



Motorcycle Time: Una lúdica vivencial en el campo de la ingeniería industrial y afines

Motorcycle Time: An Experiential Recreation in the Field of Industrial Engineering and Related Fields

Yenny Alejandra Aguirre-Álvarez^a  , María Juliana Vargas Bermúdez^a  , Mauricio Montoya-Peláez^b  

^a Universidad de Antioquia. Departamento de Ingeniería Industrial. Calle 67 #53-108, 050004, Medellín, Colombia.

^b Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid. Facultad de Administración. Carrera 48 #71-51, 050021, Medellín, Colombia.

INFORMACIÓN DEL ARTÍCULO

Historial del artículo:

Recibido el 11 de diciembre de 2023

Aceptado el 29 de enero de 2024

Publicado el 18 de marzo de 2024

Palabras clave:

aprendizaje activo
estrategias educativas
métodos de enseñanza
ingeniería de la producción y afines
competencia académica y profesional

ARTICLE INFO

Article history:

Received December 11, 2023

Accepted January 29, 2024

Published March 18, 2024

Keywords:

active learning
educational strategies
teaching methods
production engineering and related fields
academic and professional competence

RESUMEN

El Departamento de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia ha venido desarrollando una serie de estrategias para dar a conocer la importancia de los ejercicios lúdicos, como dinámica para fortalecer activamente los resultados de aprendizaje de los estudiantes en los diferentes cursos de los programas de ingeniería industrial y afines. Con miras a la visibilidad, a incrementar el impacto en la comunidad académica y a mejorar el aprendizaje a través de vivencias experienciales, se propone la experiencia lúdica denominada *Motorcycle Time*, en la cual se ponen en práctica conceptos de ergonomía, métodos y tiempos, *layout*, inventario, logística de producción, trabajo colaborativo y toma de decisiones. La metodología de esta experiencia lúdica se divide en tres fases: la primera es para la apropiación conceptual, la segunda abarca el desarrollo lúdico de acuerdo con las instrucciones establecidas, y la tercera responde al cierre del ejercicio a partir de un *workshop* previamente diseñado. Se espera que el desarrollo de esta lúdica inédita permita a los estudiantes afianzar conceptos disciplinares clave en el perfil del ingeniero industrial y afines, a través de ejercicios de gamificación y aprendizaje significativo.

ABSTRACT

The Department of Industrial Engineering of the University of Antioquia has been developing a series of strategies to raise awareness of the importance of recreational exercises as a dynamic to actively strengthen the learning outcomes of students in the different courses of the Industrial Engineering and related programs. With a view to visibility, increase the impact on the academic community and improve learning through experiential experiences, we propose a game called *Motorcycle Time* in which concepts of ergonomics, methods and times, layout, inventory, production logistics, collaborative work and decision making will be put into practice. The methodology of this game is divided into three phases: the first one for conceptual appropriation, the second one is the development of the game according to the established instructions and the third one responds to the closing of the exercise from a previously designed workshop. It is expected that the development of this unprecedented game will allow students to strengthen the key disciplinary concepts in the profile of the Industrial Engineer and related through gamification exercises and meaningful learning.

© 2024 Aguirre-Álvarez, Vargas Bermúdez, & Montoya-Peláez. CC BY-NC 4.0

Introducción

La lúdica representa una alternativa práctica para el aprendizaje significativo basado en conceptos teóricos, fundamentos básicos y contenidos disciplinares. Este método es conocido como “aprendizaje basado en juegos”, debido a que acelera el desarrollo del pensamiento lúdico, pues a través de él se podrán “recorrer todas las fases del proyecto, analizando desde las etapas de planteamiento de objetivos y análisis de la situación actual, pasando por

la divergencia o generación de ideas, hasta la convergencia en soluciones prácticas” (González, 2015, p. 4). A esto se agrega la importancia de este tipo de aplicaciones en la educación superior, como ejercicio práctico para la optimización de procesos. Se destaca la importancia de seguir instrucciones, definir metas y administrar una serie de recursos buscando “la experiencia óptima que lleva a cada estudiante a un estado de flujo o *flow*[, que] es aquella en la que disfruta de la actividad en sí misma, y está totalmente inmerso en ella” (Manzano et al., 2022, p. 35).

En cuanto al aprendizaje experiencial, Kolb (1984, p. 20) lo definió como “el proceso mediante el cual se crea conocimiento a través de la transformación de la experiencia”.

Ante las dinámicas actuales en los modelos educativos y la evolución en la forma del aprendizaje, resulta relevante innovar, crear, diseñar y aplicar diversas herramientas para la formación integral en la educación superior, lo que requiere profesionales cada vez más responsables socialmente en su aplicación ética y constructiva. En el campo de la ingeniería son muchas las estrategias pedagógicas diseñadas y utilizadas para el proceso de enseñanza, dentro de las cuales se destacan el aprendizaje basado en proyectos, el aprendizaje colaborativo, el aprendizaje experiencial, las prácticas de laboratorio y modelación, y el aprendizaje basado en juegos.

Varios autores destacan el aprendizaje experiencial basado en juegos gracias a los mejores desempeños obtenidos por los estudiantes en términos de pensamiento crítico y capacidad de resolución de problemas (Ilbeigi et al., 2024), del aumento de la participación y la creatividad gracias a la conexión de los fundamentos teóricos con la práctica (Earle et al., 2023), y del desarrollo transversal de habilidades y competencias adquiridas en una práctica que considera condiciones semejantes a las del mundo real (Goldberg & Robson, 2023). Además, representa estrategias pedagógicas innovadoras como herramientas de enseñanza alternativas para mejorar el aprendizaje de conceptos y habilidades útiles para una respuesta colaborativa y adaptativa en contextos multidisciplinares (Varma & Liu, 2022).

De aquí el interés de este artículo en proponer una lúdica vivencial en el campo de la ingeniería industrial y afines que incluya lo expuesto, así como en generar la preparación de los futuros profesionales en el contexto productivo. Tal como concluyen Seminara et al. (2021, p. 34), “el aprendizaje obtenido mediante experiencias que ubican al estudiante en un rol activo resulta más significativo, fácil de asimilar y perdura más en el tiempo que los conocimientos adquiridos por vía memorística”. De esta manera, el objetivo de esta propuesta es dar cuenta de la relevancia de este método de enseñanza para la formación ingenieril, la cual se evidencia en la estructura metodológica (con sus respectivos entregables finales) y en la valoración realizada por parte de los participantes. Se consideraron cuatro criterios para evaluar sus percepciones durante el desarrollo de la experiencia educativa: nivel de enseñanza-aprendizaje, similitud con realidades empresariales, proceso vivencial para resolver problemas, y simplicidad/facilidad para el logro de objetivos.

Motorcycle Time como experiencia educativa permite que los participantes pongan en práctica conceptos de ergonomía, métodos y tiempos, *layout*, inventario, logística de producción, toma de decisiones y trabajo colaborativo. Se integra lo propuesto por Jiménez y Mejía (2013): se busca que cada individuo, desde su ramo de conocimiento, aporte a un proyecto para hacerlo crecer y crear valor, potencializando rutas analíticas de trabajo y el desarrollo de habilidades blandas necesarias para todo aspecto profesional y personal.

Fundamentación conceptual

La manera en que las personas abordan la apropiación del conocimiento ha evolucionado junto con la sociedad.

Por esta razón, han surgido diferentes herramientas que hacen del aprendizaje algo más sencillo y asequible. Motorcycle Time es una experiencia lúdica planteada desde el método de aprendizaje basado en juegos implementado en la educación superior. Estudios como el de Aguirre et al. (2022, p. 44) aseguran que las estrategias lúdicas

no solo fortalecen los conceptos técnicos en sus participantes, aportan además en la construcción del tejido social a través de habilidades y competencias transversales humanas tales como trabajo colaborativo, pensamiento sistémico, orientación al logro, comunicación asertiva, planeación, seguimiento a instrucciones, entre otros.

Este contexto ha generado la necesidad de considerar para los procesos educativos diversas estrategias de aprendizaje que potencialicen el ser, el saber y el hacer en la disciplina, generando pertinencia entre las competencias académicas y laborales requeridas por el sector productivo. De acuerdo con la Asociación Colombiana de Facultades de Ingeniería, al hablar de las competencias clave del ingeniero industrial recién egresado, no solo se destacan las técnicas de planificación, resolución de problemas y aplicación de conceptos, sino además destrezas blandas como la comunicación asertiva, el trabajo colaborativo y en contexto, además de la autogestión (ACOFI, 2020). Estas competencias en conjunto se logran, unas en mayor medida que otras, con Motorcycle Time como experiencia lúdica.



Fig. 1. Competencias clave de los ingenieros industriales y afines recién egresados.

Fuente: ACOFI (2020).

Si bien el programa de ingeniería industrial y afines es multidisciplinar, algunos de sus mayores escenarios de aplicación — también conocidos como “escenarios ocupacionales” — son los sistemas productivos y logísticos, los sistemas organizacionales, y la producción de bienes y de servicios (ACOFI, 2020). Es aquí donde se busca potencializar aprendizajes por medio de esta experiencia lúdica, abordando conocimientos y habilidades en las siguientes temáticas.

Ergonomía

De acuerdo con la Organización Internacional del Trabajo (OIT),

[l]a ergonomía se ocupa de: 1. el estudio del operario individual o del equipo de trabajo; y 2. la facilitación de datos para el diseño. Los objetivos de la ergonomía son, por consiguiente, promover la efica-

cia funcional, al mismo tiempo que mantiene o mejora el bienestar humano. (Kanawaty, 1996, p. 63)

Para Motorcycle Time, este concepto adquiere valor al considerar a los estudiantes (personas) como participantes activos de la experiencia lúdica, y al tomar en cuenta el paso a paso del desarrollo de la estrategia de aprendizaje (métodos), la medición y búsqueda del rendimiento como concepto meta al finalizar la experiencia lúdica (productividad), y las buenas prácticas e integridad de los participantes para la ejecución de la experiencia lúdica (seguridad). De manera general, Mondelo et al. (2013) concluyen que la ergonomía es la “disciplina que adecúa los puestos de trabajo a las características físicas y psíquicas de los seres humanos que han de ocuparlos”.

Estudio de métodos y tiempos

En uno de los textos insignia de la ingeniería industrial, García Criollo (2005, p. 33) reflexiona:

Con base en la premisa de que en todo proceso siempre se encuentran mejores posibilidades de solución, puede efectuarse un análisis a fin de determinar en qué medida se ajusta cada alternativa a los criterios elegidos y a las especificaciones originales, lo cual se logra a través de los lineamientos del estudio de métodos.

La ingeniería del trabajo es el resultado del estudio de métodos y el estudio de tiempos. A este último, García Criollo lo define así:

El estudio de tiempos es una técnica para determinar con la mayor exactitud posible, con base en un número limitado de observaciones, el tiempo necesario para llevar a cabo una tarea determinada con arreglo a una norma de rendimiento preestablecido. (p. 185)

En este contexto, la lúdica experiencial que en este trabajo se propone aplica el estudio de métodos y tiempos, al presentar rondas de juego que permitirán a los participantes mejorar sus métodos a partir de datos como el tiempo y los desperdicios, para tomar decisiones basándose en los resultados. De esta manera se logra una investigación sistémica de las operaciones que componen una tarea; para este caso, el ensamble de una motocicleta bajo unas condiciones determinadas. A esto se suma la técnica para medir el trabajo, con el fin de analizar los datos y calcular el tiempo requerido para cada operación (Cruelles, 2012).

Layout

Se puede definir al *layout* o distribución en planta como una “disposición o plan para plasmar y representar en un plano las diferentes áreas que conforman una planta, ya sea de recepción de materia prima, almacén, operación, control e inspección de calidad y otros” (Platas & Cervantes, 2014, p. 158).

La experiencia lúdica, a través de los elementos que se tienen a disposición —piezas de ensamble, unidades de empaque, tablero de visualización de zonas de trabajo, asignación de roles y responsabilidades—, genera una aproximación a este concepto por medio de la simulación a escala de una empresa de ensamble de motocicletas.

Optimización de inventarios

Ollague (2019, p. 19) define de la siguiente manera el concepto de inventario:

Los inventarios son la cantidad de bienes que una empresa mantiene en existencia en un tiempo determinado. Comúnmente constituyen un factor importante del activo dentro de las organizaciones, por lo tanto, deben ser bien administrados para que cumplan todas sus funciones a un costo mínimo.

La gestión de inventarios es un tema estudiado por la gestión de operaciones y/o la investigación de operaciones, una rama de la ingeniería industrial, y busca optimizar el costo en pedidos y almacenamiento. Por ello, la “planeación, evaluación y control de los inventarios soportados por adecuados modelos de optimización y simulación permiten la obtención de los mejores resultados” (Valencia et al., 2015). Esta experiencia lúdica es una oportunidad de evidenciar este concepto a través de la práctica, considerando que desde la teoría podría resultar complejo.

Logística de producción

Según Krieger (2024, párr. 1):

La logística de producción o de fabricación caracteriza la fase entre la logística de aprovisionamiento y la logística de distribución. La logística de producción puede entenderse como la planificación, el control y la ejecución del transporte y el almacenamiento de las materias primas, los materiales auxiliares, los materiales de explotación, las piezas compradas, las piezas de recambio, los productos semiacabados y acabados y las actividades de apoyo asociadas dentro del sistema de producción de una empresa.

Para este último concepto, la experiencia lúdica evidencia su aplicación buscando en sus participantes una toma de decisiones que a lo largo de la estrategia garantice el flujo óptimo de materiales desde la zona de almacenamiento, pasando por el ensamble, hasta el lugar que se disponga para el producto terminado. La disciplina de ingeniería industrial y afines tiene relación con esta dinámica, pues está presente en los sistemas productivos de diferentes campos de aplicación.

Metodología y materiales

Tomando en consideración los tipos de investigación y métodos propuestos por Méndez (2009) y Bernal (2010), las etapas y técnicas utilizadas para la realización y documentación de esta experiencia se declaran a continuación:



Fig. 2. Metodología para el diseño y la ejecución de Motorcycle Time como una lúdica vivencial.

Elaboración: Autores (2024).

Apropiación conceptual

Se aplicó una investigación teórica y conceptual por medio de una revisión de literatura, con el objetivo de obtener —a través de fuentes de información primaria como bases de datos digitales y textos propios del área disciplinar de la ingeniería industrial y afines— información de los términos a abordar y desarrollar durante la experiencia lúdica. Esto, con la finalidad de proponer una estrategia experiencial pertinente con las competencias y los contenidos mayormente requeridos en esta disciplina.

Desarrollo lúdico

Considerando que esta estrategia educativa es una lúdica inédita, se llevó a cabo la investigación aplicada tecnológica gracias a la propuesta de generación de nuevo conocimiento y su puesta en práctica, con el propósito de impactar en la comunidad académica con esta experiencia y el aprendizaje significativo que representa. En esta etapa se establecieron la definición técnica de la experiencia lúdica, la conformación de equipos, la disposición del lugar de trabajo, el ciclo de rondas de la experiencia lúdica y el reporte de resultados, con lo que se dejó evidencia del aprendizaje.

Ejercicio de cierre

En esta fase final se aplicó una investigación exploratoria de tipo cualitativo y cuantitativo, considerando que una de las bases de este trabajo es analizar los comportamientos, saberes y aprendizajes de los participantes de la experiencia lúdica. Esto permitirá posteriormente generar investigaciones más detalladas en relación con propuestas curriculares, métodos de enseñanza, perfiles profesionales, competencias académicas y laborales, entre otros. Para esto se documentaron los resultados y hallazgos por medio de: 1. una plantilla digital para la recolección de resultados por empresa (equipo de trabajo) durante la experiencia; 2. un instrumento denominado *workshop* para su interpretación, lo que incluyó la aplicación de los conceptos disciplinares objeto de la experiencia lúdica; y 3. una evaluación por medio de un formulario en Google Forms para la valoración de la experiencia y los aprendizajes alcanzados.

Resultados

A continuación se documentan los resultados de la puesta en marcha de Motorcycle Time como experiencia vivencial.

Apropiación conceptual

En un primer momento, los participantes interactúan en un diálogo abierto orientado por los moderadores de la experiencia lúdica, poniendo en contexto los términos que serán abordados a lo largo del ejercicio y sobre los cuales al final se realizará la respectiva valoración de aprendizaje: ergonomía, estudio de métodos y tiempos, *layout*, optimización de inventario y logística de producción.

Desarrollo lúdico

Luego de generada la apropiación conceptual como ejercicio introductorio, se pasa al desarrollo lúdico de la experiencia, a partir de una serie de pasos que se describen a continuación.

Tabla 1. Ficha técnica de Motorcycle Time.

Ítem a considerar	Detalle del laboratorio
Temática a abordar	Ergonomía Estudio de métodos y tiempos <i>Layout</i> Optimización de inventarios Logística de producción
Propósito	Experiencia lúdica para 4 roles que simulan una empresa de ensamble de motocicletas con especificaciones definidas
Duración	15 minutos de contexto 20 minutos para la ronda 1: alistamiento y prueba piloto 40 minutos para las rondas 2 y 3: intermedia y final, respectivamente 15 minutos de análisis concluyente y apreciaciones Total: 90 minutos
Modalidad	Presencial
Recursos de personal	Docente líder y auxiliar de apoyo como moderadores de la experiencia lúdica
Dirigido a	Comunidad académica en los programas de ingeniería industrial y afines: calidad, logística, procesos, producción, productividad
Cantidad de participantes	Equipos de 4 participantes, con un mínimo de 12 y un máximo de 20
Requerimientos locativos	Salón con capacidad para 12-20 participantes
Materiales y recursos	Materiales: piezas de ensamble, bolsas plásticas para empaque de unidades, tablero de visualización de zonas de trabajo, lápiz, borrador, cronómetro (puede ser el disponible en los dispositivos móviles) Recursos: presentación, lista impresa de compras, <i>workshop</i> impreso, lista de asistencia impresa con <i>habeas data</i> , plantilla digital para la recolección de resultados de juego, proyector, mesas de trabajo, sillas

Elaboración: Autores (2024).

Definición técnica de la experiencia lúdica

Una vez comenzada la experiencia lúdica con la apropiación conceptual, se indica cuál es el objetivo, poniendo en contexto a los participantes en relación con aquello que se espera que al finalizar la experiencia pudieran evidenciar de forma práctica: ergonomía, estudio de métodos y tiempos, *layout*, inventario, logística de producción, además de algunas competencias blandas como el trabajo colaborativo y la toma de decisiones. Para esto se dispone de 15 minutos. La experiencia lúdica se estructura como un juego para cuatro roles que simulan una empresa de ensamble de motocicletas con especificaciones definidas. Durante la simulación, entre los roles que se definen, deben documentar como ejercicio de evidencia los resultados de aprendizaje obtenidos durante los 90 minutos.

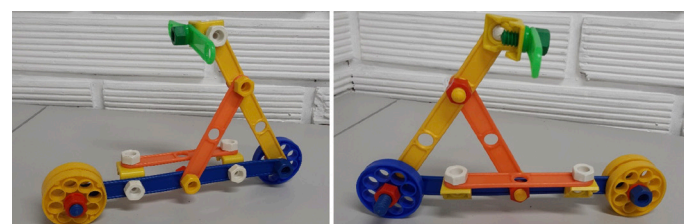


Fig. 3. Producto de ensamble: motocicleta.

Elaboración: Autores (2024).

Pueden participar un mínimo de doce y un máximo de veinte personas de los programas de ingeniería industrial y afines. Hay que aclarar que, si bien se pueden lograr mejores resultados de aprendizaje para participantes del 5.º semestre en adelante —por los conceptos que se abordan—, esta experiencia lúdica también representa un escenario introductorio a la disciplina para quienes se encuentren en semestres inferiores. Para este momento, los participantes tienen disponible la presentación proyectada, con la que pueden ir siguiendo las instrucciones y el paso a paso de la experiencia lúdica.

Conformación de equipos

Para el desarrollo de la experiencia lúdica se requieren cuatro mesas de trabajo, una para cada uno de los equipos que simularán las empresas de ensamble (de cuatro integrantes cada uno). En ellas se ubican las zonas de trabajo y las piezas de ensamble; además, se necesita una mesa adicional para la ubicación del inventario, empacado en bolsas plásticas. Se debe considerar asimismo un espacio amplio para el desplazamiento.

Luego se solicita a los participantes que conformen los equipos y se ubiquen en una de las mesas, donde tienen asignado el nombre de su empresa (se utilizan para ello letras del alfabeto griego). De haber más participantes, habrá roles adicionales: inspectores de calidad y auxiliares de producción.

Disposición del lugar de trabajo

En cada una de las mesas disponibles que simulan la empresa de ensamble de motocicletas, el equipo de roles encontrará: un tablero de visualización de zonas de trabajo, el inventario de piezas para el ensamble de la motocicleta, un documento impreso con el *workshop* de cierre, un documento impreso de compras para la gestión del inventario, lápiz y borrador.



Fig. 4. Tablero de visualización de zonas de trabajo.

Elaboración: Autores (2024).

Ronda 1: Alistamiento y prueba piloto

Se dan 20 minutos para que los participantes reconozcan su lugar de trabajo y definan y consignen en el formato de *workshop* quién ocupará cada uno de los cuatro roles en la empresa:

- Líder de producción: Único responsable del proceso de ensamble de la motocicleta. Solo puede tomar material para este proceso de la zona de uso ocasional.

- Auxiliar de producción: Responsable de abastecer de piezas de ensamble la zona de uso ocasional para que el líder de producción pueda tomarlas para el ensamble de la motocicleta.
- Asistente de compras: Reconoce y hace inventario en el respectivo formato del total de las piezas requeridas para el ensamble de una motocicleta (tabla 2). Además, es el responsable de abastecer permanentemente en el tablero de visualización la zona de almacenamiento con el inventario de piezas para el proceso de ensamble.
- Operador de negocio: Responsable de diligenciar el formato impreso del *workshop*, tomar los tiempos y registrarlos para el análisis del método de trabajo.

Tabla 2. Lista de inventario para ensamble de una unidad de motocicleta.

Pieza	Imagen	Cantidad
Tornillo pequeño		5
Tornillo mediano		3
Tornillo grande		2
Tuerca		4
Rueda		3
Arandela		2
Ensamble de 2 puntos		2
Ensamble de 3 puntos		2
Ensamble de 4 puntos		1
Ensamble de 5 puntos		1
Triángulo		3
Total		28

Elaboración: Autores (2024).

Durante esos mismos 20 minutos de alistamiento, el líder de producción, con apoyo del auxiliar de producción, genera el proceso de ensamble de una motocicleta con las piezas que tienen en su lugar de trabajo (se dispone una muestra que los participantes puedan observar). El operador de negocio toma el tiempo observado (TO) para registrarlo en el formato de *workshop* como prueba piloto;

esta es la meta y el logro inicial (figura 5). Posteriormente, en dicho formato, construyen el diagrama de flujo para el proceso de ensamble.

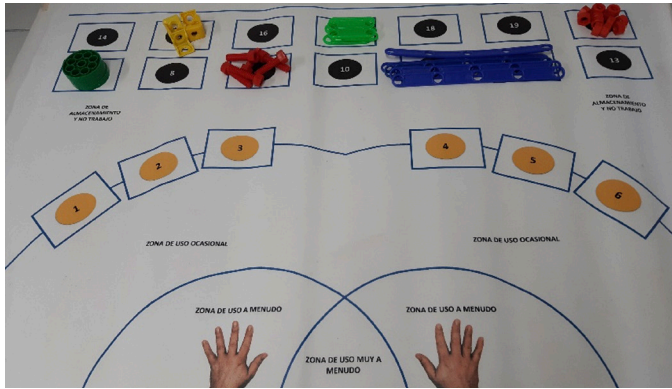


Fig. 5. Tablero de visualización de zonas de trabajo.

Elaboración: Autores (2024).

Ronda 2: Intermedia

Con el proceso plenamente identificado, en práctica y documentado, se pide a los participantes que desensamblen la motocicleta realizada durante el alistamiento y prueba piloto, para definir cuál será, en los mismos 20 minutos, la meta de motocicletas a ensamblar, cumpliendo con los roles asignados y sabiendo además que la restricción de ensamble por empresa es de 4 motocicletas. El asistente de compras diligencia el formato de inventario con dicha cantidad de requerimientos y se dirige a la zona de inventario para abastecer a su empresa de acuerdo con la meta establecida. Allí se le entregan las piezas de ensamble en empaques individuales, de acuerdo con la cantidad de unidades de motocicleta que se ponga como meta la empresa.

Luego de ubicar el material en la zona de almacenamiento, comienzan a correr los 20 minutos para el proceso de ensamble, por parte del líder de producción y con apoyo del auxiliar de producción, de la meta definida de motocicletas. El operador de negocio debe documentar en el formato de *workshop* la meta, el logro y el porcentaje de cumplimiento obtenido al finalizar el tiempo, además de cada uno de los TO con el promedio generado (figura 6). Por otro lado, el asistente de compras debe contar y documentar el número de piezas sobrantes luego de finalizado el tiempo de ensamble de la meta establecida, para definir el porcentaje de eficiencia de la ronda.

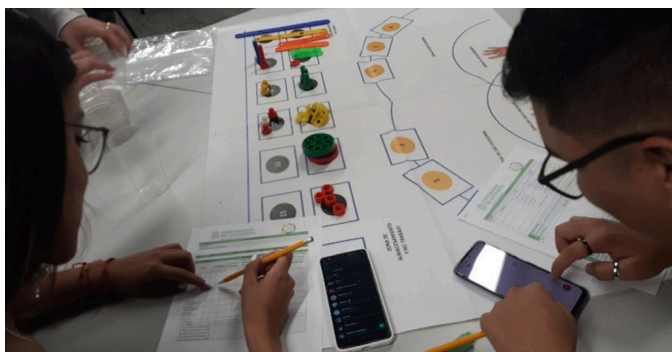


Fig. 6. Participantes durante la ronda 2: intermedia.

Elaboración: Autores (2024).

Ronda 3: Final

Ahora, se pide a los participantes que desensamblen las motocicletas y definan para los mismos 20 minutos cuál será la nueva meta, cumpliendo con los roles asignados y con una restricción extra: no pueden devolver material al inventario (figura 7). El asistente de compras diligencia el formato de inventario y se dirige a la zona de inventario para abastecer a su empresa de acuerdo con la meta establecida (si fuera el caso; de lo contrario, se queda en su lugar). Allí se le entregan las piezas de ensamble en empaques individuales (recordando que lo máximo a ensamblar son 4 motocicletas por equipo). Luego de esto, se repite el mismo proceso de la ronda 2.



Fig. 7. Participantes durante la ronda 3: final.

Elaboración: Autores (2024).

Reporte de resultados

En cada una de las rondas, los moderadores de la experiencia lúdica van registrando los datos de cada uno de los equipos en la plantilla digital correspondiente, que se proyectará durante toda la experiencia lúdica. Los reportes que cada empresa deberá notificar por intermedio del operador de negocio y el asistente de compras son:

- Tiempo promedio de ensamble: Permitirá conocer el tiempo estándar en el proceso de ensamble de una motocicleta.
- Porcentaje de cumplimiento de ensamble: Representa el nivel de logro de ensamble de motocicletas, considerando la meta establecida.
- Porcentaje de eficiencia: Equivale al uso de los recursos; en este caso, la cantidad de piezas usadas del total en el proceso de ensamble.

Con estos resultados por ronda y por empresa, se calcula el porcentaje de rendimiento, equivalente a la ponderación de los porcentajes de cumplimiento (con un peso del 80 %) y de eficiencia (con un peso del 20 %). Estos dos criterios, al finalizar la experiencia lúdica, permitirán definir a la empresa ganadora: aquella que obtenga el mayor porcentaje de rendimiento.

Tabla 3. Plantilla digital para la recolección de resultados por empresa

Nombre de empresa:				
	Tiempo promedio (min)	% de rendimiento	% de cumplimiento	% de eficiencia
			80 %	20 %
Ronda	Ronda 1			
	Ronda 2			
	Ronda 3			
	Totales			

Elaboración: Autores (2024).

Cierre participativo del desarrollo lúdico

Finalmente, el operador de negocio, con apoyo de todo el equipo, complementa el formato de *workshop* de cierre en relación con ergonomía y puesto de trabajo, mejoras del proceso, curva de aprendizaje, cadena de abastecimiento y demás conceptos objeto de esta experiencia lúdica. Se socializan algunas respuestas con preguntas puntuales por parte de los moderadores de la experiencia lúdica y se registran las respuestas a manera de *relato*, basándose en las apreciaciones de los participantes, e invitándolos a diligenciar el formato de asistencia con *habeas data* y a leer el QR en línea para la valoración de Motorcycle Time como experiencia educativa.

**Fig. 8.** Cierre participativo del desarrollo lúdico.

Elaboración: Autores (2024).

Ejercicio de cierre

Información de la plantilla digital para la recolección de resultados por empresa

La experiencia lúdica Motorcycle Time fue ejecutada bajo las mismas condiciones con un total de 229 participantes en el período transcurrido entre junio de 2022 y septiembre de 2023. Luego de finalizar tres rondas de la experiencia, se reportan estos resultados:

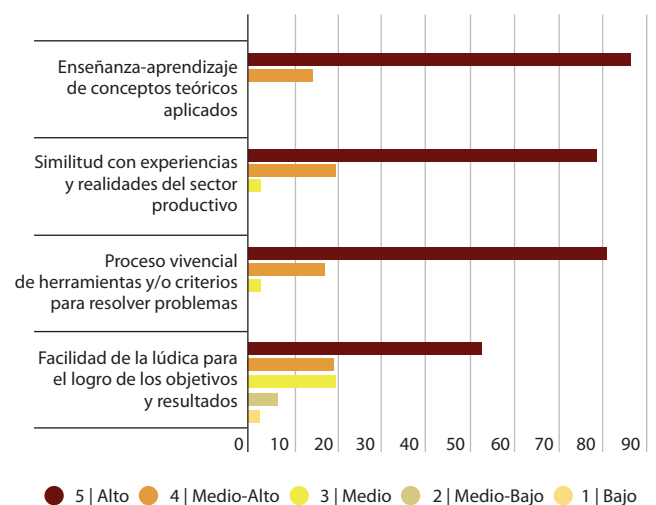
- Tiempo estándar promedio de ensamble de una motocicleta: 2,25 minutos
- Promedio del porcentaje de cumplimiento (80 %): 69,7 %
- Promedio del porcentaje de eficiencia (20 %): 100 %
- Promedio del porcentaje de rendimiento: 75,76 %

Evidencia del desarrollo lúdico

Considerando a los 229 participantes que firmaron asistencia, el 47,6 % son aprendices del Programa de Tecnología en Gestión Logística del Servicio Nacional de Aprendizaje (SENA), el 31 % son estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Antioquia, y en menores porcentajes son estudiantes de los programas de Ingeniería Industrial de otras instituciones: 8,3 % de la Universidad Católica de Oriente; 6,6 % de la Universidad El Bosque; 2,6 % de la Universidad Pontificia Bolivariana; 1,3 % de la Universidad Nacional de Colombia; y el restante 2,6 %, de otras instituciones de educación superior.

Tomando las respuestas del formulario para la valoración de Motorcycle Time como experiencia educativa, se muestran los hallazgos en cada una de las preguntas:

- **P1: ¿Cómo califica el nivel de enseñanza-aprendizaje de los conceptos teóricos aplicados en la experiencia lúdica?** El 86 % lo calificó en nivel alto y el restante 14 %, en nivel medio-alto, con una nota promedio de 4,8.
- **P2: ¿Cómo califica el nivel de similitud de la experiencia lúdica con las experiencias y realidades del sector productivo?** El 78,6 % lo calificó en nivel alto; el 19,2 %, en nivel medio-alto; y el restante 2,2 %, en nivel medio, con una nota promedio de 4,8.
- **P3: ¿Qué tanto el proceso vivencial de aprendizaje basado en esta experiencia lúdica le puede dar herramientas y/o criterios para resolver problemas como profesional?** El 80,8 % anotó un nivel alto; el 17 %, un nivel medio-alto; y el restante 2,2 %, un nivel medio, con una nota promedio de 4,8.
- **P4: ¿Cómo califica el nivel de facilidad de la experiencia lúdica para el logro de los objetivos y resultados?** El 52,4 % lo calificó en nivel alto; el 19,2 %, en nivel medio-alto; el 19,7 %, en nivel medio; el 6,6 %, en nivel medio-bajo; y el restante 2,2 %, en nivel bajo, con una nota promedio de 4,1.

**Fig. 9.** Respuesta a las preguntas 1 a 4.

Elaboración: Autores (2024).

- P5: ¿Cree que se requieren conocimientos previos para el desarrollo de la experiencia lúdica?** El 64,2 % respondió “No” y el restante 35,8 % respondió “Sí”. Dentro de los conocimientos documentados por los participantes, se encuentran los criterios de ingeniería industrial, promedios básicos, métodos y tiempos, conocimientos básicos de tomas de tiempo y estandarización (estudio del trabajo), técnicas, eficacia, eficiencia, materias primas, curva de aprendizaje, trabajo en equipo y comunicación.
- P6: ¿Logró identificar la utilización de habilidades y competencias blandas para el desarrollo de la experiencia lúdica?** El 94,3 % respondió que sí, destacando habilidades como organización, planeación, escucha atenta, seguimiento de instrucciones, comunicación asertiva, liderazgo, manejo del tiempo, trabajo en equipo, actitud y creatividad, habilidades manuales, aprendizaje autónomo, agilidad, disciplina, calidad, adaptabilidad y trabajo bajo presión. Solo el 5,7 % respondió que no.

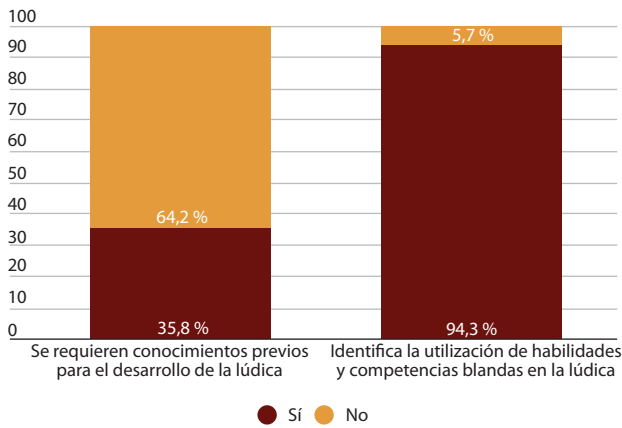


Fig. 10. Respuesta a las preguntas 5 y 6.

Elaboración: Autores (2024).

- P7: ¿Cuáles fueron los tres principales aprendizajes de la experiencia lúdica?** Los participantes destacaron el trabajo en equipo, la toma de tiempos, las habilidades y métodos ágiles, los procesos y movimientos, la estandarización de procesos, la organización y la curva de aprendizaje.

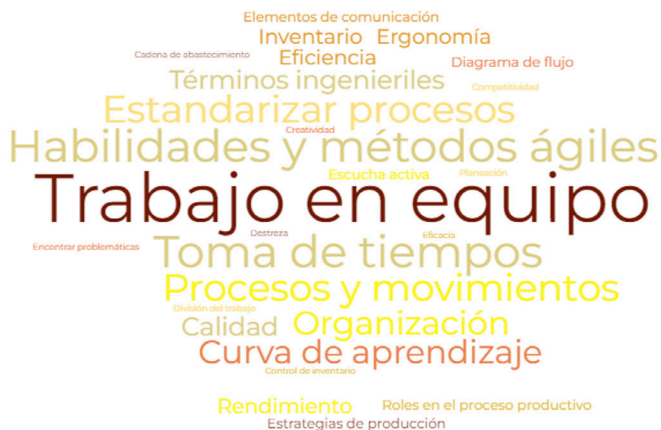


Fig. 11. Principales aprendizajes de la experiencia lúdica.

Elaboración: Autores (2024).

- P8: ¿Qué ajustes de mejora considerarías para la experiencia lúdica desarrollada?** El 11,1 % mejoraría los materiales y el 7,44 % mejoraría la dinámica en cuanto al tiempo de desarrollo. Sin embargo, el 25,9 % calificó la experiencia como muy agradable y organizada, y el restante 55,6 % no mejoraría nada. El objetivo de mejora continua de la experiencia es uno de los principios de la disciplina de la ingeniería industrial y afines.

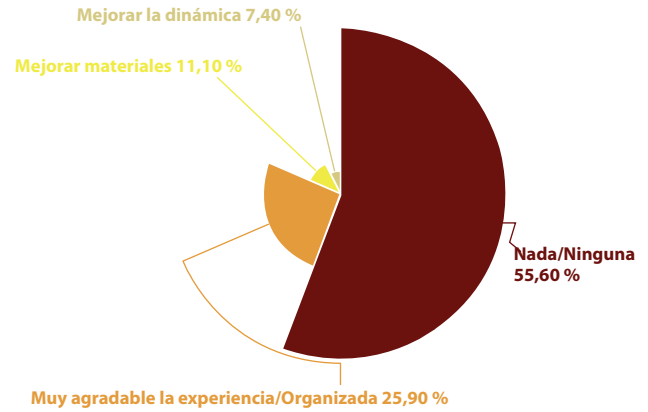


Fig. 12. Ajustes de mejora a la lúdica.

Elaboración: Autores (2024).

Workshop de cierre

Para el registro de esta experiencia lúdica se solicitaron los formatos de *workshop* diligenciados a completitud por cada uno de los equipos. Estos tienen como objetivo principal recopilar la información obtenida durante la experiencia lúdica Motorcycle Time, que permitirá a los participantes posteriormente plasmar los conocimientos adquiridos, interiorizarlos y llegar a conclusiones con respecto a la actividad según cada uno de los conceptos abordados; todo esto, dentro de los grupos conformados al inicio de la experiencia lúdica. Para lograr este objetivo, se plantearon seis ítems de aprendizaje:

- Ítem 1: Con el fin de aplicar el estudio de métodos y tiempos, los participantes deben construir un flujograma para el proceso de ensamble de una unidad de motocicleta, el cual está compuesto por la actividad, el responsable, el tiempo y el diagrama de flujo.
- Ítem 2: Teniendo en cuenta la actividad anterior, tienen que registrar los TO para cada una de las motocicletas que se logren terminar en las diferentes rondas de acuerdo con la meta establecida. Además, es necesario promediar los valores obtenidos en cada una de las rondas, pues este dato se utilizará para determinar cuál es el equipo con el mejor nivel de cumplimiento.
- Ítem 3: Para la respectiva apropiación del concepto de ergonomía, los participantes analizan el puesto de trabajo y registran en una silueta del cuerpo humano las posibles lesiones al desarrollar el proceso de ensamble de una unidad de motocicleta.
- Ítem 4: Los participantes completan un paralelo que contiene dos preguntas: 1. ¿cuál fue el reto/

problema identificado?; y 2. ¿cómo propondrían mejorarlo? Estas preguntas permitirán concluir con las mejoras del proceso, además de resumir y aprovechar la información obtenida en los tres ítems anteriores.

- Ítem 5: Para abordar el término y la definición de curva de aprendizaje en el proceso de ensamble, los participantes determinan si los planteamientos propuestos son falsos o verdaderos.
- Ítem 6: Por último, y como cierre al *workshop*, los participantes generan un esquema de la cadena de abastecimiento del proceso de ensamble que acaban de simular, en el que deben considerar todos sus componentes: entradas, salidas, recursos, medios, TIC, entre otros.

Discusión

Se espera generar escenarios de aprendizaje relacionados con la importancia de la documentación a través del diagrama de flujo del proceso, complementario a la toma de tiempos para la definición de metas, porcentaje de cumplimiento, promedio y tiempo estándar. Todo este ejercicio en conjunto se refleja a través de la representación gráfica de la cadena de abastecimiento para el proceso de ensamble de la empresa que simula un sistema productivo.

Se lograron evidenciar los siguientes resultados de aprendizaje luego de finalizado el desarrollo lúdico del *workshop*:

- Ítem 1: Disponer de una secuencia de proceso permitió estructurar el paso a paso de las tareas, la definición de roles y el papel de cada persona para el logro del resultado, además de señalar los posibles errores a los que se podían enfrentar en el proceso de ensamble.
- Ítem 2: Se afianzaron los conceptos de eficiencia y eficacia, importantes para cualquier proceso de toma de decisiones y las posibles acciones de mejora que de él se deriven.
- Ítem 3: De forma gráfica se ilustraron los posibles riesgos para quienes desempeñan las tareas. Algunos incluso consideraron suplementos como factores que inciden en el rendimiento y desempeño de quienes las ejecutan. Generaron criterios en términos de la ergonomía y la disposición del puesto de trabajo, y con ello reconocieron e identificaron retos o problemas en los procesos para generar propuestas de mejora *in situ*.
- Ítem 4: La mayoría de los retos o problemas identificados se dieron en relación con los materiales y la evaluación de calidad sobre el proceso. Dentro de las propuestas de mejora se destacan el ajuste de materiales, las solicitudes acertadas de material y la importancia de la ficha técnica de un producto para la disminución de no conformidades; no se puede sacrificar tiempo o método por calidad: deben estar integrados en la misma fórmula productiva. Se fortaleció el concepto de curva de aprendizaje gracias a los ejercicios de réplicas en la simulación de procesos, para dar cuenta de cómo la experiencia y la repetición de una tarea generan un efecto positivo en el desempeño organizacional.
- Ítem 5: El 80 % de los participantes acertaron y concluyeron adecuadamente en relación con la

curva de aprendizaje y su relevancia en el estudio de métodos y tiempos.

- Ítem 6: Los esquemas evidenciaron los actores, recursos y pasos en la cadena de abastecimiento para el proceso de ensamble que se pretendía simular.

Finalmente, se logró un acercamiento a las expectativas de los participantes, el conocimiento, las opiniones y los aprendizajes de este ejercicio lúdico, además de observar la importancia y el impacto de la gamificación en el proceso de formación y aprendizaje de profesionales en el campo ingenieril, tomando como referencia las competencias propuestas por ACOFI en la [figura 1](#). En la siguiente tabla se evidencian los aportes de Motorcycle Time como experiencia lúdica a estas competencias en el perfil del ingeniero industrial y afines.

Tabla 4. Aporte a las competencias claves de los ingenieros industriales y afines.

N.º	Competencias clave	Aportes de Motorcycle Time como experiencia lúdica
1	Capacidad para comunicarse con claridad, tanto en presentaciones orales, como en documentación escrita	Ítem 5 del <i>workshop</i> Desarrollo del <i>workshop</i> a completitud en los equipos de trabajo P7 del QR en línea para la valoración de la experiencia
2	Capacidad para planificar y organizar el trabajo, seleccionando las técnicas, procedimientos y métodos más adecuados	Ítem 1 del <i>workshop</i> Ítem 3 del <i>workshop</i> P5 del QR en línea para la valoración de la experiencia
3	Capacidad para resolver problemas y tomar decisiones	Ítem 2 del <i>workshop</i> P3 del QR en línea para la valoración de la experiencia
4	Capacidad para pensar de forma creativa y desarrollar nuevas ideas y conceptos	Ítem 4 del <i>workshop</i> P1 del QR en línea para la valoración de la experiencia P8 del QR en línea para la valoración de la experiencia
5	Capacidad para trabajar en equipo y colaborar eficazmente con otros	Desarrollo del <i>workshop</i> a completitud en los equipos de trabajo P6 del QR en línea para la valoración de la experiencia
6	Capacidad para trabajar en un contexto internacional y de movilidad geográfica	Ítem 6 del <i>workshop</i> P2 del QR en línea para la valoración de la experiencia
7	Capacidad para aprender y gestionar el autoaprendizaje	Desarrollo del <i>workshop</i> a completitud en los equipos de trabajo P4 del QR en línea para la valoración de la experiencia

Elaboración: Autores (2024).

Conclusiones

La formación lúdica representa un campo exploratorio para la medición y el fortalecimiento de competencias en cualquier disciplina. La estructura que se presenta enfatiza la importancia del juego como metodología para el aprendizaje experiencial, que muchas veces busca realidades del sector productivo.

Los participantes en esta lógica experiencial de roles, además de potencializar conocimientos técnicos o específicos afines a su perfil de formación, también fortalecen

habilidades intrapersonales e interpersonales, considerando además para ello la motivación intrínseca que el juego genera en el ser humano.

La disciplina ingenieril –para este caso ingeniería industrial y afines– no es ajena a las lúdicas como herramientas de apoyo educativo para la interiorización de conceptos que en fundamento teórico podrían llegar a ser complejos para los estudiantes. Una estructura adecuada de juego les permite acercarse de forma dinámica a escenarios prácticos con altos niveles de similitud conceptual, que además les aportan criterios para resolver problemas y/o tomar decisiones en posibles escenarios como profesionales.

Una de las limitaciones en el desarrollo y la documentación de la experiencia lúdica se relaciona con los materiales y recursos utilizados para el proceso de ensamble, debido al desgaste por el uso frecuente de las piezas, lo que provoca que se incrementen los tiempos de producción durante el desarrollo del producto. También se presenta una dependencia en los tiempos de producción por el requerimiento de motricidad fina para el proceso de ensamble; así, la asignación de roles en los equipos de trabajo es clave para el éxito en la experiencia lúdica.

Por tratarse de una experiencia lúdica que busca generar aportes a la didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje de conceptos teóricos a través de la práctica, no se plantean futuras investigaciones. Sin embargo, se recomienda proponer nuevos escenarios vivenciales con el uso de herramientas tecnológicas, para luego generar comparativos concluyentes.

Referencias

- ACOFI (2020). *Lineamientos curriculares para ingeniería industrial en Colombia*. ACOFI. <http://tinyurl.com/2jf98s6z>
- Aguirre, Y., Montoya, M., Giraldo, E., Gómez, M., Jaramillo, L., Rodríguez, Y., Vélez, C., Osorio, B., Quesada, M., Hincapié, S., Rentería, J., Durango, J., Rojas, I., Restrepo, F., Echavarría, J., Monsalve, G., Figueroa, O., Rincón, J., Castro, J., Velázquez, J., Navarrete, R., & Álvarez, S. (2022). *Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas*. Corporación Universitaria Remington. <https://doi.org/10.22209/9789585379749>
- Bernal, C. (2010). *Metodología de la investigación: Administración, economía, humanidades y ciencias sociales*. Pearson. <http://tinyurl.com/2xackvb3>
- Cruelles, J. (2012). *Mejora de métodos y tiempos de fabricación*. Marcombo. <http://tinyurl.com/3tewmjhf>
- Earle, S., DiCecco, L., Binkley, D., Arshad, M., Lucentini, A., Tembrevilla, G., & Bosco, Y. (2023). *Making Learning Fun: Implementing a Gamified Approach to Materials Science and Engineering Education*. Ponencia presentada en la 2023 ASEE Annual Conference & Exposition, Baltimore, Estados Unidos, 25 de junio. <http://tinyurl.com/4faj5fh6>
- García Criollo, R. (2005). *Estudio del trabajo: Ingeniería de métodos y medición del trabajo*. McGraw Hill. <http://tinyurl.com/5b39w4tb>
- Goldberg, B., & Robson, R. (2023). AI to Support Guided Experiential Learning. En N. Wang, G. Rebolledo, V. Dimitrova, N. Matsuda y O. Santos (eds.), *Artificial Intelligence in Education: Posters and Late Breaking Results, Workshops and Tutorials, Industry and Innovation Tracks, Practitioners, Doctoral Consortium and Blue Sky* (pp. 103-108). Springer. http://doi.org/10.1007/978-3-031-36336-8_16
- González, C. (2015). Estrategias para trabajar la creatividad en la educación superior: Pensamiento de diseño, aprendizaje basado en juegos y en proyectos. *RED. Revista de Educación a Distancia*, 40. <http://tinyurl.com/3z77xud9>
- Ilbeigi, M., Bairaktarova, D., & Ehsani, R. (2024). A Gamified Method for Construction Engineering Education: Learning through Guided Active Exploration. *Journal of Civil Engineering Education*, 150(2). <http://doi.org/10.1061/JCEED.EIENG-2019>
- Jiménez, L., & Mejía, S. (2013). *Evaluación del juego como herramienta didáctica en el proceso de enseñanza-aprendizaje en la administración de operaciones de ingeniería industrial* [tesis de ingeniería]. Universidad Autónoma de Occidente, Colombia. <http://tinyurl.com/bdd3t5ms>
- Kanawaty, G. (dir.) (1996). *Introducción al estudio del trabajo*. OIT. <http://tinyurl.com/bdm3t9nw>
- Kolb, D. (1984). *The Process of Experiential Learning: Experience as the Source of Learning and Development*. Prentice Hall. <http://tinyurl.com/4ykmxncw>
- Krieger, W. (2024). *Produktionslogistik*. *Gabler Wirtschaftslexikon*. Accedido 6 de febrero. <http://tinyurl.com/4whf5zpc>
- Manzano, A., Ortiz, A., Rodríguez, J., & Aguilar, J. (2022). La relación entre las estrategias lúdicas en el aprendizaje y la motivación: Un estudio de revisión. *Revista Espacios*, 43(4), 29-45. <http://doi.org/10.48082/espacios-a22v43n04p03>
- Méndez, C. (2009). *Metodología: Diseño y desarrollo del proceso de investigación con énfasis en ciencias empresariales*. Limusa. <http://tinyurl.com/mtds8ynu>
- Mondelo, P., Torada, E., González, O., & Gómez, M. (2013). *Ergonomía 4: El trabajo en oficinas*. Edicions UPC. <http://tinyurl.com/mr7xf78c>
- Ollague, B. (2019). *Propuesta para la optimización de la gestión de inventario de la empresa Vanderbilt* [proyecto técnico]. Universidad Politécnica Salesiana, Ecuador. <http://tinyurl.com/yckbtw7m>
- Platas, J., & Cervantes, M. (2014). *Planeación, diseño y layout de instalaciones*. Patria. <http://tinyurl.com/mh339fan>
- Seminara, P., Fernández, A., Pérez, S., Páez, C., & Pérez, A. (2021). El desarrollo de las competencias transversales en la carrera de bioingeniería de la UNSJ: ¿Alternativa ante la deserción universitaria? *Revista Andina de Educación*, 4(2), 28-39. <https://doi.org/10.32719/26312816.2021.4.2.4>
- Valencia, M., Díaz, F., & Correa, J. (2015). Planeación de inventarios con demanda dinámica: Una revisión del estado del arte. *Dyna*, 82(190), 183-191. <http://tinyurl.com/yc7smt44>
- Varma, N., & Liu, W. (2022). Potential of a Serious Game in Teaching and Learning of Systems Thinking and System Dynamics in a Multi-Disciplinary Classroom. En S. Nair y N. Varma (eds.), *Emerging Pedagogies for Policy Education: Insights from Asia* (pp. 165-184). http://doi.org/10.1007/978-981-16-5864-8_9

Declaración de conflicto de intereses

Los autores declaran no tener conflictos de intereses.

Declaración de contribución de la autoría

Yenny Alejandra Aguirre-Álvarez generó aportes en el proceso de conceptualización, investigación, metodología, escritura, redacción, revisión y edición del borrador original. María Juliana Vargas Bermúdez contribuyó en el proceso de conceptualización, metodología, visualización, revisión y edición del borrador original. Mauricio Montoya-Peláez generó su participación en el proceso análisis formal, de validación, escritura, redacción, revisión y edición del borrador original.

Declaración de ética

El presente artículo científico reporta los resultados de una investigación que involucró a personas. Por este mo-

tivo, los autores del artículo declaran que se respetó la autonomía de los participantes en la investigación, quienes fueron informados de los objetivos, riesgos y beneficios del estudio, y dieron su consentimiento voluntario e informado para participar. Dichos sujetos participantes fueron seleccionados de manera equitativa, sin discriminación de ninguna índole. Asimismo, la investigación se llevó a cabo con el propósito de generar conocimiento que pueda beneficiar a la sociedad, a través de la transformación de las prácticas docentes en el ámbito de la ingeniería industrial.

Agradecimientos

Al Laboratorio Lúdico del Departamento de Ingeniería Industrial de la Facultad de Ingeniería de la Universidad de Antioquia en la ciudad de Medellín, como escenario de esta experiencia lúdica.