 5 fichas, 2 fichas largas que serán la parte móvil del brazo, 2 que constituirán la pala, y otra que permite su movimiento.	
9	Se coloca el techo de la retroexcavadora y la cabina de mando	
10	Finalmente se arman las llantas de las retro excavadoras 4 llantas y 4 rines	

Luego se realiza una socialización sobre algunas métricas de desempeño de un sistema de producción y el uso de las técnicas de manufactura esbelta que se presentan en la tabla 2. Además, se abre un momento de discusión en el cual los participantes exponen sus experiencias y las problemáticas evidenciadas en el desarrollo de la estrategia lúdica de aprendizaje

Tabla 2. Marco conceptual
Fuente: Elaboración propia

Concepto	Definición
Sistemas Kanban	Kanban es un componente esencial de la filosofía de gestión de operaciones JIT (Justo a Tiempo), la cual tiene como orientación básica, la reducción del nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requeridos (Chiarini, 2013)
5S	Técnica Lean, cuyo acrónimo significa clasificar, ordenar, limpiar, estandarizar y generar una cultura de disciplina. Es una herramienta utilizada en las organizaciones para aumentar la productividad en los puestos de trabajo, al mismo tiempo que se elimina el tiempo que no agrega valor y se mejora la calidad (Omogbai & Salonitis, 2017)
WIP	El (Work In Progress o WIP) traducido como trabajo en proceso, se refiere al inventario que ha entrado en el proceso de fabricación, que ya no forma parte del inventario de materias primas, pero que todavía no es un producto terminado (Krajewski et al., 2008).
Tiempo de ciclo	Es el tiempo promedio entre la producción de dos unidades consecutivas.
Tiempo Takt	Es el máximo tiempo de ciclo permitido para producir un elemento y poder cumplir la demanda. La situación ideal es que el takt time sea igual al tiempo de ciclo, de lo contrario se puede incurrir en costos de faltantes o sobreproducción

Los conceptos trazados anteriormente son explicados para que los participantes consecutivamente los apliquen en el desarrollo de la lúdica, para ello se realiza la simulación en una segunda ocasión, en donde se implementen las técnicas Lean 5S y Kanban, para lo cual se reduce el tiempo de producción a 5 minutos. Los equipos fabrican nuevamente las retroexcavadoras con la particularidad de que se deben aplicar los conceptos de ingeniería dados anteriormente de la siguiente manera:

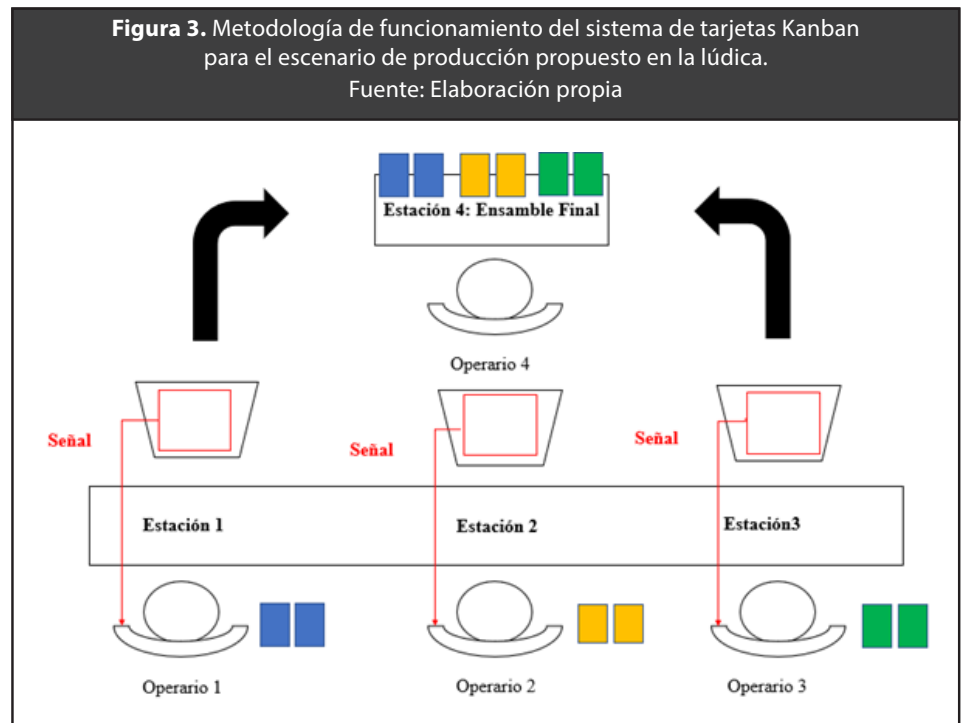
5s: Inicialmente se recomienda aplicar la primera “S” llamada Seiri (clasificar), esta consiste en clasificar las piezas dentro del inventario, donde se debe separar el material necesario para la construcción de la retroexcavadora, del innecesario como lo son piezas dañadas, o que no son útiles dentro del proceso de producción. El proceso de selección inicial puede realizarse por tipo de pieza y color.

Luego se aplica la segunda “S” llamada Seiton (ordenar), se encuentra relacionada con la actividad de ordenar, lo cual implica darle un lugar a cada pieza dentro del almacén de inventario y establecer una estrategia que promueva su adecuado almacenamiento. Después de esta etapa, es necesario aplicar la tercera “S” llamada Seiso (limpieza), que consiste en limpiar la zona de trabajo, de cualquier material que deteriore el producto e impida su fácil localización.

La cuarta “S” llamada Seiketsu (estandarización), busca crear estándares para realizar una adecuada disposición del material dentro del inventario, para lo cual se utiliza la técnica Lean de estandarización, la cual se ha aplicado en otros ambientes de trabajo, demostrando que es útil para mejorar la comunicación entre los trabajadores, promoviendo escenarios limpios y ordenados (O’Reilly et al., 2016). Para el caso de la lúdica, se marca las áreas de trabajo para orientar al operario, sobre la pieza que debe ser almacenada en cada zona.

Por último, la “S” nombrada Shitsuke (disciplina), desarrolla mecanismos para realizar seguimiento a la implementación de la metodología, por lo cual, en la lúdica, se diseñan listas de chequeo básicas para evaluar luego de terminada la simulación, si las piezas mantienen el orden previamente establecido.

Tarjetas Kanban: Es un sistema de control que soporta la toma de decisiones a lo largo de una cadena de suministro y que mejora el rendimiento financiero de las compañías al controlar el nivel de existencias en inventario a un bajo costo (Puche et al., 2019). Para el caso particular de la lúdica (ver figura 3), se propone una serie de contenedores que se encontrarán dispuestos entre las estaciones que trabajan en paralelo (1, 2 y 3) y el ensamble final; la metodología consiste en que inicialmente, se cuenta con un inventario inicial de contenedores y la señal que activa el proceso de producción para las estaciones en paralelo, es el consumo de las piezas que se encuentran dentro de los contenedores. Las estaciones en paralelo solo deberán trabajar hasta lograr suplir las unidades consumidas por el proceso de ensamble final y luego de esto, deberán detenerse hasta una próxima activación del sistema.



Posteriormente se abre nuevamente un espacio de discusión en el cual los equipos pasan a dar sus opiniones y reflexiones sobre la ejecución del momento 2, dando a conocer sus experiencias después de la implementación de los cambios efectuados.

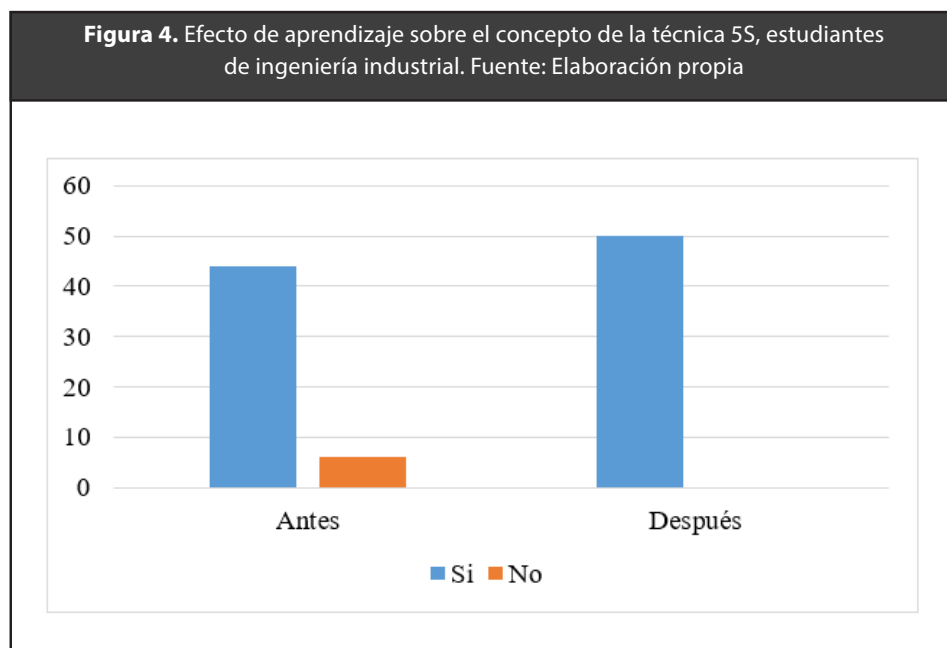
Fase 2. Simulación de la lúdica

En la etapa de prototipado se realizaron 10 réplicas de la lúdica inicialmente planteada, buscando encontrar oportunidades de mejora en el desarrollo de la estrategia de innovación pedagógica. Posteriormente la lúdica se ejecutó en diferentes espacios como lo fue el noveno encuentro Nacional de la Red Iddeal y Tercer encuentro de lúdicas en ingeniería realizado en la Corporación Universitaria Minuto de Dios centro Regional Buga, además también fue aplicada a estudiantes del programa en seguridad y salud en el trabajo de la misma universidad. El equipo líder de la actividad fueron los estudiantes de ingeniería industrial pertenecientes al semillero de investigación GLIOSP (Grupo Lúdico de Ingeniería Orientado a la Solución de Problemas).

Fase 3. Análisis de la experiencia

Como uno de los propósitos fundamentales de la estrategia lúdica de aprendizaje es crear valor y conocimiento en los asistentes, se realizaron encuestas al inicio y final de la lúdica con el objetivo de validar el efecto ocasionado por la participación en la actividad. Como anteriormente se mencionó la lúdica fue ejecutada inicialmente por estudiantes de ingeniería industrial y después por estudiantes de seguridad y salud en el trabajo, en lo cual se pudo evidenciar diversas aptitudes y conocimientos ya que ambos perfiles cuentan con un enfoque competitivo diferente.

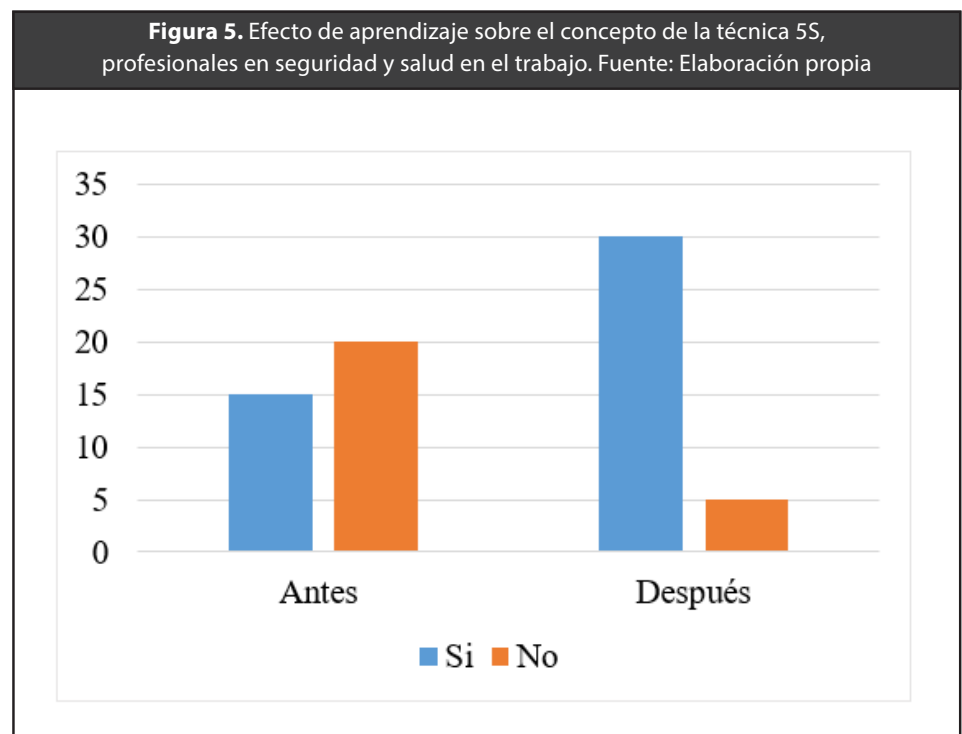
Al ser aplicada la lúdica en un espacio de ingenieros en formación se puede observar inicialmente en la figura 4 que el 87,5% indican que tienen conocimiento de lo que es la técnica 5S y el 12,5% indican lo contrario. Después de tener un conversatorio y haber realizado la conceptualización pertinente de lo que es la técnica 5S se obtiene que el 100% de los participantes tienen claridad de este tema al ser puesto en práctica.



Posteriormente al realizar la lúdica como un instrumento explicativo para estudiantes en seguridad y salud en el trabajo se puede evidenciar gran participación en cada uno de ellos al experimentar conceptos nuevos en su formación, por lo cual realizar diferentes interrogantes a los líderes de la lúdica, tales como: ¿en qué otros escenarios pueden

ser aplicada la metodología 5s? ¿En qué momentos se sugiere llevar a cabo la metodología justo a tiempo?

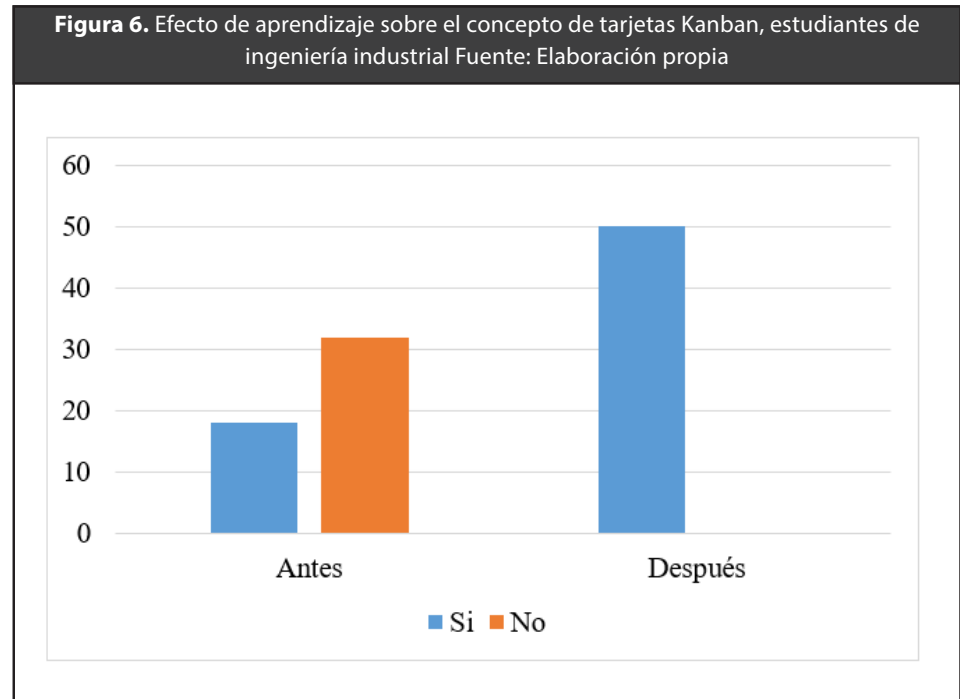
Los cuales fueron solucionados en su totalidad en la ejecución de la estrategia lúdica de aprendizaje. En la Figura 5 se evidencia claramente que al inicio de la actividad el 42,9% de los participantes si conocen la técnica de las 5S, y el restante 57,1% no tienen conocimiento de esta herramienta, así mismo después de realizar la segunda fase de la lúdica, en donde se les explica detalladamente esta herramienta el 85,71% de los receptores destacan su aprendizaje teórico-práctico respecto a esta técnica de organización.



Posteriormente los estudiantes al implementar las técnicas de la herramienta 5s y la metodología JIT, se procede a realizar el proceso de implementación del sistema llamado tarjetas Kanban, el cual es un componente de la filosofía de gestión en procesos de Justo a Tiempo, y tiene como objetivo la reducción del nivel de inventarios, mediante procesos que satisfagan la demanda en la cantidad, y en el tiempo requeridos (Chiarini, 2013).

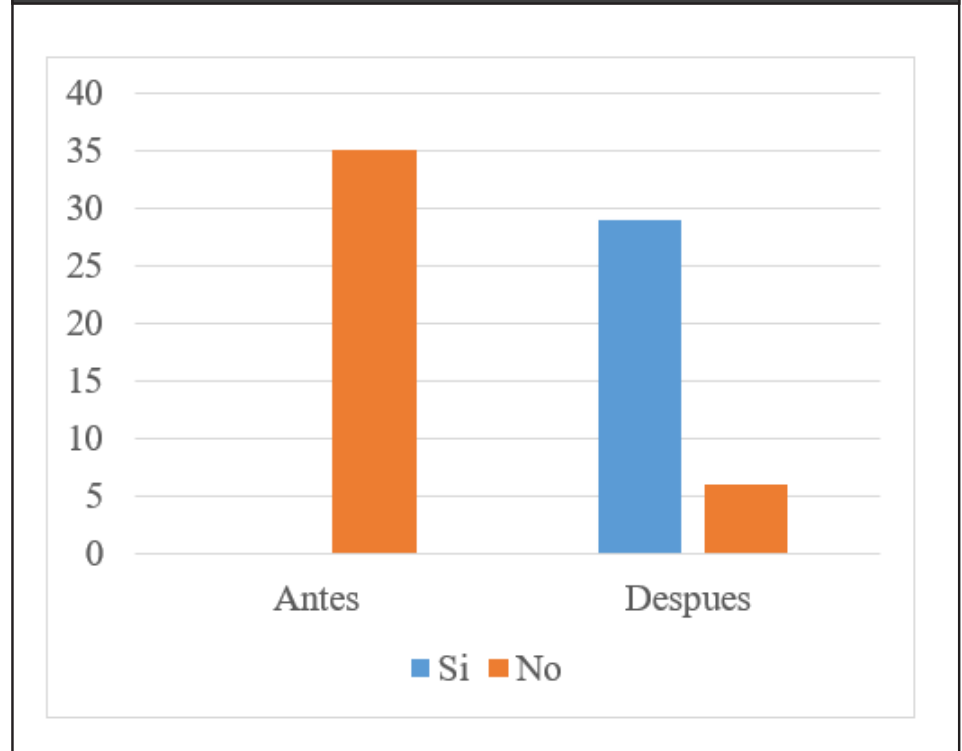
En el momento de aplicar este proceso con estudiantes de ingeniería se evidencia en la Figura 6 que el 63% de ellos no cuenta con conocimientos previos sobre la herramienta mencionada

anteriormente, así mismo se pudo establecer que después de pasar al escenario de explicación y contextualización se evidenciaron que el 100% de ellos lograron comprender el procedimiento de esta herramienta.



Seguidamente se realizó este mismo proceso con los estudiantes de seguridad y salud en el trabajo, los cuales al realizar la encuesta demuestran total desconocimiento respecto al sistema de tarjetas Kanban como se refleja en la Figura 7. Posteriormente al iniciar la segunda fase de contextualización teórico-práctica se evidencia una mejora sustancial en la comprensión de dicho concepto, por lo que se puede observar en la Figura 7 que el 83% de los participantes logran comprender la importancia de esta herramienta.

Figura 7. Efecto de aprendizaje sobre el concepto de tarjetas Kanban, estudiantes en seguridad y salud en el trabajo Fuente: Elaboración propia



Finalmente se comparan los resultados obtenidos en los dos escenarios los cuales reflejan la importancia de las metodologías Lean en una línea de producción, en donde se puede observar como el promedio de número de unidades fabricadas en la segunda etapa pasa a 2 unidades, teniendo 0 unidades producidas en el escenario en que no se cuenta con la implementación de estrategias Lean. Otro de los beneficios que se observa en la lúdica es la reducción del promedio de inventario en la línea de ensamble (paso de 6 unidades a 3), lo que a su vez se vio reflejado en un menor tiempo de ciclo de la operación (ver tabla 3).

Finalmente, en la segunda fase, al emplear herramientas Lean, 5S y sistema de tarjetas Kanban, se cumplen los reglamentos establecidos en el manual de instrucciones, por lo cual se destaca que la tarea fue culminada satisfactoriamente gracias a la implementación de las herramientas.

Tabla 3: Comparación de resultados obtenidos en la simulación de la línea de producción
Fuente: Elaboración propia

Indicador	Escenario 1	Escenario 2
Promedio de Número de unidades fabricadas	0	2
Promedio de inventario en línea de ensamble	6	3
Promedio de tiempo de ejecución de las tareas de producción asignadas	12 minutos	8 minutos

4. Discusión

El presente artículo exhibe un marco metodológico para la aplicación de una estrategia lúdica de aprendizaje que mejore la aprehensión de conocimientos relacionados con algunas herramientas de manufactura esbelta como lo son 5S y Sistema de tarjetas Kanban. Es necesario tener en cuenta que, aunque se han aplicado estrategias lúdicas para fortalecer temáticas dentro de programas de ingeniería industrial (Gómez Giraldo & López Rivera, 2018; Paredes-Rodríguez et al., 2016), hasta el momento no se había desarrollado una lúdica que abordará específicamente un sistema de control de producción lean, pero es competente destacar la importancia que las personas comprendan el procedimiento de esta metodología, como lo son las herramientas Lean y sistema de tarjetas Kanban.

En contraste con (Peláez Mejía et al., 2016) donde se presenta una lúdica para explicar conceptos de balanceo de líneas de producción bajo la metodología Bucket Brigades; en esta investigación se pretende explicar el funcionamiento de un sistema de control basado en tarjetas Kanban a través de la simulación de una estrategia lúdica de aprendizaje, utilizando materiales de un laboratorio de ingeniería industrial, la cual demuestra aumentar el nivel de conocimiento del método no solamente en estudiantes de ingeniería industrial, sino también que se garantiza el aprendizaje en otros programas académicos de pregrado.

Se plantea como futura investigación, la modificación de la estrategia lúdica de aprendizaje considerando entornos empresariales, de tal forma que esta herramienta pueda ser utilizada como instrumento de capacitación dentro de la industria, tal y como lo propone (De Vin et al., 2017).

5. Conclusiones

Esta estrategia lúdica de aprendizaje permite a los participantes adquirir conocimientos básicos de las herramientas Lean, las cuales, al ser aplicadas en un contexto simulado en un laboratorio de ingeniería, aumentan las unidades producidas en una línea de producción, ya que su mayor objetivo es crear lugares de trabajo ordenados, evitando así el reproceso y controlando el exceso de inventario, siendo este un eje fundamental para alcanzar la mayor productividad en una organización. Cabe resaltar que esta herramienta de aprendizaje se puede ejecutar en diferentes espacios profesionales o formativos, por lo que, en una futura investigación, se plantea modificar la estrategia lúdica para que pueda ser llevada a la industria. Finalmente se hace énfasis en la importancia de la implementación de estas herramientas en empresas ya sean grandes, medianas o pequeñas, para que logren así una mejora continua en sus procesos productivos.

6. Referencias

- Cáceres-Gelvez, S., Arango-Serna, M. D., & Zapata-Cortés, J. A. (2022). A conceptual framework for integrating Facility Layout and Production Scheduling in Flowshop Manufacturing Cells decisions. *Revista EIA*, 19(38), 1–6. <https://doi.org/10.24050/reia.v19i38.1543>
- Chepin, E. (2021). Robotics: From first-order cybernetics to third-order cybernetics. *Procedia Computer Science*, 190(2019), 130–136. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2021.06.016>
- Chiarini, A. (2013). *The Main Methods of Lean Organization: Kanban, Cellular Manufacturing, SMED and TPM*. https://doi.org/10.1007/978-88-470-2510-3_6
- De Vin, L. J., Jacobsson, L., Odhe, J. E., & Wickberg, A. (2017). Lean Production Training for the Manufacturing Industry: Experiences from Karlstad Lean Factory. *Procedia Manufacturing*, 11(June), 1019–1026. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.07.208>
- Gaete-Quezada, R. A. (2011). El juego de roles como estrategia de evaluación de aprendizajes universitarios University education. *Educación y Educadores*, 14(2), 289–307.
- Gómez Giraldo, L. F., & López Rivera, Y. M. (2018). Propuesta lúdica como herramienta de apoyo al proceso enseñanza – aprendizaje en el estudio del trabajo, enfocada a la estandarización de tiempos. *Ingenierías USBMed*, 9(2), 34–43. <https://doi.org/10.21500/20275846.3576>
- Gopi, S., Suresh, A., & John Sathya, A. (2019). Value stream mapping & Manufacturing process design for elements in an auto-ancillary unit-A case study. *Materials Today: Proceedings*, 22, 2839–2848. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.03.416>
- Hernández-Reinoza, H. J., Villota-Ibarra, C., & Jiménez-Builes, J. A. (2021). Metodología lúdica para la enseñanza de la ingeniería de requisitos basada en esquemas preconceptuales. *Revista EIA*, 18(35). <https://doi.org/10.24050/reia.v18i35.1394>
- Krajewski, L. J., Ritzman, L. P., & Malhotra, M. K. (2008). *Administración de Operaciones: Procesos y cadena de valor*.

- Omogbai, O., & Saloniitis, K. (2017). The Implementation of 5S Lean Tool Using System Dynamics Approach. *Procedia CIRP*, 60, 380–385. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2017.01.057>
- O'Reilly, K., Ruokis, S., Russell, K., Teves, T., DiLibero, J., Yassa, D., Berry, H., & Howell, M. D. (2016). Standard work for room entry: Linking lean, hand hygiene, and patient-centeredness. *Healthcare*, 4(1), 45–51. <https://doi.org/10.1016/j.hjdsi.2015.12.008>
- Palange, A., & Dhattrak, P. (2021). Lean manufacturing a vital tool to enhance productivity in manufacturing. *Materials Today: Proceedings*. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2020.12.193>
- Paredes-Rodríguez, A. M. (2017). Aplicación de la herramienta Value Stream Mapping a una empresa embaladora de productos de vidrio. *Entramado*, 13(1), 262–277. <https://doi.org/10.18041/entramado.2017v13n1.25103>
- Paredes-Rodríguez, A. M., Peláez-Mejía, K. A., & Salazar-Ramos, A. F. (2016). Propuesta de un juego de mesa como herramienta didáctica para la explicación de conceptos de control de inventarios en programas de ingeniería industrial. *Educación En Ingeniería*, 11(21), 45–50.
- Peláez Mejía, K. A., Payán Quevedo, J. L., & Salazar Ramos, A. F. (2016). Herramienta didáctica para la explicación de conceptos de balanceo de línea en cursos de producción de los programas de ingeniería industrial. *Revista Educación En Ingeniería*, 11(21), 51–58.
- Puche, J., Costas, J., Ponte, B., Pino, R., & de la Fuente, D. (2019). The effect of supply chain noise on the financial performance of Kanban and Drum-Buffer-Rope: An agent-based perspective. *Expert Systems with Applications*, 120, 87–102. <https://doi.org/10.1016/j.eswa.2018.11.009>
- Ribeiro, P., Sá, J. C., Ferreira, L. P., Silva, F. J. G., Pereira, M. T., & Santos, G. (2019). The impact of the application of lean tools for improvement of process in a plastic company: A case study. *Procedia Manufacturing*, 38(2019), 765–775. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2020.01.104>
- Rivera Cadavid, L. (2011). Justificación conceptual de un modelo de implementación de Lean Manufacturing. *Heurística*, 15, 91–106.
- Serje Gutierrez, V., Prieto Patiño, L. E., & Riveros Munévar, F. (2021). Actitudes hacia la ciencia y la investigación en miembros de instituciones de educación superior de Bogotá: diferencias por variables demográficas y de rol académico. *Educación y Educadores*, 24(3), 1–21. <https://doi.org/10.5294/edu.2021.24.3.1>
- Singh, H., Bahl, A., Kumar, A., & Mann, G. S. (2018). Materials and Information Flow Analysis and Optimization of Manufacturing Processes in MSMEs by the Application of Value Stream Mapping (VSM) Technique. *Materials Today: Proceedings*, 5(14), 28420–28426. <https://doi.org/10.1016/j.matpr.2018.10.128>
- Talanquer, V. (2015). The importance of formative assessment. *Educacion Quimica*, 26(3), 177–179. <https://doi.org/10.1016/j.eq.2015.05.001>
- Trevisan, L., Peruccio, P. P., & Barbero, S. (2018). From engineering to industrial design: Issues of educating future engineers to systemic design. *Procedia CIRP*, 70, 319–324. <https://doi.org/10.1016/j.procir.2018.02.014>
- Varadejsatitwong, P., Banomyong, R., & Julagasigorn, P. (2022). A Proposed Performance-Measurement System for Enabling Supply-Chain Strategies. *Sustainability (Switzerland)*, 14(19). <https://doi.org/10.3390/su141911797>
- Yıldız, B., & Ustaoglu, M. (2012). Optimal Production Model for EVs Manufacturing Process in Turkey: A Comparable Case of EMQ/JIT Production Models for EVs' Battery Production. *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, 58, 1482–1490. <https://doi.org/10.1016/j.sbspro.2012.09.1135>