



UNIREMINGTON®
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON
RES. 2661 MEN JUNIO 21 DE 1996

Propuesta Pedagógica

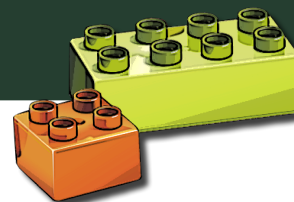
para el aprendizaje de herramientas
de productividad a través de lúdicas

Yenny Aguirre | Mauricio Montoya | Emerson Giraldo | Mauricio Gómez
Lilyana Jaramillo | Yesit Rodríguez | Chárol Vélez | Beatriz Osorio
María Quesada | Sandra Hincapié | Jorge Rentería | José Durango
Iván Rojas | Farley Restrepo | Jacobo Echavarría | Gisela Monsalve
Oswaldo Figueroa | Judith Rincón | José Castro | José Velázquez
Ramón Reynoso | Sandra Álvarez



Propuesta Pedagógica

Para el aprendizaje de herramientas
de productividad a través de lúdicas



Yenny Alejandra Aguirre Álvarez • Mauricio Montoya Peláez
Emerson Andrés Giraldo Betancur • Mauricio Gómez Vásquez
Lilyana Jaramillo Ramírez • Yesit Jovan Rodríguez Caro
Chárol Kátherin Vélez Castañeda • Beatriz Elena Osorio Vélez
María del Rocío Quesada Castro • Sandra Milena Hincapié Montoya
Jorge Amado Rentería Vera • José Alejandro Durango Marín
Iván Darío Rojas Arenas • Farley Albeiro Restrepo Loaiza
Jacobo Hernán Echavarría Cuervo • Gisela Patricia Monsalve Fonnegra
Oswaldo David Figueroa Duarte • Judith Marisol Rincón Ávila
José Alejandro Castro Téllez • José Carlos Velázquez Luna
Ramón Navarrete Reynoso • Sandra Milena Álvarez Gallo

Aguirre Álvarez, Yenny Alejandra

Propuestas pedagógicas para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas / Yenny Alejandra Aguirre Álvarez [et al.]. - 1a. ed. - Medellín: Corporación Universitaria Remington; Institución Universitaria Salazar y Herrera, 2022.
Número de páginas 227; tamaño 21,5 x 28 cm

ISBN: 978-958-53797-4-9

1. Metodología en pedagogía. 2. Pedagogía 3. Métodos de enseñanza. 4. Juegos educativos. I. Aguirre Álvarez, Yenny Alejandra. II. Tít.

CDD: 371.337 / Ag284

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas

© Corporación Universitaria Remington

© Institución Universitaria Salazar y Herrera (IUSH)

Primera edición, junio 2022

ISBN 978-958-53797-4-9 (Pdf – Internet)

<https://doi.org/10.22209/9789585379749>

Autores

Yenny Alejandra Aguirre Álvarez [directora] • Mauricio Montoya Peláez
Emerson Andrés Giraldo Betancur • Mauricio Gómez Vásquez
Lilyana Jaramillo Ramírez • Yesit Jovan Rodríguez Caro
Chárol Kátherin Vélez Castañeda • Beatriz Elena Osorio Vélez
María del Rocío Quesada Castro • Sandra Milena Hincapié Montoya
Jorge Amado Rentería Vera • José Alejandro Durango Marín
Iván Darío Rojas Arenas • Farley Albeiro Restrepo Loaiza
Jacobo Hernán Echavarría Cuervo • Gisela Patricia Monsalve Fonnegra
Oswaldo David Figueroa Duarte • Judith Marisol Rincón Ávila
José Alejandro Castro Téllez • José Carlos Velázquez Luna
Ramón Navarrete Reynoso • Sandra Milena Álvarez Gallo

Henry Mauricio Díez Silva. **Editor jefe**

Viviana Díaz. **Coordinadora de procesos editoriales**

Alfonso Tobón B. **Diseño y diagramación**

Delio David Arango Navarro. **Corrector de textos**

Fondo Editorial Remington

fondo.editorial@uniremington.edu.co

Calle 51 nro. 51-27, Edificio Uniremington

Telefax: (604) 3221000, extensión 5401

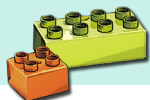
Medellín, Colombia

Este libro es resultado del proyecto de investigación titulado *Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas*, el cual se encuentra registrado en la Institución Universitaria Salazar y Herrera bajo el código 660001201, planes de acción Centro de Investigación Radicado n.º 000001.

Nota legal

Las opiniones expresadas en el presente texto no representan la posición oficial o institucional de la Corporación Universitaria Remington; por lo tanto, son responsabilidad de los autores las citaciones realizadas y de la originalidad de su obra. En consecuencia, la Corporación Universitaria Remington no será responsable ante terceros por el contenido técnico o ideológico expresado en el texto, ni asume responsabilidad alguna por las infracciones a las normas de propiedad intelectual.

Esta publicación se distribuye bajo una Licencia Creative Commons «Atribución-No Comercial-Compartir igual»





CONTENIDO

Agradecimientos	16
Prólogo	17
Resumen	21
Materiales y métodos	25
Capítulo I Estrategia pedagógica: calidad con <i>Ringo Toy</i>	
1.1 Presentación	33
1.2 Objetivos de la estrategia pedagógica	35
1.3 Materiales y métodos	35
1.4 Procedimiento	39
1.5 Resultados	44
1.6 Discusión y conclusiones	44
Capítulo II Estrategia pedagógica: sistemas de producción	
2.1 Presentación	46
2.2 Objetivos de la estrategia pedagógica	48
2.3 Materiales y métodos	48
2.4 Procedimiento	49
2.5 Resultados	53
2.6 Discusión y conclusiones	54
Capítulo III Estrategia pedagógica: mejora de métodos y tiempos en líneas de producción de alimentos	
3.1 Presentación	57
3.2 Objetivos de la estrategia pedagógica	59
3.3 Materiales y métodos	59
3.4 Procedimiento	65
3.5 Resultados	70
3.6 Discusión y conclusiones	72



Capítulo IV Estrategia pedagógica: aplicación del método Chaku-Chaku en un proceso productivo	
4.1	Presentación 74
4.2	Objetivos de la estrategia pedagógica..... 76
4.3	Materiales y métodos 76
4.4	Procedimiento 79
4.6	Discusión y conclusiones 89
Capítulo V Estrategia pedagógica: generando valor operativo	
5.1	Presentación 92
5.2	Objetivos de la estrategia pedagógica..... 93
5.3	Materiales y métodos 94
5.4	Procedimiento 98
5.5	Resultados 100
5.6	Discusión y conclusiones 100
Capítulo VI Estrategia pedagógica: el efecto látigo en la manufactura inteligente	
6.1	Presentación 102
6.2	Objetivos de la estrategia pedagógica..... 104
6.3	Materiales y métodos 104
6.4	Procedimiento 106
6.5	Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación 107
6.6	Resultados 114
6.7	Discusión y conclusiones 119
Capítulo VII Estrategia pedagógica: juego de Picking	
7.1	Presentación 121
7.2	Objetivos de la estrategia pedagógica 123
7.3	Materiales y métodos 123
7.4	Procedimiento 126
7.5	Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación 127
7.6	Resultados 131
7.7	Discusión y conclusiones 131
Capítulo VIII Estrategia pedagógica: el rompecabezas del almacén	
8.1	Presentación 134
8.2	Objetivos de la estrategia pedagógica..... 136
8.3	Materiales y métodos 136
8.4	Procedimiento 139



8.5	Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación	140
8.6	Resultados	146
8.7	Discusión y conclusiones	147

Capítulo IX Estrategia pedagógica: simulación y propuesta de mejora Lean Healthcare en la atención de citas prioritarias de un centro de salud

9.1	Presentación	149
9.2	Objetivos de la estrategia pedagógica	151
9.3	Materiales y métodos	151
9.4	Procedimiento	152
9.5	Resultados	153
9.6	Conclusiones	162
9.7	Discusión	162

Capítulo X Estrategia pedagógica: invierte en la banca de tus conocimientos

10.1	Presentación	165
10.2	Objetivo de la estrategia pedagógica	166
10.3	Materiales y métodos	166
10.4	Procedimiento	168
10.5	Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación	169
10.6	Resultados	172
10.7	Discusión y conclusiones	172

Capítulo XI Estrategia pedagógica: control estadístico de un dulce proceso

11.1	Presentación	175
11.2	Objetivos de la estrategia pedagógica	176
11.3	Materiales y métodos	177
11.4	Procedimiento	178
11.5	Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación	180
11.6	Resultados	184
11.7	Discusión y conclusiones	188

Capítulo XII Estrategia pedagógica: de captura de lógica de modelado para procesos de negocio

12.1	Presentación	192
12.2	Objetivos de la estrategia pedagógica	194
12.3	Materiales y métodos	195
12.4	Procedimiento	196



12.5	Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación	197
12.6	Resultados	203
12.7	Discusión y conclusiones	203
Capítulo XIII Resultados		205
Capítulo XIV Discusión y conclusiones		209
Referencias		215



LISTA DE FIGURAS

Figura 1.	Estructura metodológica. Diseño y desarrollo de la investigación	18
Figura 2.	Impresiones de <i>Ringo Toy</i>	36
Figura 3.	Maletín de <i>Ringo Toy</i>	36
Figura 4.	Proceso para armar el maletín de <i>Ringo Toy</i>	37
Figura 5.	Diagrama de flujo	37
Figura 6.	Flujograma del desarrollo de la estrategia lúdica	39
Figura 7.	Presentación del equipo organizador de la estrategia lúdica	39
Figura 8.	Participantes desarrollando los retos	41
Figura 9.	Participantes armando el rompecabezas de sus POE.....	42
Figura 10.	Participantes validando el orden de su POE.....	42
Figura 11.	<i>Ringo Toy</i> completamente armado	43
Figura 12.	<i>Ringo Toy</i> listo para comenzar conclusiones del ejercicio	43
Figura 13.	Esquema de marcación de las piezas	51
Figura 14.	Demarcación de las zonas de corte.....	51
Figura 15.	Zonas de doblado.....	52
Figura 16.	Zonas de soldadura.	52
Figura 17.	Muestra esquemática del producto acabado.....	53
Figura 18.	Consideraciones ergonómicas para el análisis de puestos	58
Figura 19.	A. Pan de leche. B. Tajada de bocadillo de guayaba. C. Tajada de queso.	60
Figura 20.	A. Pan para perro. B. Salchicha. C. Salsa de tomate. D. Mostaza. E. Caja para perro. F. Producto final	61
Figura 21.	A. Pan tajado. B. Jamón. C. Queso amarillo. D. Salsa mayomostaza. E. Salsa rosada. F. Bolsa resellable. G. Producto final.....	61



Figura 23.	A. Cronómetro digital con memoria. B. Tabla de apoyo. C. Lapicero. D. Cinta de enmascarar para señalar las estaciones de trabajo. E. Delantal de laboratorio. F. Tapabocas. G. Guantes. H. Malla para el pelo	63
Figura 24.	Disposición de mesa de trabajo por estación	64
Figura 25.	Diagrama de flujo de la estrategia pedagógica 3.....	66
Figura 26.	Hoja de estudio de tiempos.....	67
Figura 27.	Hoja de evaluación de calidad. Producto 1.....	68
Figura 28.	Hoja de evaluación de calidad. Producto 2.....	68
Figura 29.	Hoja de evaluación de calidad. Producto 3.....	69
Figura 30.	Hoja de evaluación de calidad. Producto 4.....	69
Figura 31.	Evaluación y preparación de mesas por estación de trabajo. Planeación de la lúdica	71
Figura 32.	Disposición de estación de trabajo. Producto 2	71
Figura 33.	Disposición de estación de trabajo. Producto 3	71
Figura 34.	Piezas para el ensamble	78
Figura 35.	Sistema de producción continuo	80
Figura 36.	Sistema de producción <i>Chaku-Chaku</i>	80
Figura 37.	Diagrama de flujo global de ensamble de moto mediante fichas de mecano.....	81
Figura 38.	Ensamble moto mediante las figuras mecano	85
Figura 39.	Sistema productivo en U.....	86
Figura 41a.	Juego de <i>jenga</i>	97
Figura 41b.	Triángulo estructura-cultura-proceso.....	97
Figura 42.	Cadena de suministro.....	102
Figura 43.	Efecto látigo	103
Figura 44.	Desafíos de la manufactura Inteligente	104
Figura 45.	Materiales de ensamble. A. Hélice de tres orificios. B. Hélice de dos orificios. C. Tornillo. D. Tuerca. E. Rosca	105
Figura 46.	Eslabones de la cadena.....	108
Figura 47.	Flujo de información y productos	108



Figura 48.	Proceso de ensamble en fábrica. A. Recepción de proveedor 1. B. Inventario en bodega. C. Producto final de la fábrica	109
Figura 49.	Proceso de ensamble proveedor 1. A. Recepción de proveedor 2. B. Inventario en bodega. C. Semiterminado para fábrica	109
Figura 50.	Proceso de ensamble proveedor 2. A. Recepción de proveedor 3. B. Inventario en bodega. C. Semiterminado para proveedor 2	109
Figura 51.	Inventario de proveedor 3. A. Recepción material de surtidor. B. Semiterminado para proveedor 2	110
Figura 52.	Configuración de los equipos de trabajo	114
Figura 53.	Movimiento de información y producto línea 1	115
Figura 54.	Movimiento de información y producto línea 2	115
Figura 55.	Efecto látigo línea 1	116
Figura 56.	Nivel de servicio (inventario) línea 1	116
Figura 57.	Costos acumulados de inventario y penalidades línea 1	116
Figura 58.	Efecto látigo línea 2	117
Figura 59.	Nivel de servicio (inventario) línea 2	117
Figura 60.	Costos acumulados de inventario y penalidades línea dos	118
Figura 61.	Comparativo de costos totales línea uno y línea dos	118
Figura 62.	Recipientes con diferentes referencias, en coordenadas aleatorias y organizados de manera lineal	125
Figura 63.	Hoja de pedido Bodega X	128
Figura 64.	Códigos de productos	128
Figura 65.	Proceso generación de pedido	128
Figura 66.	Verificación producto completo	129
Figura 67.	Información proceso de <i>Picking</i>	130
Figura 68.	Proceso de <i>Picking</i>	130
Figura 69.	Funciones almacenista	131
Figura 70.	Rompecabezas distribución en L	137
Figura 71.	Rompecabezas distribución en U	137
Figura 72.	Rompecabezas distribución en I	137



Figura 73.	Áreas para diseño libre	138
Figura 74.	Flujograma <i>Layout Jig-So</i>	141
Figura 75.	Evidencias fase uno. Ideación. Exploración de conocimientos previos	142
Figura 76.	Evidencias fase uno. Ideación. Socialización diseños individuales y fundamentación teórica	142
Figura 77.	Evidencias fase uno. Ideación. Unificación de diseños en único diseño grupal	143
Figura 78.	Evidencias fase dos. Descubrimiento. Armado de fichas de rompecabezas	143
Figura 79.	Evidencias fase dos. Descubrimiento. Armado de rompecabezas.....	144
Figura 80.	Evidencias fase dos. Descubrimiento.	144
Figura 81.	Evidencias fase dos. Descubrimiento. Socialización grupal sobre la fundamentación teórica de los distintos tipos de distribución en planta de almacenes logísticos.....	145
Figura 82.	Evidencias fase tres. Creación. Discusión para diseño de nuevo almacén con las áreas propuestas	145
Figura 83.	Evidencias fase tres. Creación. Propuesta de diseño de almacén con áreas proporcionadas	145
Figura 84.	Evidencias fase tres. Creación. Socialización de propuesta de diseño presentada por equipo A.....	146
Figura 85.	Evidencias fase tres. Creación. Socialización de propuesta de diseño presentada por equipo B.....	146
Figura 86.	Auditorio Pedro Nel Gómez, ITM	152
Figura 87.	Ubicación de los asistentes	154
Figura 88.	Usuaría ingresa a la IPS	155
Figura 89.	Usuaría solicita turno para atención	155
Figura 90.	Usuaría solicita la atención de un médico.....	157
Figura 91.	Atención médica	158
Figura 92.	Aplicación medicamentos	158
Figura 93.	Variables que intervienen en el proceso.....	162
Figura 94.	Pareto de no conformidades.....	163



Figura 95.	Procedimiento PR-DES-01 (desarrollo de actividad)	168
Figura 96.	Diagrama de flujo de la estrategia lúdica	180
Figura 97.	Enumeración de los estudiantes como operadores	182
Figura 98.	Apertura y combinación de los recipientes de M&M's® minis para la formación de un lote único, de mayor tamaño y lo más homogéneo posible	182
Figura 99.	Colocación de los paquetes de M&M's® minis en las secciones de la mesa rotatoria octagonal y comienzo de la simulación de la cadena de producción	183
Figura 100.	Procedimiento de muestreo aleatorio por parte de los operadores para la obtención de veinte subgrupos de cinco	183
Figura 101.	Conteo del contenido de M&M's® minis y recolección de la información	184
Figura 102.	Introducción de los datos recolectados en Minitab para la realización de la carta de control y el análisis de capacidad.....	185
Figura 103.	Carta de control Xbarra, R para el proceso de embalaje de M&M's® minis.....	185
Figura 104.	Análisis de capacidad normal para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 2 sigmas como límites de especificación.....	186
Figura 105.	Informe del análisis de capacidad seis en uno para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 2 sigmas como límites de especificación.	186
Figura 106.	Análisis de capacidad normal para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 3 sigmas como límites de especificación.....	187
Figura 107.	Informe del análisis de capacidad seis en uno para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 3 sigmas como límites de especificación	187
Figura 108.	Exposición grupal de los resultados y cierre de la actividad	188
Figura 109.	Compuerta paralela como un elemento de convergencia	197
Figura 110.	Compuerta paralela como un elemento de divergencia	197
Figura 111.	Modelo inicial del ejercicio de la compuerta paralela	198



Figura 112. Compuerta exclusiva basada en datos como un elemento de convergencia.....	198
Figura 113. Compuerta exclusiva basada en datos como un elemento de divergencia	199
Figura 114. Modelo inicial del ejercicio de la compuerta exclusiva basada en datos.....	199
Figura 115. Compuerta exclusiva basada en eventos	200
Figura 116. Modelo inicial del ejercicio de la compuerta exclusiva basada en eventos.....	200
Figura 117. Compuerta inclusiva como un elemento de convergencia	201
Figura 118. Compuerta inclusiva como un elemento de divergencia	201
Figura 119. Modelo inicial del ejercicio de la compuerta inclusiva	202
Figura 120. Modelo inicial del ejercicio del evento intermedio de temporización.....	203



LISTA DE TABLAS

Tabla 1.	Retos para la selección del líder por equipo.....	40
Tabla 2.	Retos para la selección del líder por equipo.....	41
Tabla 3.	Cursograma analítico de la actividad propuesta (operario)	50
Tabla 4.	Relación de resultados finales	55
Tabla 5.	Materiales para la estación número 1	60
Tabla 6.	Materiales para la estación número 2	60
Tabla 7.	Materiales para la estación número 3	61
Tabla 8.	Materiales para la estación número 4	62
Tabla 9.	Otros materiales requeridos	62
Tabla 10.	Tiempos de la actividad	64
Tabla 11.	Materiales para el ensamble de una moto	77
Tabla 12.	Requerimiento de personal.....	78
Tabla 13.	Recursos tecnológicos y locativos.....	78
Tabla 14.	Procedimiento para ensamblar moto mediante las figuras mecano	82
Tabla 15.	Resultados preguntas discusión	90
Tabla 16.	Materiales y cantidades requeridas.....	96
Tabla 17.	Funciones por eslabón de la cadena productiva para ocho jugadores.....	110
Tabla 18.	Funciones por eslabón de la cadena productiva para dieciséis jugadores.....	110
Tabla 19.	Formato control movimientos de información.....	111
Tabla 20.	Registro información en hoja de Excel	112
Tabla 21.	Formato solicitud de producto.....	113
Tabla 22.	Variables del Picking.....	122
Tabla 23.	Requerimientos de personal para lúdica.....	124
Tabla 24.	Tiempos estimados del juego de <i>Picking</i> (minutos)	126
Tabla 25.	Generación de pedidos.....	128



Tabla 26.	Orden de <i>Picking</i>	129
Tabla 26.	Síntesis de la implementación lúdica <i>Layout Jig-So</i>	141
Tabla 27.	Turnero opciones IPS	156
Tabla 28.	Asignación turno a usuaria.....	156
Tabla 29.	No conformidades en simulación <i>Lean Healthcare</i>	159
Tabla 30.	Acciones de mejora propuestas	161
Tabla 31.	Lista de no conformidades homologadas	162
Tabla 32.	Requerimientos	166
Tabla 33.	Hoja de recolección de datos	181
Tabla 34.	Contenido de chocolates de 100 paquetes de M&M's® minis agrupados en $k = 20$ subgrupos de tamaño $n = 5$	184
Tabla 35.	Resultados finales de la propuesta pedagógica.....	206



AGRADECIMIENTOS

Se agradece de manera especial a todas las instituciones de educación superior, a los grupos de investigación, a los semilleros de estudiantes, al sector empresarial nacional e internacional y a cada uno de los participantes en este proyecto, que de una u otra manera generaron los espacios y apoyaron para que este ejercicio pedagógico se realizará con éxito:

- Institución Universitaria Salazar y Herrera. IUSH.
- Institución Universitaria Instituto Tecnológico Metropolitano. ITM.
- Institución Universitaria Pascual Bravo.
- Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano.
- Corporación Universitaria Minuto de Dios. Uniminuto.
- Universidad de Guanajuato, México.



Este libro es resultado del proyecto de investigación titulado *Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas*, el cual se encuentra registrado en la Institución Universitaria Salazar y Herrera bajo el código 660001201, planes de acción Centro de Investigación Radicado n.º 000001.



PRÓLOGO

“La madurez del hombre es haber vuelto a encontrar la seriedad con la que jugaba cuando era niño”.
Friedrich Nietzsche

Las actividades lúdicas son herramientas importantes gracias a que permiten el fortalecimiento del aprendizaje, este es un proceso en el que el individuo se apropia del conocimiento. Las lúdicas se enfocan en el desarrollo de actividades que propician motivación en cualquier área de conocimiento, ya que permiten que los estudiantes transmitan sus necesidades a través del juego y propician el aprendizaje significativo.



Los procesos de lúdicas de aprendizaje recrean escenarios donde los participantes observan lo que sucede en la realidad profesional, y a través de sus apreciaciones pueden generar ideas de mejora que les permitirán tomar decisiones importantes para cambiar los escenarios simulados, este es un laboratorio en el que el estudiante se puede equivocar, pero lo más importante es el enriquecimiento del proceso enseñanza-aprendizaje, así, se pueden mencionar algunas ventajas como las citadas por Mejía (2014):

- Permiten “aprender haciendo”, desarrollan la comunicación, tienen en cuenta el impacto de las emociones en el aprendizaje y estimulan el aprendizaje por pares (Kober y Tarca, 2000).
- El aprendizaje mediante juegos desarrolla el pensamiento crítico, la comunicación grupal, el debate y la toma de decisiones, elementos que son difíciles de captar desde un enfoque meramente teórico (Zapata y Awad, 2007).
- Los juegos incrementan la velocidad de aprendizaje, mejoran la retención y la memorización de conceptos (Klassen *et al.*, 2003).

Las lúdicas de aprendizaje son una estrategia didáctica que utilizan los docentes para enseñar a los alumnos. Los estudiantes necesitan resolver problemas, analizar la realidad y transformarla, ellos deben estar en capacidad de enfrentarse a situaciones donde necesitarán tomar decisiones para resolver situaciones que aquejan a las organizaciones en el día a día.



El compromiso de las instituciones es brindar a sus estudiantes nuevos métodos que respondan a las necesidades del medio y en las lúdicas se combina lo cognitivo, lo afectivo y lo emocional de las personas que participan en su desarrollo. Las lúdicas de aprendizaje son dirigidas y monitoreadas por un docente encargado de analizar el nivel de aprovechamiento de los estudiantes para mejorar sus competencias y propiciar un nuevo conocimiento a través de un ejercicio práctico.

En ese sentido, se publicó un primer libro titulado *Diez lúdicas para el aprendizaje de herramientas de productividad* (Bohórquez et al., 2020), resultado del proyecto investigativo de nombre *Práctica educativa con aprendizaje basado en problemas bajo el enfoque de pedagogías interactivas, dialogantes y críticas propuestas*. Dicho proyecto buscaba crear escenario para la enseñanza y el aprendizaje. En este orden de ideas, surge un nuevo proyecto de investigación titulado *Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas* con el objetivo de dar respuesta a problemáticas relacionadas en función de cómo desarrollar una propuesta pedagógica donde los estudiantes conocieran y aplicaran elementos importantes para la productividad a través del juego. Ejercicio de investigación desarrollado bajo la estructura metodológica que presenta la **figura 1**.

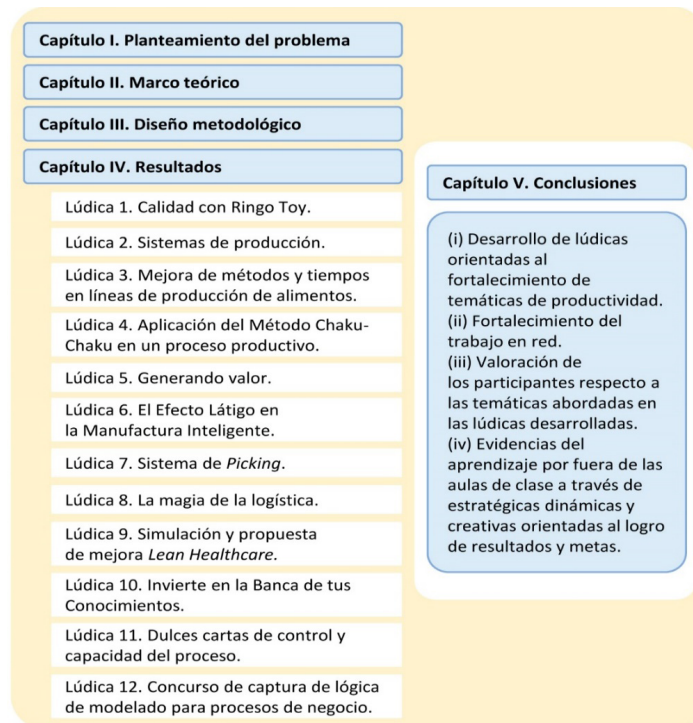


Figura 1. Estructura metodológica. Diseño y desarrollo de la investigación

A continuación, se sintetizan los aspectos más relevantes en el diseño y desarrollo del proceso de investigación que le dio origen a la presente obra.



Capítulo I. Planteamiento del problema. Uno de los desafíos de las instituciones educativas corresponde a brindar nuevos métodos de enseñanza-aprendizaje que respondan a las necesidades del medio. Por esta razón, se propone la creación de las “Jornadas lúdicas» para los miembros de las instituciones educativas que forman parte de la Red de Productividad como mecanismo para el fortalecimiento de las competencias generales y específicas, para el desarrollo profesional.

Capítulo II. Marco teórico. Partiendo de los postulados de Martínez (como se citó en Hernández, 2015), las lúdicas dentro de los procesos de enseñanza-aprendizaje deben orientarse según los principios de la didáctica para poder generar una influencia positiva en los estudiantes, para tal efecto se siguieron los lineamientos que permitieran, según los autores:

- Enseñar a los estudiantes a tomar decisiones ante problemas que pueden surgir en su vida.
- Garantizar la posibilidad de la adquisición de una experiencia práctica del trabajo colectivo y el análisis de las actividades organizativas de los estudiantes.
- Contribuir a la asimilación de los conocimientos teóricos de las diferentes asignaturas, partiendo del logro de un mayor nivel de satisfacción en el aprendizaje creativo.
- Preparar a los estudiantes en la solución de los problemas de la vida y la sociedad.



Capítulo III. Diseño metodológico. La propuesta de investigación parte de los principios de Hernández, Fernández y Baptista (2014), se asume desde un enfoque cualitativo, con alcance descriptivo y de acuerdo a su naturaleza como un estudio de casos. Las etapas definidas para el logro de los objetivos son:

- Diseño de lúdicas por parte de los docentes.
- Validación de las actividades para la puesta en marcha.
- Definición de agenda del evento.
- Puesta en marcha del evento.
- Certificación de participación.
- Evaluación del evento.
- Documentación de las jornadas lúdicas.

Capítulo IV. Resultados. El trabajo de campo del ejercicio investigativo se documentó en cada una de las estrategias pedagógicas presentadas en esta obra. De este modo se divulga el diseño, desarrollo y evaluación de los procesos de experimentación en función de:



- Calidad con *Ringo Toy*.
- Sistemas de producción
- Mejora de métodos y tiempos en líneas de producción de alimentos.
- Aplicación del método *Chaku-Chaku* en un proceso productivo.
- Generando valor operativo.
- El efecto látigo en la manufactura inteligente.
- Juego de *Picking*.
- El rompecabezas del almacén.
- Simulación y propuesta de mejora *Lean Healthcare* en la atención de citas prioritarias de un centro de salud.
- Invierte en la banca de tus conocimientos.
- Control estadístico de un dulce proceso.
- Concurso de captura de lógica de modelado para procesos de negocio.

Capítulo V. Conclusiones. Los resultados experimentales fueron analizados en cuatro categorías: i) desarrollo de lúdicas orientadas al fortalecimiento de temáticas de productividad; ii) fortalecimiento del trabajo en red; iii) valoración de los participantes respecto a las temáticas abordadas en las lúdicas desarrolladas y iv) evidencias del aprendizaje por fuera de las aulas de clase a través de estrategias dinámicas y creativas orientadas al logro de resultados y metas.

De este modo se emprende un esfuerzo de investigación que busca fortalecer los procesos de enseñanza-aprendizaje dentro y fuera del aula.





RESUMEN

Las herramientas lúdicas llevadas al aula se convierten en un referente estratégico, propician que el estudiante alcance su proceso de aprendizaje con sentido en ambientes agradables e interactivos con las personas de su entorno y que poseen intereses comunes en el conocimiento, por lo general los estudiantes son personas que se motivan y ven lo aprendido en la academia desde otra perspectiva y lo pueden replicar cuando están en su entorno laboral (Bohórquez *et al.*, 2020).

El propósito es enseñar herramientas de productividad, que los estudiantes complemen-
ten su conocimiento y tengan una mirada diferente de su proceso de aprendizaje, que lo puedan replicar y que sea algo divertido que les genere alegría, satisfacción y conocimiento, además, que permita pensar y actuar en medio de una situación determinada que fue construida a imagen de la realidad con un propósito pedagógico.

Es un trabajo dirigido a estudiantes de pregrado de programas relacionados con la ingeniería en producción y áreas afines que deseen profundizar en temas relacionados con productividad, y reúne a las instituciones universitarias que conforman la Red Académica de Productividad - Redprod y que se dan a la tarea de construir una serie de estrategias pedagógicas que permitan el aprendizaje lúdico de temáticas ingenieriles.

Este ejercicio surge además como parte de los productos del proyecto de investigación *Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas* en el que participaron los miembros de la Redprod encargados de organizar las diferentes jornadas lúdicas en productividad en las que se hicieron las pruebas de las doce (12) estrategias pedagógicas propuestas en este libro. Los productos esperados del proyecto son:

- a. Diseñar lúdicas para aplicar con los estudiantes que simulen procesos reales y problemas en materia de productividad.
- b. Ejecutar las lúdicas con los estudiantes y demás participantes de las diferentes instituciones de la Redprod, para verificar su grado de realidad, diversión, simplicidad y el aprendizaje adquirido.





Este libro muestra cómo “los estudiantes de ingeniería industrial y de carreras afines fortalecen sus competencias en dichas áreas y tienen una perspectiva diferente a la adquirida en la clase magistral sobre los usos y ventajas que tienen las herramientas abordadas” (Bohórquez *et al.*, 2020). Dentro de los resultados se encuentran aprendizajes en relación con la calidad, sistemas productivos, métodos y tiempos, cartas de control estadístico, logística, simulación, finanzas, BMP, entre otros conceptos propios de la ingeniería industrial y áreas afines en términos de productividad.

De esta manera, la lúdica es un aprendizaje dinámico, un espejo que transforma algo grande en menor escala, su elemento principal es el juego que enriquece el proceso de enseñanza-aprendizaje y posee un elemento significativo de lo aprendido.



ABSTRACT

The recreational tools brought to the classroom become a strategic reference, introducing the student to achieve their learning process with meaning in pleasant and interactive environments with the people in their environment and who have common interests in knowledge, usually students. They are people who are motivated and see what they have learned in the academy from another perspective, who can replicate it when they are in their work environment (Bohórquez, *et al.*, 2020).

The purpose is to teach productivity tools, that students complement their knowledge and have a different view of their learning process, that they can replicate it and that it is something fun that generates joy, satisfaction and knowledge of what has been done, in addition, which allows think and act in the midst of a certain situation that was built similar to reality with a pedagogical purpose.

Aimed at undergraduate students of programs related to Engineering in production and related areas who wish to study in depth issues related to productivity, the University Institutions that make up the Academic Productivity Network - REDPROD meet and give the task of building a series of strategies pedagogical that allow the playful learning of engineering themes.

This exercise also arises as part of the deliverables and methodology proposed by the research project entitled: "Pedagogical proposal for learning productivity tools through games" in which the members of REDPROD in charge of organizing the different play days in productivity, where the twelve (12) pedagogical strategies proposed in this book will be tested. These deliverables are summarized to:

- a. Design games to apply with students, simulating real processes and problems in terms of productivity.
- b. Carry out the games with the students and other participants from the different REDPROD institutions, to verify their degree of reality, fun, simplicity and the learning acquired.





This book shows how “industrial engineering students and related careers strengthen their competencies in these areas and have a different perspective from that acquired in the master class on the uses and advantages of the tools addressed” (Bohórquez et al., 2020). Among the results are learning in relation to quality, production systems, methods and times, statistical control charts, logistics, simulation, finance, BMP, among other concepts typical of industrial engineering and refines in terms of productivity. In this way, playful learning is a dynamic learning mirror that transforms something large on a smaller scale, its main element is the game that enriches the teaching-learning process and has a significant element of what has been learned.



MATERIALES Y MÉTODOS

En el contexto de nuevos paradigmas en la educación superior, se involucra la generación de escenarios propicios en el salón de clases en los que el estudiante pueda tomar parte activa y participar de su propio proceso de aprendizaje, así, el estudiante se convierte en el protagonista de la construcción de su propio conocimiento, con la debida orientación de un facilitador. Por tanto, la lúdica como alternativa metodológica complementaria para la enseñanza, puede considerarse como una práctica pedagógica, en tanto garantice que se planea, se desarrolla y se evalúa desde los procesos de enseñanza del respectivo pènsum académico (Mejía, 2014).



Las doce estrategias pedagógicas que se presentan en el libro son actividades didácticas que se desarrollan para la comprensión y asimilación de temáticas relacionadas con la productividad, planificación de la producción, calidad, inventarios, herramientas *Lean manufacturing*, medición de tiempos y del trabajo, *Picking*, gestión y diagramación de procesos. Todas ellas diseñadas para la recreación y el fortalecimiento de procesos de aprendizaje a través de la diversión y esparcimiento.

El desarrollo de las lúdicas es un trabajo de común acuerdo entre instituciones y corporaciones universitarias nacionales, así como universidades internacionales que lograron la participación de 344 personas durante las diferentes jornadas en las cuales se pusieron en práctica las doce estrategias pedagógicas. Todo esto en el marco del proyecto investigativo *Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas* liderado por la Red Académica de Productividad (Redprod) y en el cual se invitó a docentes, investigadores y externos a participar de forma articulada en la construcción.

Redprod, es una red académica internacional de programas de ingeniería industrial, afines en formación sobre productividad y producción, que propende por la investigación y el desarrollo académico en dichas temáticas a través de la sinergia de todos sus integrantes. La Redprod busca generar un espacio para dialogar, compartir, construir conocimiento y diseñar acciones cuya implementación ofrezca solución a problemáticas organizacionales, actuales y futuras, impactando positivamente la calidad de vida y la competitividad de la región y del país.

La Red Académica de Productividad actualmente está constituida por nueve instituciones de educación superior con programas de ingeniería afines en las áreas de Ingeniería



industrial, Producción y Productividad. Las instituciones que actualmente conforman la red son: el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la Institución Universitaria Salazar y Herrera, el Politécnico Jaime Isaza Cadavid, la Institución Universitaria Pascual Bravo, el Politécnico Gran Colombiano, la Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto), la Corporación Universitaria Remington, la Universidad Tecnológica de Pereira y la Universidad de Guanajuato (México).

Finalmente, con el ánimo de dar una introducción a lo que sustentará el presente libro resultado de investigación, se presenta de manera resumida en qué consiste cada subtítulo o estrategia pedagógica desarrollada describiendo la cantidad mínima o máxima de estudiantes para su ejecución, los responsables entre docentes y estudiantes, la institución de educación superior que vincula a los autores, las palabras clave y un breve resumen o descripción de la lúdica desarrollada.

CAPÍTULO I. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: CALIDAD CON *RINGO TOY*

- a. **Estudiantes participantes.** Entre veinticinco y treinta y cinco participantes.
- b. **Docentes responsables.** Yenny Alejandra Aguirre Álvarez y Mauricio Montoya Peláez.
IES/U. Institución Universitaria Salazar y Herrera (IUSH), Semillero de procesos (Sempro), estudiante Andrés Gómez Robinson, y Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid.
- c. **Resumen del subtítulo.** La calidad representa un concepto directamente relacionado con la estandarización de procesos, con el establecimiento de procedimientos y con ello el logro de objetivos organizacionales. Esta estrategia pedagógica combina la aplicación de procedimientos operativos estandarizados (POE) con el objetivo de incrementar el nivel de aprendizaje de conceptos técnicos en términos de calidad, pasando de ser teórica a práctica a través del armado de un personaje llamado *Ringo Toy*.
- b. **Palabras clave.** Calidad, POE, productividad, estandarización.



CAPÍTULO II. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: SISTEMAS DE PRODUCCIÓN

- a. **Capacidad de estudiantes.** Entre quince y veinticinco participantes.
- b. **Docentes responsables.** Emerson Andrés Giraldo Betancur y Mauricio Gómez Vásquez.
- c. **IES/U.** Politécnico Gran colombiano, Semillero de manufactura, automatización productividad y calidad a la empresa Consult-ING S.A.S.
- d. **Resumen del subtítulo.** Los diferentes sistemas de producción que se desarrollan en las organizaciones han ido evolucionando en el tiempo y se han adaptado a las



nuevas tendencias tecnológicas. Esta actividad lúdica facilita la aplicación de las bases conceptuales que soportan estos sistemas y se convierte en un insumo que invita a generar en los estudiantes una visión holística de los procesos productivos, permitiéndoles aplicar conceptos básicos relacionados, para consecuentemente poderlos adaptar mediante el uso y aplicación de las nuevas tecnologías de una forma más natural e innovadora.

- e. **Palabras clave.** Sistemas de producción, métodos y tiempos, balanceo de líneas, criterios de calidad, estandarización de procesos

CAPÍTULO III. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: MEJORA DE MÉTODOS Y TIEMPOS EN LÍNEAS DE PRODUCCIÓN DE ALIMENTOS

- a. **Capacidad de estudiantes.** Veinte participantes para los cuatro módulos.
- b. **Docentes responsables.** Lilyana Jaramillo Ramírez.
- c. **IES/U.** Instituto Tecnológico Metropolitano, Semillero Sistemas de producción: diseño y mejora (SiprodyM).
- d. **Resumen del subtítulo.** En esta lúdica se busca identificar variables controlables y no controlables que intervienen en el desarrollo de un proceso, en una línea por producto, utilizando técnicas del estudio del trabajo. Cada estación cuenta con cinco puestos con el método preestablecido, sus especificaciones de calidad y su secuencia de flujo. Cada equipo participante pasa por las cuatro estaciones, generando productos diferentes. Finalmente, se evalúan las variables identificadas que inciden directamente en el resultado (método aplicado y calidad del producto).
- e. **Palabras clave.** Métodos y tiempos, líneas de producción, mejora de métodos, tiempo estándar, módulo por producto.



CAPÍTULO IV. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: APLICACIÓN DEL MÉTODO CHAKU-CHAKU EN UN PROCESO PRODUCTIVO

- a. **Capacidad de estudiantes.** Entre siete y catorce participantes.
- b. **Docentes responsables.** Yesit Jovan Rodríguez Caro, Chárol Kátherin Vélez Castañeda y Beatriz Elena Osorio Vélez.
- c. **IES/U.** Institución Universitaria Pascual Bravo, Semillero: Seproca.
- d. **Resumen del subtítulo.** Actualmente, la economía mundial demanda mejoras e incrementos en los procesos productivos, buscando mayor competitividad. En esta estrategia lúdico-pedagógica se aplicó el sistema de producción continuo y el *Chaku-Chaku*, que permite reconocer las características, ventajas y dificultades, que dan respuesta a la optimización en el campo de la calidad, y en la disminución



de costos para alcanzar un incremento en la ejecución continua de los puestos de trabajo.

- e. **Palabras clave.** Método *Chaku-Chaku*, mejora continua, procesos productivos, calidad, competitividad.

CAPÍTULO V. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: GENERANDO VALOR OPERATIVO

- a. **Capacidad de estudiantes.** Entre seis y veinte participantes.
- b. **Docentes responsables.** María del Rocío Quesada Castro.
- c. **IES/U.** Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Semillero de investigación en productividad (SiproD).
- d. **Resumen del subtítulo.** Es una actividad diseñada para concientizar a los participantes en el concepto e importancia de la productividad y su incidencia en el valor operativo, sobre el fundamento o base de la cultura (enfocada en el compromiso, trabajo en equipo y calidad integral) y estructura organizacional (sistémica, fiable y oportuna, que ha sido diseñada, divulgada y apropiada en todos los niveles organizacionales), posibilitando la disminución de costos asociados.
- e. **Palabras clave.** Cultura organizacional, estructura, productividad, valor operativo.



CAPÍTULO VI. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: EL EFECTO LÁTIGO EN LA MANUFACTURA INTELIGENTE

- a. **Capacidad de estudiantes.** Entre diez y dieciocho.
- b. **Docentes responsables.** Sandra Milena Hincapié Montoya, Jorge Amado Rentería Vera, José Alejandro Durango Marín e Iván Darío Rojas Arenas.
- c. **IES/U.** Institución Universitaria Pascual Bravo, Semillero: Seproca.
- d. **Resumen del subtítulo.** El efecto látigo en la logística hace relación a las variaciones en la demanda real de los consumidores y la demanda de los eslabones intermedios de la cadena de suministro que afectan el flujo de información y producto que en ellos se dan. La lúdica propuesta pretende simular dichos escenarios que permitan a estudiantes tomar decisiones bajo circunstancias con fluctuaciones atípicas. Los resultados permiten identificar la importancia en el manejo transparente del flujo de información entre los actores de la cadena de suministro.
- e. **Palabras clave.** Efecto látigo, manufactura inteligente, cadena de suministro.



CAPÍTULO VII. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: JUEGO DE PICKING

- a. **Capacidad de estudiantes.** Veinte participantes.
- b. **Docentes responsables.** Farley Albeiro Restrepo Loaiza, Sandra Milena Álvarez Gallo, Jacobo Hernán Echavarría Cuervo y Gisela Patricia Monsalve Fonnegra.
- c. **IES/U.** Institución Universitaria Pascual Bravo, Grupo de investigación Qualipro; e Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Semillero Tecipprod.
- d. **Resumen del subtítulo.** A través de la lúdica, se logra que los participantes identifiquen los elementos principales a tener en cuenta en un sistema de *Picking*. Entre los conceptos reconocidos por los participantes de la lúdica se encuentran: los factores que afectan el comportamiento de los pedidos dentro de un centro de distribución, los tiempos de *Picking*, la falta de tecnología para la optimización del proceso, las deficiencias en la distribución y la localización de los productos, entre otros.
- e. **Palabras clave.** *Picking*, almacenamiento, centro de distribución, preparación de pedidos.



CAPÍTULO VIII. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: EL ROMPECABEZAS DEL ALMACÉN

- a. **Capacidad de estudiantes.** Entre nueve y veinte estudiantes.
- b. **Docentes responsables.** Oswaldo David Figueroa Duarte.
- c. **IES/U.** Corporación Universitaria Minuto de Dios (Uniminuto), Semillero de investigación en logística (SILO), los estudiantes Sindy Ramírez Monsalve y Anderson Duque Moreno.
- d. **Resumen del subtítulo.** La logística es uno de los aspectos primordiales en la cadena de abastecimiento. Para transportar materiales es necesario disponer de centros de distribución bien diseñados que permitan reducir los costos y tiempos de entrega. *Layout Jig-So* permite el aprendizaje de los elementos relevantes para el diseño de un almacén logístico, teniendo en consideración las áreas necesarias y la importancia de su correcta disposición en planta.
- e. **Palabras clave.** Logística, *Layout*, almacenamiento, CEDI.

CAPÍTULO IX. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: SIMULACIÓN Y PROPUESTA DE MEJORA LEAN HEALTHCARE EN LA ATENCIÓN DE CITAS PRIORITARIAS DE UN CENTRO DE SALUD

- a. **Capacidad de estudiantes.** Más de cincuenta participantes.



- b. **Docentes responsables.** Gisela Patricia Monsalve Fonnegra, Jacobo Hernán Echavarría Cuervo, Sandra Milena Álvarez Gallo y Farley Albeiro Restrepo Loaiza.
- c. **IES/U.** Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Semillero Técnicas para la planeación, programación y control de la producción (Tecipprod); e Institución Universitaria Pascual Bravo, Grupo de investigación Qualipro.
- d. **Resumen del subtítulo.** Se presenta una simulación *Lean Healthcare* para la atención de citas prioritarias en un centro de salud enfatizando en programación de operaciones de servicio, tópicos *Lean* y procesos del sector salud. Las actividades desarrolladas fueron preparar, ejecutar y evaluar el proceso; se utilizó metodológicamente la lúdica como herramienta de aprendizaje. Los participantes resaltaron la importancia del *Lean* en diversos sectores económicos; además, se evidenció la motivación que la actividad generó.
- e. **Palabras clave.** Programación de servicios, atención a usuarios, gestión de la calidad, sector salud.

CAPÍTULO X. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: INVIERTE EN LA BANCA DE TUS CONOCIMIENTOS



- a. **Capacidad de estudiantes.** Treinta participantes.
- b. **Docentes responsables.** MDO. Judith Marisol Rincón Ávila/LACP. José Alejandro Castro Téllez.
- c. **IES/U.** Universidad de Guanajuato (México).
- d. **Resumen del subtítulo.** En este capítulo, desarrollamos la lúdica “Invierte en la banca de tus conocimientos” misma que se llevó a cabo en la ciudad de Guanajuato, México, teniendo como objetivo el reforzar conocimientos del área de normalización en los sistemas de gestión para estudiantes de nivel superior de la Licenciatura en Administración de la Calidad y la Productividad.
- e. **Palabras clave.** ISO, normatividad, sistemas de gestión.

CAPÍTULO XI. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: CONTROL ESTADÍSTICO DE UN DULCE PROCESO

- a. **Capacidad de estudiantes.** Veinticinco participantes máximo.
- b. **Docentes responsables.** José Carlos Velázquez Luna.
- c. **IES/U.** Universidad de Guanajuato (México).
- d. **Resumen del subtítulo.** Se realiza una actividad lúdica como estrategia pedagógica de educación superior en la que los estudiantes simulan un proceso de



producción, generan datos y utilizan estos datos para construir cartas de control y analizar la capacidad del proceso, con el objetivo de determinar si dicho proceso se encuentra bajo control estadístico y si es capaz de entregar artículos que cumplan con las expectativas de los consumidores o clientes.

- e. **Palabras clave.** *Control estadístico de procesos, carta de control, capacidad del proceso, calidad.*

CAPÍTULO XII. ESTRATEGIA PEDAGÓGICA: CONCURSO DE CAPTURA DE LÓGICA DE MODELADO PARA PROCESOS DE NEGOCIO

- a. **Capacidad de estudiantes.** Entre diez y treinta participantes.
- b. **Docentes responsables.** Ramón Navarrete Reynoso.
- c. **IES/U.** Universidad de Guanajuato, Departamento de Estudios Organizacionales (México).
- d. **Resumen del subtítulo.** En este capítulo se presenta una lúdica que se enfoca en ejercitar la capacidad de capturar la lógica de los procesos por parte de los estudiantes para comprender y evaluar la importancia del modelado adecuado de los procesos de negocio mediante la aplicación de la semántica y sintaxis de la técnica de modelado BPM.
- e. **Palabras clave.** Gestión de procesos de negocio, modelado de procesos de negocios (BPM), *Key Performance Indicator*.

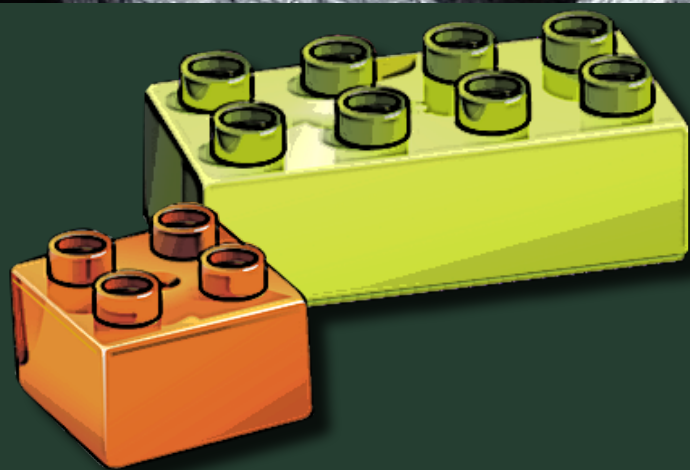


CAPÍTULO XIII. DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES



Capítulo I

Estrategia pedagógica:
calidad con *Ringo Toy*





1.1 PRESENTACIÓN

El concepto de calidad es relevante en esta propuesta de investigación, por ello es importante comenzar el acercamiento al marco teórico de los diferentes conceptos que se esperan lograr con el desarrollo de esta lúdica en general, y del concepto de calidad en particular. La norma internacional ISO 9001:2015 sistema de gestión de calidad (SGC), indica que el sistema se hace necesario cuando una organización:

Necesita demostrar su capacidad para proporcionar regularmente productos y servicios que satisfagan los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables, y b) aspira a aumentar la satisfacción del cliente a través de la aplicación eficaz del sistema, incluidos los procesos para la mejora del sistema y el aseguramiento de la conformidad con los requisitos del cliente y los legales y reglamentarios aplicables.

Nota 1: en esta Norma Internacional, los términos producto o servicio se aplican únicamente a productos y servicios destinados a un cliente o solicitados por él (ISO, 2015).

Las necesidades implícitas y explícitas del entorno requieren ser consideradas con enfoque de calidad, en búsqueda de estrategias y acciones para la satisfacción de necesidades y la superación de expectativas particulares de calidad en productos o servicios. De otro lado, Crosby define calidad de la siguiente manera:

Esa es precisamente la razón por la que definimos calidad como conformidad con requerimientos, sí así es como lo vamos a manejar... Esto es lo mismo en negocios. Los requerimientos tienen que estar claramente establecidos para que no haya malentendidos. Las mediciones deben ser tomadas continuamente para determinar conformidad con esos requerimientos. La no conformidad detectada es una ausencia de calidad. Los problemas de calidad se convierten en problemas de no conformidad y la calidad se convierte en definición (Crosby, 1979).

Por su parte, Deming (1988) propone el siguiente planteamiento:

¿Qué es calidad? Calidad puede estar definida solamente en términos del agente.
¿Quién es el juez de la calidad? En la mente del operario, produce calidad si toma orgullo en su trabajo. La mala calidad, según este agente, significa la pérdida del





negocio o de su trabajo. La buena calidad, piensa, mantendrá a la compañía en el negocio. Todo esto es válido en industrias de bienes y servicios. La calidad para el gerente de planta significa obtener las cifras resultantes y conocer las especificaciones. Su trabajo es también el mejoramiento continuo de los procesos y liderazgo (Deming, 1988).

Para finalizar, sobre el concepto de calidad, Ishikawa propone:

Como uno interprete el término “calidad” es importante... De manera somera, calidad significa calidad del producto. Más específico, calidad es calidad de trabajo, calidad del servicio, calidad de información, calidad de proceso, calidad de la gente, calidad del sistema, calidad de la compañía, calidad de objetivos, etc. (Ishikawa, 1985).

Otro concepto fundamental que se debe definir es el de procedimiento operativo estandarizado (POE). Para poder garantizar la uniformidad, reproducibilidad y consistencia de las características de los productos o procesos realizados en una empresa, es necesario el adecuado ordenamiento del personal mediante procedimientos estandarizados operativos estandarizados (en inglés *Standard Operation Procedures*), a partir de los cuales se detallan funciones y responsabilidades. Estos son aquellos procedimientos escritos que describen y explican cómo realizar una tarea para lograr un fin específico, de la mejor manera posible.

Los POE resultan de ejercicios desarrollados a partir de las buenas prácticas, considerando para ello sus ventajas. Por ejemplo: generan la descripción de una secuencia específica de eventos para realizar una tarea, aseguran la estandarización de procesos que además son aplicables a flujos específicos de tareas. A pesar de que no existe un único documento para la generación de un POE, buscan la estandarización propia de cada organización, que como mínimo deben de indicar: cómo, cuándo, dónde y quién ejecuta las tareas (Anmat, 2016).

Michael Porter en su texto *La ventaja competitiva de las naciones*, define la productividad como:

El determinante primordial del nivel de vida de un país y del ingreso nacional por habitante. La productividad de los recursos humanos determina los salarios y la productividad proveniente del capital determina los beneficios que obtienen para los propietarios del mismo (Porter, 1999).

Se puede inferir que la productividad entrelaza la competitividad de una empresa, región y país, por medio de la optimización de recursos para la obtención efectiva de productos y servicios. De otro lado la EANPC indica que:

La productividad es, ante todo, un estado de la mente. Es una actitud que busca el mejoramiento continuo de todo cuanto existe. Es la convicción de que las cosas



se pueden hacer mejor hoy que ayer y mañana, mejor que hoy. Adicionalmente, significa un esfuerzo continuo para adaptar las actividades económicas y sociales al cambio permanente de las situaciones, con la aplicación de nuevas teorías y nuevos métodos (EANPC, 1959).

La Organización de Estados Iberoamericanos ofrece esta acepción:

De un modo general, la productividad se refiere a lo que genera el trabajo: la producción por cada trabajador, la producción por cada hora trabajada, o cualquier otro tipo de indicador de la producción en función del factor trabajo. Lo habitual es que la producción se calcule utilizando números, índices (relacionados, por ejemplo, con la producción y las horas trabajadas), y ello permite averiguar la tasa en que varía la productividad (OEI, 1999).

Para culminar esta aproximación al concepto de productividad, se ofrece la definición de la Organización Internacional del Trabajo (OIT) quien dice que “los productos son fabricados como resultados de la integración de cuatro elementos principales: tierra, capital, trabajo y organización. La relación de estos elementos a la producción es una medida de la productividad” (OIT, 1997).



1.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Generar en los estudiantes la óptima adquisición de competencias en calidad enfocada en la cultura de estandarización de procedimientos y documentación basados en la productividad.

Objetivos específicos

- Proporcionar la adquisición de conocimientos mediante una serie de actividades lúdicas enfocadas en la calidad.
- Supervisar el desarrollo óptimo de las actividades mediante la explicación, ejemplificación y observación de los diferentes procedimientos de las tareas.
- Evaluar los resultados obtenidos por los estudiantes y generar retroalimentación asertiva orientada a los POE como herramientas para el control de calidad y la estandarización de operaciones.

1.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Descripción detallada de cada uno de los recursos materiales, equipos, humanos, financieros, procedimientos y logísticos necesarios o requeridos para la ejecución de la lúdica.



Materiales

Ringo Toy es un muñeco de cartón que se construye a partir de la unión de partes individuales siguiendo una serie de pasos. Los materiales requeridos son:

La **figura 2** muestra la impresión de *Ringo Toy* con todas las partes del cuerpo para unir y formar el muñeco.

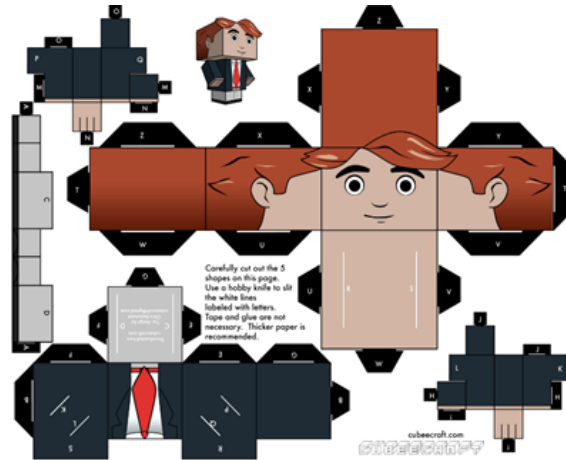


Figura 2. Impresiones de *Ringo Toy*
Fuente: Cubecraft, 2019



Se utiliza una *pokebola* (**figura 3**) para hacer el símil de un maletín para *Ringo Toy*.

Se requieren además seis impresiones de los POE en formato pliego de papel bond, uno para cada una de las partes de *Ringo Toy* (pies, mano izquierda, mano derecha, tronco, cabeza, maletín) como se puede apreciar en la **figura 4** y en la **figura 5**.

También se necesitan seis impresiones de los POE en formato A4 sin diligenciar, que servirán de guía para armar el paso a paso del proceso.

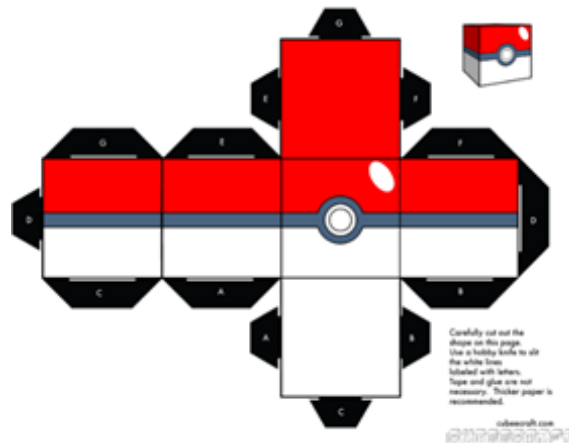


Figura 3. Maletín de *Ringo Toy*
Fuente: Cubecraft, 2019

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas



PROCESO: Armar los pies de <i>Ringo Toy</i>	
RESPONSABLE: Equipo Alfa	VERSIÓN: 001
FECHA: 11 de julio de 2019	FORMATO: A-01

2. OBJETIVO: Armar en el equipo de manera colaborativa y estandarizada los pies del personaje <i>Ringo Toy</i> utilizando los recursos disponibles para ello y siguiendo el paso a paso establecido por el diagrama de flujo respectivo.
--

3. ALCANCE: El proceso comienza con la revisión del paso a paso para armar los Pies del personaje <i>Ringo Toy</i> , pasando por la toma y utilización de materiales hasta ensamblar la pieza correctamente.
--

4. RESPONSABLES: Equipo Alfa
--

5. ENTRADAS (PROVEEDORES): Instrucciones (diagrama de flujo) Materiales para armar los pies del personaje <i>Ringo Toy</i>

6. SALIDAS (CLIENTES): Los pies del personaje <i>Ringo Toy</i>
--

7. INDICADORES: Los pies del personaje <i>Ringo Toy</i> $\text{Tiempo de armado} = \frac{\text{Tiempo real armado}}{\text{Tiempo total de proceso}} \times 100\% \quad \text{Eficiencia de recursos} = \frac{\text{Recursos utilizados}}{\text{Recursos disponibles}} \times 100\%$
--

8. DURACIÓN, CICLO, FRECUENCIA: Duración: 15 minutos por los pies del personaje <i>Ringo Toy</i> Ciclo: 1,40 minutos Frecuencia: una vez
--



Figura 4. Proceso para armar el maletín de *Ringo Toy*

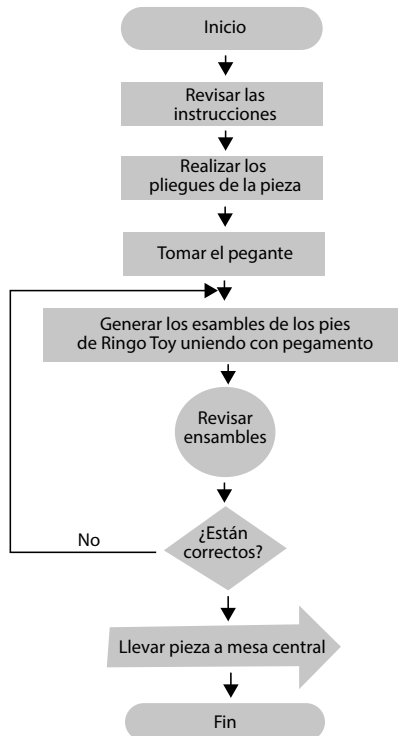


Figura 5. Diagrama de flujo



Talento humano

Para el desarrollo de la lúdica se requiere de dos personas, el líder que dirige la actividad pedagógica y un estudiante auxiliar de apoyo.

Recursos didácticos

Implementos de armado tales como tijeras, cinta adhesiva, pegamento, que se suministran durante la actividad.

Recursos locativos

Se requieren nueve mesas, seis para los equipos de trabajo con el respectivo número de sillas de acuerdo con la cantidad de participantes, dos para la disposición de materiales y una mesa como espacio dispuesto para armar a *Ringo Toy*.

Tiempo estimado

Para el desarrollo de esta estrategia pedagógica se requiere de 1 hora y 30 minutos divididos de la siguiente manera: 10 minutos en alistamiento del lugar de desarrollo de la lúdica, 5 minutos de presentación del equipo de trabajo, 15 minutos de contextualización de los conceptos a ser utilizados durante la actividad, 10 minutos para la explicación de la lúdica, 35 minutos para el desarrollo, 15 minutos de cierre a través de análisis concluyente.



Competencias de los estudiantes

- Generar construcciones estandarizadas de los procesos bajo el principio o fundamento de las políticas de calidad.
- Desarrollar habilidades para el seguimiento de instrucciones a partir de un objetivo determinado, siendo claros en los roles del trabajo colaborativo y la orientación al logro.
- Revisar las medidas de incremento a los niveles de productividad a partir de los POE como instrumento orientador de los flujos de calidad de cara al cliente final.



1.4 PROCEDIMIENTO

En la **figura 6** se muestra el flujograma de los pasos o etapas para la ejecución de la lúdica.

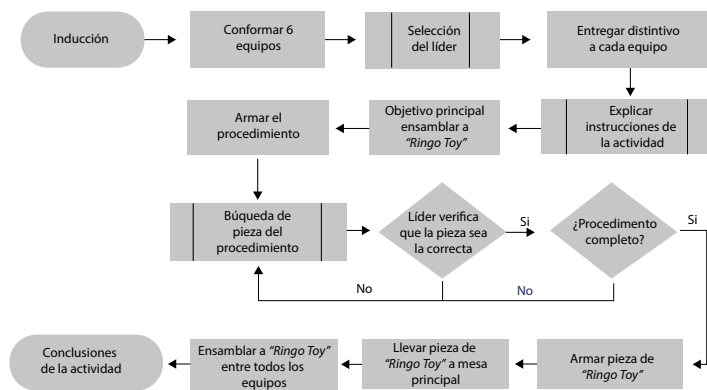


Figura 6. Flujograma del desarrollo de la estrategia lúdica

Descripción de las etapas de la lúdica e implementación



A continuación, se genera la descripción detallada de las etapas del procedimiento, dejando de manera explícita la ejecución de cada uno de los pasos que se tuvieron en cuenta para el logro de esta estrategia pedagógica.

Paso 1. Se procede al alistamiento del lugar para el desarrollo de la lúdica, el cual consiste en disponer de seis mesas de trabajo con el número de sillas de acuerdo con la cantidad de participantes. Allí estará la parte de *Ringo Toy* de cada equipo con elementos de ensamble como pegamento, cinta adhesiva, tijeras. Se destinan dos mesas auxiliares con las piezas recortadas del POE de todos los equipos de forma aleatoria. Se pega cerca al equipo, en la pared, el POE en formato A4 sin diligenciar que servirá como referencia para armar el POE completo correspondiente a la parte de *Ringo Toy* que se le asigne a cada equipo.

Paso 2. El equipo organizador de la estrategia lúdica realiza su presentación, tanto el líder como el estudiante auxiliar como se observa en la **figura 7**.



Figura 7. Presentación del equipo organizador de la estrategia lúdica



Paso 3. Se realiza una breve contextualización de conceptos como calidad, POE y productividad, importantes para la comprensión del objetivo principal de la lúdica y que además permitirán generar un cierre orientado a la estrategia pedagógica a ser desarrollada.

Paso 4. El paso a seguir es la conformación de los seis equipos de trabajo, de acuerdo a la cantidad de personas será la cantidad de participantes por equipos, puede ser de forma aleatoria o por selección de los participantes. Se deben garantizar que sean seis equipos que corresponden a las seis partes que conforman a *Ringo Toy*.

Paso 5. En este paso se realiza la selección del líder del equipo, para ello se entrega a cada participante una hoja con seis retos lógicos, quien del grupo resuelva primero tres de los seis retos de manera exitosa será el líder del grupo. En la **tabla 1** se muestran los retos que serán desarrollados y en la **figura 8** los participantes desarrollando los retos.

Tabla 1. Retos para la selección del líder por equipo

Número del reto	Descripción del reto	Respuesta
Reto 1	Buscando agua, una rana cayó en un pozo de 30 metros de hondo. En un su intento de salir, la obstinada rana conseguía subir 3 metros cada día, pero por la noche resbalaba y bajaba dos metros ¿podrías decir cuantos días tardó la rana en salir?	
Reto 2	Si en una familia viven once hermanos, y si cada hermano tiene una hermana ¿Cuántos son en total?	
Reto 3	Cuando yo tenía seis años, mi hermana menor tenía la mitad de edad que yo. Ahora que tengo 70 años ¿cuántos años tiene mi hermana?	
Reto 4	En una carrera, un corredor adelanta al que va segundo ¿En qué posición se coloca?	
Reto 5	Un plomero compró un tubo de 10 metros de largo. Si cada día corta 2 metros ¿en cuántos días termina de cortarlo?	
Reto 6	En un callejón oscuro hay 10 focos prendidos ¿cuántos hay apagados?	





Figura 8. Participantes desarrollando los retos

Paso 6. En esta etapa se dan las instrucciones de la actividad, partiendo por la distribución de los equipos de trabajo (alfa-ojo, beta-azul, gamma-verde, delta-violeta, omega-amarillo, sigma-gris) y se hace entrega de distintivos, los cuales son escarapelas de colores marcadas con el nombre del equipo. Posteriormente se explica a los equipos en que consiste la actividad:



- El objetivo de la actividad es armar a *Ringo Toy* y cada equipo debería construir una pieza de su cuerpo.
- Para ello, primero deberán armar el procedimiento que les dará el paso a paso (POE) de cómo hacer la pieza que les corresponde (mano derecha, mano izquierda, pies, tronco, cabeza y maletín).
- Las partes que componen el procedimiento están distribuidas en dos mesas centrales para que, por turnos, un participante de cada equipo se desplace a tomar la pieza correspondiente a su proceso, solo una pieza por turno (se deberá supervisar que, en ningún momento, en las mesas centrales estén dos participantes del mismo equipo). Las mesas tendrán los letreros de marcación que muestra la **tabla 2** para identificar que las piezas que componen la totalidad del POE estén en cada una de ellas.

Tabla 2. Retos para la selección del líder por equipo

Mesa A	Mesa B
En esta mesa encontrarás las siguientes piezas del rompecabezas de tu proceso:	En esta mesa encontrarás las siguientes piezas del rompecabezas de tu proceso:
2. Objetivo 4. Responsables 6. Salidas (clientes) 8. Indicadores	3. Alcance 5. Entradas (proveedores) 7. Diagrama de flujo 9. Duración, ciclo, frecuencia

- El participante le lleva a su líder la pieza hallada y este la pega en su procedimiento en una zona destinada de trabajo para ello en la pared, tomando como referencia



la **figura 3** del diagrama de flujo sin diligenciar en formato A4 pegado cerca a su puesto de trabajo, antes deberá verificar que sea la correcta (**figura 9**):

- Si es la correcta, le dará la salida al siguiente integrante, que repetirá el mismo proceso, hasta completar las ocho piezas que componen el rompecabezas del proceso de armado de *Ringo Toy*.
- Si no es la correcta, deberá devolver la pieza a la mesa de donde la tomó y regresará para dejar que otro integrante del equipo tenga la oportunidad de seleccionar una nueva pieza del rompecabezas.



Figura 9. Participantes armando el rompecabezas de sus POE



- Una vez terminado el rompecabezas del POE, todo el equipo podrá comenzar a armar la parte de *Ringo Toy* que le haya correspondido (mano derecha, mano izquierda, pies, tronco, cabeza, maletín), y que está disponible en su mesa de trabajo aún sin ser armada, junto con algunos elementos auxiliares de ensamble tales como cinta adhesiva, pegamento, tijeras, para ello debe seguir las instrucciones anotadas en el POE tal como se observa en la **figura 10**.

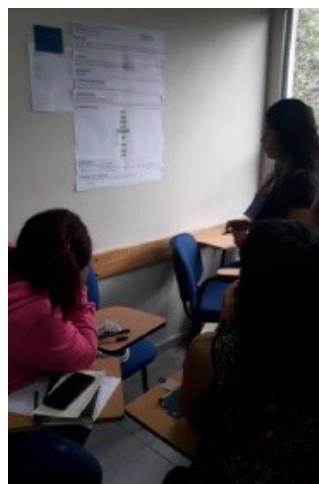


Figura 10. Participantes validando el orden de su POE



- Cuando el equipo tenga la pieza lista, el líder delega a otro integrante del equipo para dirigirse a una mesa central dispuesta en el centro del lugar donde se está desarrollando la lúdica para armar a *Ringo Toy* entre todos los delegados de los demás equipos. Se considerará inicialmente como ganador al equipo que llegue primero a la mesa central con su parte de *Ringo Toy* debidamente ensamblada.
- La actividad finaliza cuando *Ringo Toy* esté completamente ensamblado y estable en la mesa central de trabajo junto a su maletín tal como se observa en la **figura 11**.



Figura 11. Ringo Toy completamente armado



- Un organizador deberá supervisar la zona de las mesas con las piezas del rompecabezas, la otra organizadora, deberá supervisar que en los equipos no se arme ninguna parte de *Ringo Toy* hasta que el rompecabezas del procedimiento esté completo (**figura 12**).

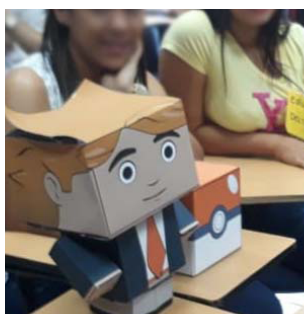


Figura 12. Ringo Toy listo para comenzar conclusiones del ejercicio

- Es importante anotar que el auxiliar en el desarrollo de la actividad debe supervisar la zona de las mesas con las piezas del rompecabezas, y el líder director de la actividad debe revisar que en los equipos no se arme ninguna parte de *Ringo Toy* hasta que el rompecabezas del procedimiento esté completo, además de resolver dudas durante el desarrollo de la lúdica.

Paso 7. Se procede a elaborar las conclusiones del ejercicio en torno a la calidad, el POE y la productividad del proceso. Se realizar el respectivo registro fotográfico.



1.5 RESULTADOS

Luego del desarrollo de la estrategia pedagógica, los participantes lograron generar construcciones estandarizadas de los procesos considerando el principio o fundamento de las políticas de calidad.

Fue importante a lo largo del ejercicio, el desarrollo de habilidades para el seguimiento de instrucciones a partir de un objetivo determinado, siendo claros en los roles del trabajo colaborativo y la orientación al logro.

Finalmente, la lúdica representa un escenario para revisar las medidas de incremento a los niveles de productividad a partir de los POE como instrumento orientador de los flujos de calidad de cara al cliente final. Como ejercicio conclusivo, también se plantean una serie de preguntas, las cuales se desarrollarán en un espacio de quince minutos para discutir las propuestas de mejora e implementarlas en la siguiente fase:

- ¿Cómo se ve reflejado el proceso de calidad con la lúdica desarrollada?
- ¿Sería mejor construir a *Ringo Toy* con POE o sin POE?
- ¿Qué ventajas traerían los POE para la productividad de los procesos?
- ¿En qué procesos se puede aplicar el POE?



1.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Los participantes, luego de contestar a las preguntas planteadas evidencian que la calidad, a pesar de ser una medida subjetiva sobre la evaluación de los procesos, representa un indicador fundamental para incrementar los niveles de satisfacción de quienes están involucrados en las actividades organizacionales, clientes internos y externos.

Por otra parte, se puede evidenciar que las estrategias lúdicas permiten incrementar el nivel de aprendizaje de conceptos técnicos (como lo es el POE) seguramente una estrategia meramente teórica, representaría un alto nivel de complejidad en su comprensión. La práctica, el ejemplo y la actividad son técnicas que apoyan la formación conceptual de los diferentes procedimientos.

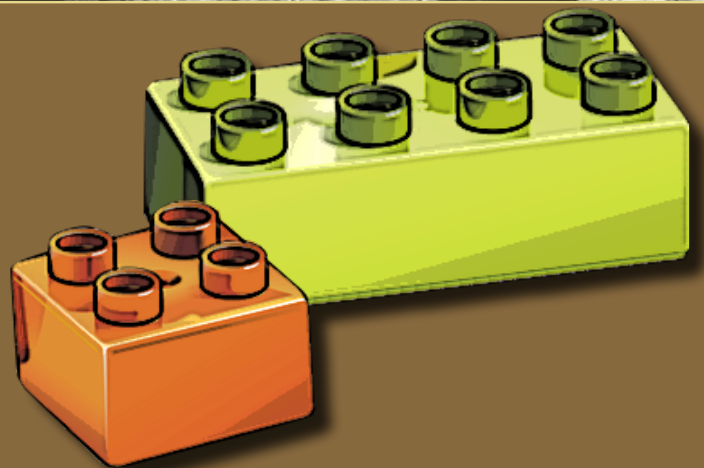
Actividades donde se involucren los POE como herramientas para el control de calidad y la estandarización de operaciones permiten una guía paso a paso para el logro de objetivos, independientemente de si los actores del proceso son o no conocedores del mismo, tal como ocurrió con *Ringo Toy*, actor que no era conocido entre los participantes pero que gracias al POE pudo ser armado de forma estandarizada.

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.



CAPÍTULO II

Estrategia pedagógica:
sistemas de producción





2.1 PRESENTACIÓN

De acuerdo con Miltenburg (2005), el sistema de producción utilizado por una organización debe ser el que sea más capaz de proveer los *outputs* de fabricación requeridos por sus clientes. Asimismo, reconoce siete sistemas de producción, a saber:

- Sistema de producción Job Shop.
- Sistema de producción de flujo en lotes.
- Sistema de producción flexible.
- Sistema de producción de flujo lineal acompasado por operario.
- Sistema de producción justo a tiempo.
- Sistema de producción de flujo lineal acompasado por equipo.
- Sistema de producción en flujo continuo.



Por su parte, Krajewski, Ritzman y Malhotra (2008) señalan que la planta de producción intermitente (*Job Shop*) se aplica en empresas que se especializan en la producción de bajo a mediano volumen y utilizan procesos por trabajo o por lote. En este tipo de ambientes con flujo flexible, resulta difícil programar las tareas por el alto grado de variabilidad que se observa en las rutas que siguen los trabajos y por la incesante llegada de nuevos trabajos que deben procesarse, mientras que en una planta de producción continua (*Flow Shop*) las organizaciones se especializan en la producción de mediano a alto volumen y utiliza procesos en línea o continuos.

En este último caso es más fácil programar las tareas, porque en una instalación con flujo lineal, los trabajos siguen un patrón de flujo común por todo el sistema. Sin embargo, los errores de programación pueden ser costosos en cualquiera de las dos situaciones.

De acuerdo con el sistema utilizado, se da la forma de abordar la programación de la planta y, por ende, el estudio de tiempos. Según Kanawaty (2011) el estudio de tiempos es una técnica de medición del trabajo empleada para registrar los tiempos y ritmos de trabajo correspondientes a los elementos de una tarea definida, efectuada en condiciones determinadas, y para analizar los datos a fin de averiguar el tiempo requerido para realizar la tarea según la norma de ejecución preestablecida.



Con el fin de garantizar resultados óptimos en los sistemas de producción, como criterios fundamentales para tener en cuenta, también podemos involucrar conceptos relacionados con la calidad, la estandarización de los procesos productivos y la gestión del conocimiento.

Una de las primeras definiciones que se relacionaron con el concepto de calidad, tiene que ver con la calidad como conformidad de las especificaciones. Para Shewhart (1931), la definición de calidad debe, ante todo, servir para medir la calidad del producto de modo que sea posible un análisis continuo de su evolución en el tiempo. Crosby (1979) indica que las especificaciones deben ser claramente declaradas de manera que no sean incomprendidas. Mientras que Camisón, Cruz y González concluyen que se puede clasificar la calidad desde dos perspectivas muy generales:

Calidad objetiva, la cual está implícita en los conceptos de calidad como excelencia, la calidad como conformidad con las especificaciones o basada en el producto y la calidad como aptitud para el uso. Y la calidad subjetiva, la cual se desprende de la definición de calidad como satisfacción de las expectativas del cliente (2006).

Entrando ahora en conceptos que relacionan la estandarización, los costos, la productividad y la calidad, de acuerdo con Tafolla (2000), la estandarización se puede considerar como el desarrollo sistemático de los procesos, mediante la aplicación y actualización de actividades, patrones, medidas uniformes y especificaciones para materiales, productos o marcas, con el fin de lograr un producto o servicio con mínima variabilidad, permitiendo de esta forma que las organizaciones cuenten con un método que les facilite controlar de una forma más puntual los costos relacionados con los actores involucrados en el proceso productivo (materiales, recursos humanos, infraestructura). Su objeto es reducir costos y mantener unos niveles satisfactorios de calidad y rendimiento.

Pero lograr lo anteriormente expuesto no es sencillo, se requiere, además de procesos y productos normalizados e infraestructura óptima, de personal competente. Según Sveiby (1988), si el objetivo de una organización es aumentar la competencia de su personal, la transferencia de conocimiento a través de la información no es un método confiable. Las personas necesitan métodos más osmóticos similares a la transmisión tradicional de conocimiento del maestro al aprendiz. Sveiby recalca la importancia del aprender haciendo, basado en la estadística de que la gente recuerda entre un 60 a un 70 por ciento de lo que hacen. Aprender haciendo es un ejemplo de transferencia de conocimiento por tradición (1988).

De acuerdo con lo anterior, es clara la importancia que toma la gestión del conocimiento dentro de la organización. En la práctica, el conocimiento tiene tres características: i) el conocimiento es tácito y por lo tanto se encuentra en la mente de cada individuo, se logra a través de experiencias y vivencias personales y en ocasiones es inconsciente, este conocimiento es difícil de transmitir y requiere del desarrollo de canales de comunicación especiales; ii) además, el conocimiento es dinámico, se construye, moldea y



modifica de forma continua, lo que genera la necesidad de mantener una constante adaptación en las organizaciones y, por último, iii) el conocimiento tiende a la estandarización gracias a que el cerebro, a medida que aprende, genera patrones y reglas inconscientes que permiten al individuo resolver problemas particulares de forma general (Sveiby, 1988).

De esta forma, la gestión del conocimiento en las organizaciones se convierte en un objetivo claro para la estandarización y optimización de sus procesos.

2.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Desarrollar competencias, conocimientos y habilidades que les permitan a los estudiantes reconocer diferentes sistemas de producción y cómo estos se pueden adecuar a los sistemas productivos actuales de las organizaciones con el objetivo de mejorar de forma continua sus procesos.

Objetivos específicos

- Fomentar la adquisición de conocimientos, competencias y habilidades para la toma de decisiones, mediante una actividad lúdica que les permita a los estudiantes aplicar de forma práctica conceptos relacionados con los sistemas productivos.
- Generar espacios que propicien el aprendizaje colaborativo, el liderazgo, la comunicación y la toma de decisiones en situaciones problemáticas que incentiven a los estudiantes a identificar e implementar oportunidades de mejora.
- Acompañar y orientar a los estudiantes con el fin de propiciar la construcción del conocimiento, garantizando la correcta aplicación de los conceptos desarrollados en la actividad.
- Propiciar un espacio de retroalimentación continua que facilite al estudiante interiorizar los conocimientos que se pretenden transmitir mediante la actividad.
- Evaluar la pertinencia de la actividad y su grado de aplicabilidad y aceptación.

2.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Papel, regla, cosedora, lápiz, colores y tijeras.

Talento humano

Equipos de siete personas.





Recursos didácticos

Videobeam, tablero y marcador.

Recursos locativos

Mesas y sillas.

Tiempo estimado

Noventa minutos.

Competencias de los estudiantes

- Planear, programar, coordinar y controlar el proceso para la manufactura de productos, así como los requerimientos para su implantación.
- Promover, planear y coordinar procesos de reflexión para detectar oportunidades de mejora en diversas áreas de la organización, con un enfoque de valor agregado integral.



2.4 PROCEDIMIENTO

La lúdica consta de siete fases:

- Conformación de los equipos.
- Entrega de la información.
- Piloto de fabricación.
- Fabricación en sistema Job Shop.
- Fabricación en sistema de flujo en lotes.
- Fabricación en sistema de flujo lineal acompasado por operario.
- Discusión de resultados.

Descripción de las etapas de la lúdica e implementación

En la **tabla 3** se presenta el cursograma analítico actual del proceso, en el cual se establecen las actividades requeridas para la fabricación de las cajas y su secuencia.



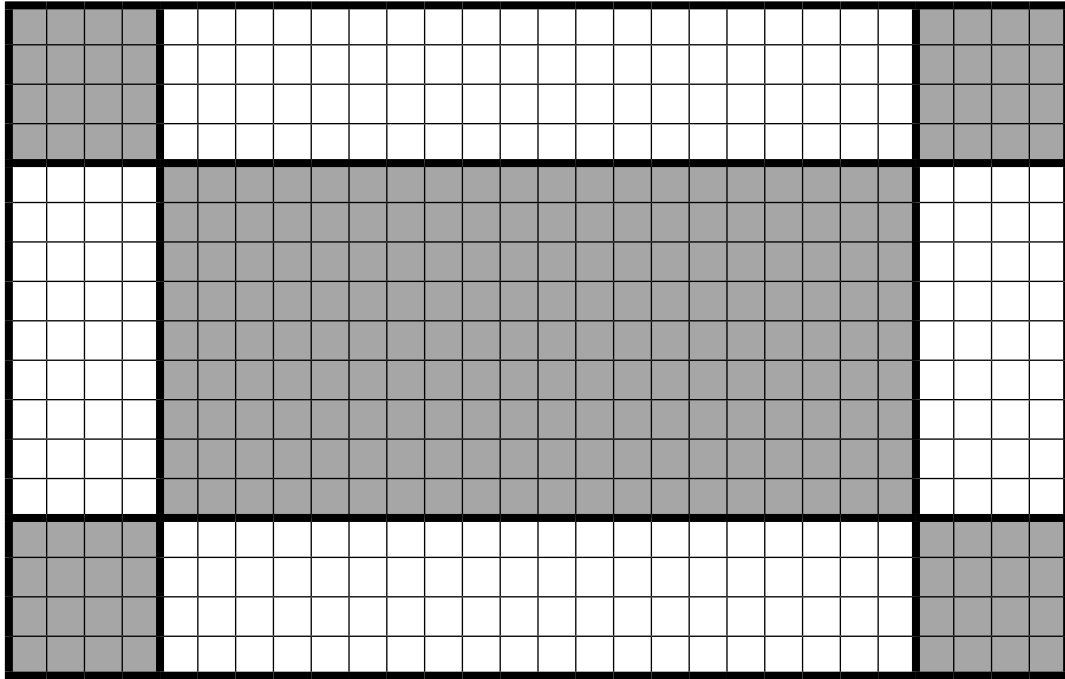
Tabla 3. Cursograma analítico de la actividad propuesta (operario)

Cursograma analítico	Operario		X	Material			
Diagrama 1, hoja 1 de 1	Resumen						
Actividad: fabricación de cajas	Actividad	Actual		Propuesto	Economía		
	Operación	5					
Método actual	Transporte	0					
Se pasan los materiales por cada uno de los procesos hasta obtener la caja solicitada por el cliente.	Espera	0					
	Inspección	0					
	Almacenamiento	0					
	Total	5					
Descripción	Tiempo	Frecuencia	Símbolo				Número de operarios
		Q					
Marcar papel		1	x				A
Cortar papel		1	x				B
Doblar papel		1	x				C
Soldar grapas		1	x				D
Pintar caja		1	x				E



Imagine que usted es el gerente de manufactura de una empresa que produce cajas. La demanda de las cajas es aleatoria (cambia la cantidad, los tamaños y los colores de acuerdo con el sistema de producción que se está evaluando). La empresa cuenta con los siguientes procesos:

Marcación: el primer proceso consiste en la marcación de la pieza a producir. Usted cuenta con una lámina de papel de la cual debe obtener la pieza que se observa en la **figura 13**.

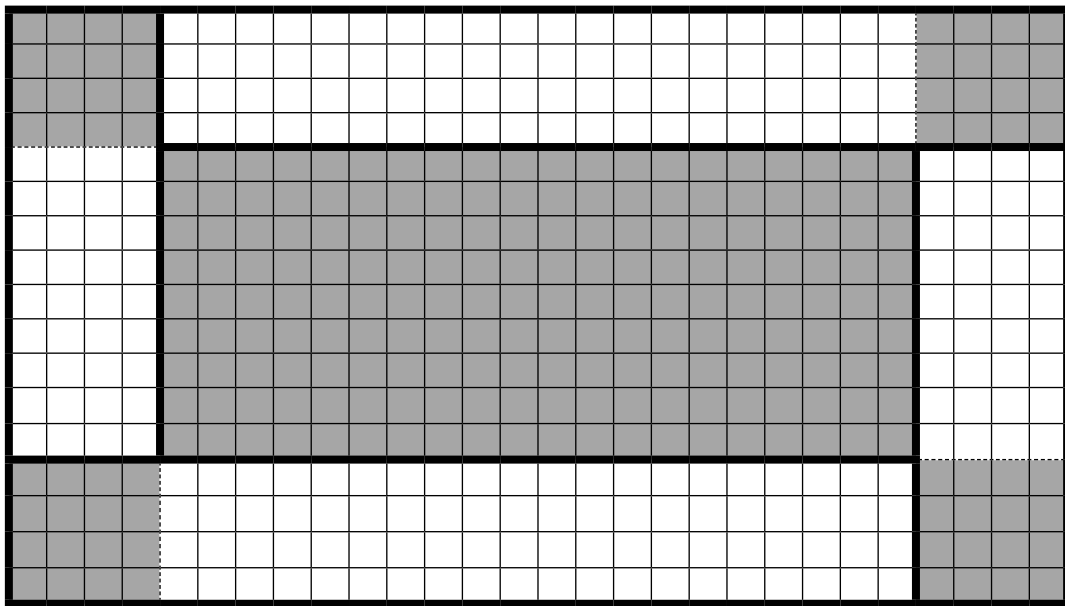


Nota: herramientas manejadas por el operario: papel y lápiz

Figura 13. Esquema de marcación de las piezas



Corte: el segundo proceso es el corte, en este la pieza se debe cortar en los lugares que indica la **figura 14**.

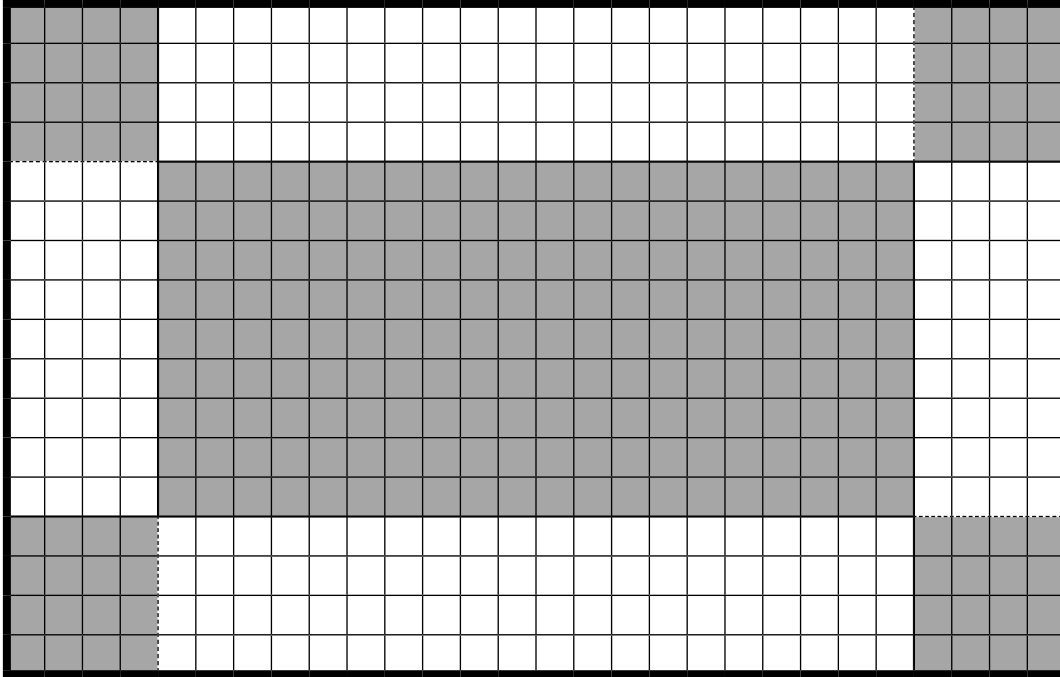


Nota: herramientas manejadas por el operario: tijeras

Figura 14. Demarcación de las zonas de corte



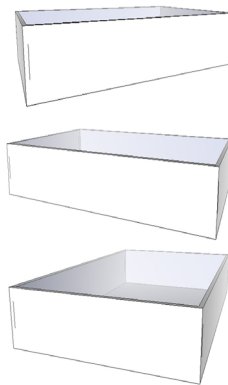
Doblado: el tercer proceso es el doblado. Una vez cortada la pieza, esta se debe doblar por los lugares que indica la **figura 15**. Este proceso es crítico dado que de un buen doblado dependerá la eficiencia del proceso de soldadura.



Nota: herramientas manejadas por el operario: ninguna, se hace manual

Figura 15. Zonas de doblado

Soldadura: el proceso de soldadura es el que le dará la forma a la caja que debe entregar. Para esto el operario debe aplicar soldadura simulada, haciendo uso de la cosedora que se le suministró. La soldadura es un proceso crítico, esta debe quedar bien fijada para evitar que queden puntas sobresaliendo por la caja (**figura 16**).

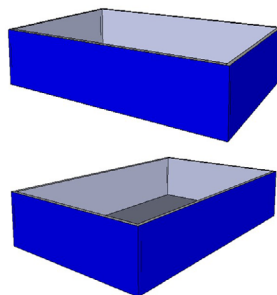


Nota: en cada lado solo debe quedar un gancho de cosedora. Herramientas manejadas por el operario: cosedora

Figura 16. Zonas de soldadura.



Pintura: una vez soldada la caja se le debe aplicar una capa de pintura azul para darle el acabado final. El acabado debe ser uniforme (figura 17).



Nota: herramientas manejadas por el operario: lápiz de color.

Figura 17. Muestra esquemática del producto acabado

Usted como gerente de manufactura cuenta con tres minutos para seleccionar sus cinco operarios y su analista de ingeniería, a los cuales les debe transmitir la información que se le ha dado. En este mismo tiempo debe armar sus puestos de trabajo y definir cómo va a operar. El analista de ingeniería es el encargado de realizar las mediciones de tiempos.



Su función como gerente de manufactura es velar porque la demanda se cumpla. Su cliente es muy exigente y no tolerará problemas de calidad. Si el cliente llega a detectar cualquier problema de calidad, le rechazará las piezas y usted deberá procesarlas de nuevo con los costos que esto implica.

Adicionalmente, usted debe velar por los inventarios de producto en proceso y de materias primas. Debe optimizar el uso de la materia prima principal (papel) de modo que no haya desperdicios de este¹.

2.5 RESULTADOS

El ejercicio propuesto se realiza en tres fases. En cada una de las fases el equipo tendrá un minuto extra, antes de comenzar de nuevo el sistema productivo, para proponer estrategias y mejoras. Los equipos deberán, al final de cada fase, entregar un reporte de los productos terminados y en proceso, los tiempos utilizados para cada uno de los procesos y la identificación las fallas más comunes.

Los inspectores de calidad externos (docentes responsables de la lúdica), determinarán la conformidad de los productos finales entregados. Al finalizar las tres fases y después de analizar los resultados, los grupos de trabajo de forma consolidada (todos los participantes de la lúdica), discutirán durante diez minutos acerca de los siguientes cuestionamientos:

¹ Tener presente que no se puede cambiar el orden del proceso.



- ¿Qué impacto hubiera generado en los resultados haber podido contar con más tiempo para la planeación de la actividad?
- ¿Qué información consideran hubiera sido relevante incluir en la caracterización del proceso con el objetivo de lograr mejores resultados?
- ¿Consideran que es importante realizar un estudio de métodos y tiempos antes de comenzar el proceso productivo? Justifique su respuesta.
- ¿Por qué es importante conocer los criterios de calidad y los tipos de productos a fabricar al momento de determinar qué sistema de producción es el más eficiente?
- ¿En qué grado consideran que la infraestructura física del ambiente productivo afectó los resultados obtenidos y cómo podrían modificar la infraestructura actual con el fin de lograr mejores resultados?

2.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Como resultados de la discusión con los estudiantes, estos identifican los principales aspectos que generaron reprocesos y afectaron el desarrollo óptimo del sistema productivo, y relacionaron que la falta de planeación, de liderazgo, de una infraestructura más eficiente y de criterios claros de calidad, imposibilitaron el logro de las metas y objetivos propuestos.

Desde la perspectiva del equipo evaluador (docentes a cargo), en esta lúdica se evidencia la falta de planeación de los estudiantes, en especial de la persona que se designó como el gerente de la planta, el cual no siempre ejerció sus funciones y por momentos se convirtió en un operario más, debido a que se dejó llevar por el afán de poder sacar el número de cajas que se requieren. La falta de comunicación clara y asertiva también se convirtió en un detonante que generó ineficiencia en el proceso.

Asimismo, se evidenció la falta de método para realizar la toma de tiempos. La persona designada para este cargo no realizó un correcto levantamiento de información que sirviera para poder tomar decisiones de capacidad.

Los equipos se dedicaron principalmente a seguir instrucciones y, aunque en cada corrida proponían estrategias y ajustaban sus métodos con la finalidad de cumplir con los objetivos propuestos, nunca gestionaron canales de comunicación para complementar información que les permitiera tener mayor claridad de los criterios de calidad del producto y del proceso.

Por último, se evidenció que no se utilizó ningún método de balanceo de línea (no se mencionó, no se trató de calcular al menos con datos empíricos), lo que ocasionó que se formaran cuellos de botella en el sistema productivo, provocando esto que los miembros del equipo no siempre ejecutaran las funciones designadas con el fin de reducir estos cuellos de botella, al final no se cumplieron las metas de producción. Los resultados de cada uno de los grupos se presentan en la **tabla 4**.





Tabla 4. Relación de resultados finales

	Reporte	Grupo 1	Grupo 2
Corrida 1	Número de productos terminados	1	3
	Número de productos conformes	0	0
	Número de productos no conformes	2	3
	Inventario de productos en proceso	5	7
Corrida 2	Número de productos terminados	3	8
	Número de productos conformes	0	0
	Número de productos no conformes	3	8
	Inventario de productos en proceso	10	7
Corrida 3	Número de productos terminados	11	14
	Número de productos conformes	0	0
	Número de productos no conformes	11	14
	Inventario de productos en proceso	5	15

Se evidencia en los resultados que en cada corrida se produjo más cantidad que en la anterior, pero sin obtener alguna unidad conforme, es decir, se olvidaron de la calidad y se dedicaron a producir sin importar los requerimientos del cliente y las retroalimentaciones que en cada corrida este les hacía acerca de las cajas entregadas. Incluso, por momentos algunos equipos se dedicaron a cortar las puntas, es decir a realizar reprocesos a la pieza sin considerar que estos afectaban la capacidad de producción y que en la vida real aumentan los costos.



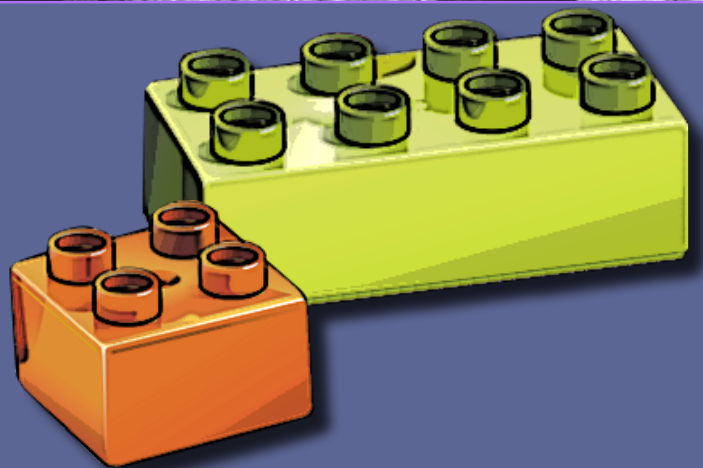
Dentro de los aspectos positivos de la lúdica se destaca que por medio de esta se permite evidenciar las implicaciones de trabajar bajo un sistema de producción de flujo lineal acompasado por operario en el cual los aspectos relacionados con los criterios de calidad, el entrenamiento (curva de aprendizaje), la medición de tiempos, el diseño de puestos de trabajo, el balanceo de línea y la documentación del proceso (instructivos o manuales) son fundamentales para garantizar que la productividad no se vea afectada.

Igualmente, se destaca la importancia de tener un gerente de operaciones que se enfoque en la planeación y que no se deje llevar por el afán de las entregas, las cuales, como conclusión de la actividad, no se cumplieron principalmente por la falta de planeación, estandarización y claridad de los criterios de calidad.



CAPÍTULO III

Estrategia pedagógica:
mejora de métodos y
tiempos en líneas de
producción de alimentos





3.1 PRESENTACIÓN

El estudio del trabajo humano se dio a conocer formalmente cuando se publicó en 1911 el libro *The Principles of Scientific Management*, en el cual se explicaba la forma de calcular la máxima producción que podía asignársele a un trabajador en la ejecución de una tarea (Hodson, 2005). A pesar de que Frederik Taylor tuvo muchos seguidores que entendieron y aplicaron su trabajo en empresas siderúrgicas de Estados Unidos, también tuvo detractores que aseguraban que sus enseñanzas mecanizaban al hombre hasta llevarlo a su explotación como factor productivo (Niebel, 2014). Sin embargo, su legado se ha mantenido aún hoy, y es considerado el padre de los estudios de tiempos (Nor Diana, 2008).



Asimismo, para 1934, el ingeniero Maynard y sus asociados definieron la ingeniería de métodos, como:

La técnica que somete a un profundo análisis a cada operación de determinada parte del trabajo, con el fin de eliminar todas las operaciones innecesarias para acercarse al procedimiento mejor y más rápido para desempeñar cada método estándar. Solo cuando ya se ha hecho todo esto, y no antes, se determina, por medio de una medición precisa el número de horas estándar en las cuales un operario, trabajando con un desempeño promedio, puede realizar el trabajo; por último, normalmente, aunque no de manera necesaria, se concibe un plan de compensación de mano de obra que motive al operario a alcanzar o superar el desempeño promedio (Hodson, 2005, p. 16).

A medida que se fueron tecnificando los sistemas productivos, luego de las propuestas de Henry Ford en sistemas de producción en cadena, y terminada la Segunda Guerra Mundial, se introdujeron una serie de técnicas para mejorar los indicadores productivos, muchas de ellas, incluidas en el sistema de producción de Toyota y aplicadas en gran cantidad de industrias de todos los sectores (García, 2005). Son las estaciones de trabajo, propuestas por Ford, las que estimulan los nuevos sistemas productivos con líneas acompasadas con altos contenidos de tecnología y que producen volúmenes a gran escala (Konz, 2005).



Una estación de trabajo es, según Párraga (2003), un microsistema productivo en una planta de producción que debe ser diseñado de tal manera que el trabajador conozca y tenga a la mano sus materiales y elementos necesarios para el mejor desarrollo de sus actividades, sin tener que incurrir en esfuerzos y movimientos innecesarios que puedan propiciar enfermedades causadas por malas posturas.

Por lo anterior, es evidente que un buen diseño de la estación de trabajo puede evitar complicaciones laborales, tanto para los trabajadores como para la empresa, pues el ausentismo generado como consecuencia de lesiones en los trabajadores puede ser prevenido y controlado comprometiendo en ello al trabajador y haciendo evaluaciones periódicas de las mejoras implementadas (**figura 18**).

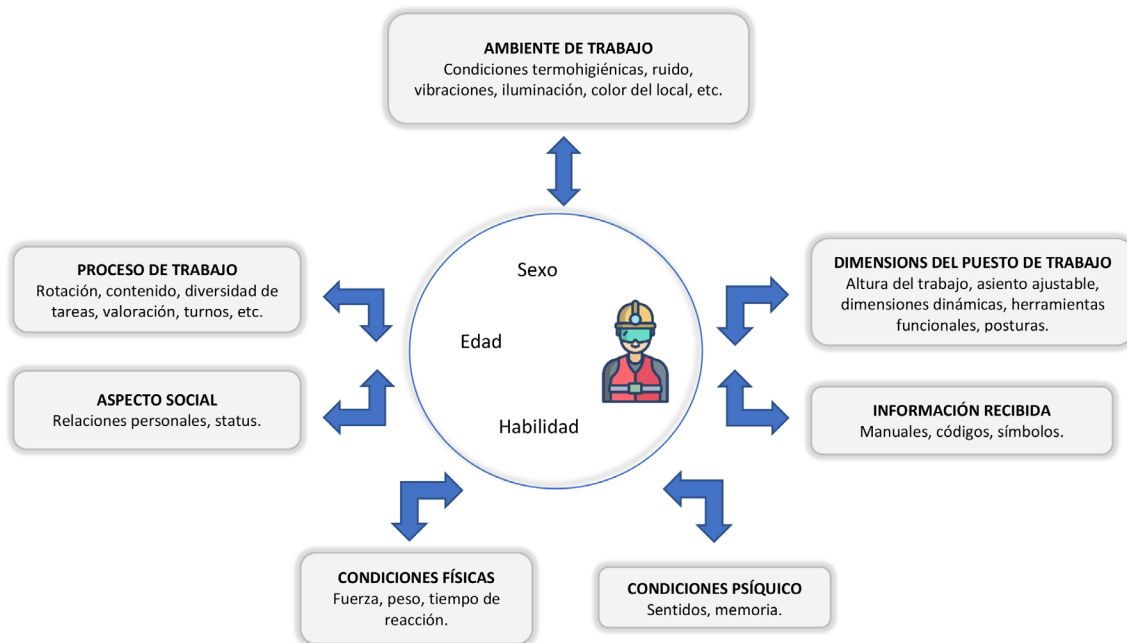


Figura 18. Consideraciones ergonómicas para el análisis de puestos

Fuente: Párraga, 2003

Además, como se puede observar en la **figura 18**, es importante evaluar diversos aspectos relacionados con el personal, pues no solo se trata del acondicionamiento físico del área, sino también de los factores del ambiente que lo rodean. Esto, finalmente, tiene efecto en la ejecución del método y en el tiempo obtenido por el trabajador.

Hasta el día de hoy, aún se siguen utilizando las técnicas básicas del estudio del trabajo, tanto las herramientas de corte cualitativo que brinda el estudio de métodos (Meyers, 2000), como la aplicación de técnicas cuantitativas aplicadas de la medición del trabajo (Caso, 2006), como el estudio de tiempos con cronómetro, los cuales son la base para realizar las actividades de planeación, programación y control de procesos.



Hay que mencionar que la productividad de un sistema es el resultado de sumar la eficiencia y la eficacia obtenidas por los elementos involucrados dentro de dicho sistema productivo (Becerra, 2008). Por todo lo anterior, las técnicas del estudio de métodos y tiempos son elemento preponderante en la formación de habilidades de futuros ingenieros, que, con su aplicación, propongan mejoras en los procesos, insumos vitales para toda la gestión de la cadena productiva (Bures, 2015). Además, estas actividades prácticas desarrollan diferentes competencias cognitivas en los estudiantes, cuando son utilizadas para aplicar conceptos técnicos ingenieriles (Rivilla, 2012).

3.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Identificar algunas variables que afectan los métodos y tiempos de módulos en líneas de producción de alimentos, para la mejora de la productividad.

Objetivos específicos

- Evaluar los métodos utilizados para normalizar el trabajo de un módulo de producción por producto.
- Evaluar los tiempos de ejecución de cada operación que conforma un sistema de producción sincrónico, acompasado por el hombre.
- Identificar las variables que afectan la eficiencia y la eficacia para el cálculo de la productividad en una línea de producción de alimentos.



3.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para la realización de la lúdica sobre métodos y tiempos, se necesitan los siguientes recursos, para cuatro módulos de productos diferentes.

Materiales para la estación número 1: casado de pan con bocadillo y queso (**tabla 5 y figura 19**).



Tabla 5. Materiales para la estación número 1

Artículo	Cantidad por artículo	Cantidad por unidades a producir por equipo	Cantidad total para todos los equipos
Pan de leche (bola) (figura 19a)	1	5	20
Tajada de bocadillo de guayaba (figura 19b)	1	5	20
Tajada de quesito (figura 19c)	1	5	20
Palillo de madera (figura 19d)	1	5	20
Bolsa resellable (figura 19e)	1	5	20
Total de unidades para entregar (figura 19e)	5		Producto final para entregar

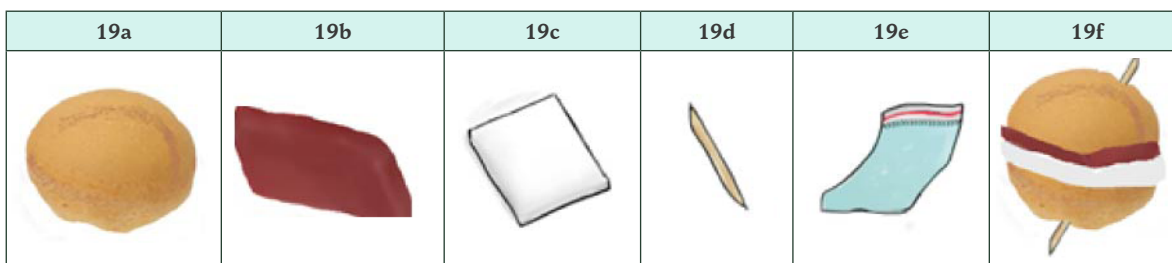


Figura 19. A. Pan de leche. B. Tajada de bocadillo de guayaba. C. Tajada de quesito. D. Palillo de madera. E. Bolsa resellable. F. Producto final

Materiales para la estación número 2: perro con salsa de tomate y mostaza entregado en caja de cartón (tabla 6 y figura 20).

Tabla 6. Materiales para la estación número 2

Artículo	Cantidad por artículo	Cantidad por unidades a producir por equipo	Cantidad total para todos los equipos
Pan para perro (figura 20a)	1	5	20
Salchicha (figura 20b)	1	5	20
Salsa tomate (figura 20c)	Aplicación	Aplicación	Aplicación
Mostaza (figura 20d)	Aplicación	Aplicación	Aplicación
Caja para perro (figura 20e)	1	5	20
Total de unidades para entregar (figura 20f)		5	Producto final para entregar

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas

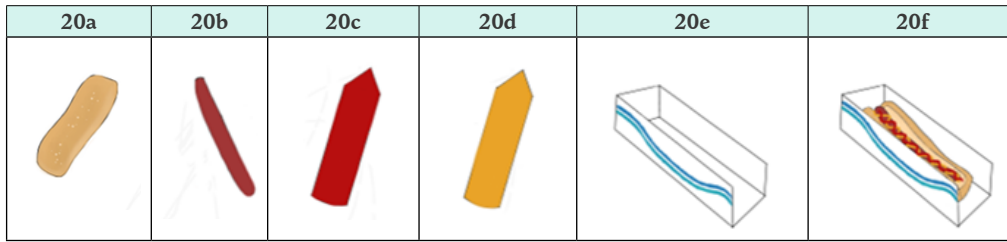


Figura 20. A. Pan para perro. B. Salchicha. C. Salsa de tomate. D. Mostaza. E. Caja para perro. F. Producto final

Materiales para la estación número 3: sánduche de jamón y queso con mostaneza y salsa rosada (**tabla 7 y figura 21**).

Tabla 7. Materiales para la estación número 3

Artículo	Cantidad por artículo	Cantidad por unidades a producir por equipo	Cantidad total para todos los equipos
Pan tajado (figura 21a)	2	10	40
Jamón (figura 21b)	1	5	20
Queso amarillo (figura 21c)	1	5	20
Salsa mayomostaza (figura 21c)	Aplicación	Aplicación	Aplicación
Salsa rosada (figura 21e)	Aplicación	Aplicación	Aplicación
Bolsa resellable (figura 21f)		15	20
Total de unidades para entregar (figura 21g).	5		Producto final para entregar

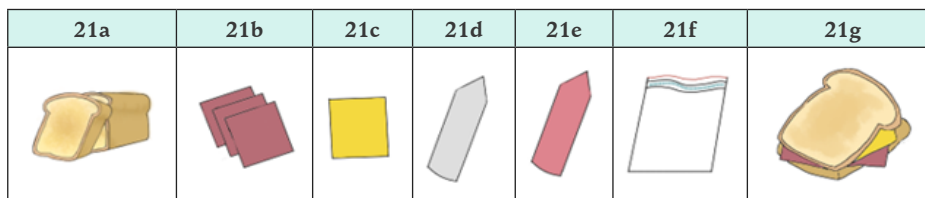


Figura 21. A. Pan tajado. B. Jamón. C. Queso amarillo. D. Salsa mayomostaza. E. Salsa rosada. F. Bolsa resellable. G. Producto final

Materiales para la estación número 4: tostadas con arequipe y leche condensada (**tabla 8 y figura 22**).



Tabla 8. Materiales para la estación número 4

Artículo	Cantidad por artículo	Cantidad por unidades a producir por equipo	Cantidad total para todos los equipos
Tostada (figura 22a)	2	10	40
Arequipe 8 (figura 22b)	Aplicación	Aplicación	Aplicación
Leche condensada (figura 22c)	Aplicación	Aplicación	Aplicación
Bolsa resellable (figura 22d)	1	5	20
Total de unidades para entregar (figura 22e)	5		Producto final para entregar

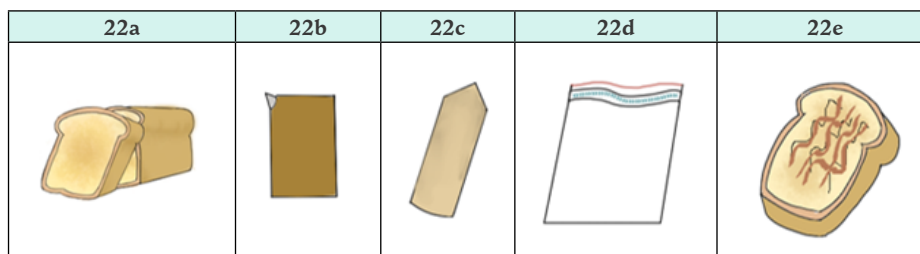


Figura 22. A. Tostada. B. Arequipe. C. Leche condensada. D. Bolsa resellable. E. Producto final



Otros elementos requeridos (tabla 9 y figura 23).

Tabla 9. Otros materiales requeridos

Artículo	Cantidad total
Cronómetro digital con memorias (figura 23a)	4 unid.
Tabla de apoyo (figura 23b)	10 unid.
Lapicero (figura 23c)	10 unid.
Cinta de enmascarar para señalar las estaciones de trabajo (figura 23d)	1 rollo
Delantal de laboratorio (figura 23e)	30 unid.
Tapabocas (figura 23f)	30 unid.
Guantes (figura 23g)	30 pares
Malla para el pelo (figura 23h).	30 unid.







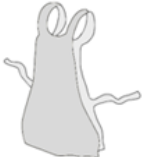



23a	23b	23c	23d	23e	23f	23g	23h
							

Figura 23. A. Cronómetro digital con memoria. B. Tabla de apoyo. C. Lapicero. D. Cinta de enmascarar para señalar las estaciones de trabajo. E. Delantal de laboratorio. F. Tapabocas. G. Guantes. H. Malla para el pelo

Talento humano

Son requeridos para la ejecución de la lúdica, los siguientes roles:

- **Moderador.** Es el encargado de la presentación de los lineamientos que tendrá la lúdica y el procedimiento a seguir. También hace la presentación de la plenaria final (un estudiante).
- **Analista de métodos y tiempos.** Tendrá a cargo una estación, en la cual registrará los tiempos de cada equipo que llega a la ejecución del ensamble en un formato por equipo (cuatro estudiantes).
- **Analista de calidad.** Revisa las especificaciones de cada producto entregado por cada equipo participante y califica según la tabla de especificaciones en un formato por equipo (cuatro estudiantes).
- **Apoyo logístico.** Personal que entrega elementos de bioseguridad a cada participante. También se encarga de abastecer cada estación con los materiales, en las cantidades requeridas (mínimo seis estudiantes).



Recursos didácticos

Presentación en *Power Point* que proyecta los lineamientos que se siguen en el desarrollo de la lúdica, así como la evaluación de esta y los formatos que se utilizan.

Recursos locativos

Aula o área (preferiblemente con mesas), donde se puedan ubicar físicamente cuatro estaciones de trabajo para ensamblar cuatro productos diferentes, con cinco operadores (**figura 24**). Debe considerarse, además, suficiente espacio de pasillos entre estaciones para facilitar el tránsito del personal asignado de calidad.

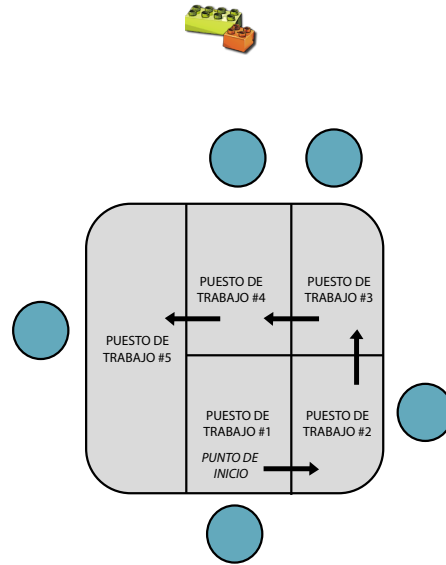


Figura 24. Disposición de mesa de trabajo por estación

Tiempo estimado

Los tiempos se muestran en la **tabla 10**.

Tabla 10. Tiempos de la actividad

Actividad agendada	Tiempo en minutos
Presentación de la metodología y el procedimiento a seguir	15
Acondicionamiento de las personas con elementos de bioseguridad	10
Instrucciones por parte de los analistas de métodos y tiempos a los integrantes de cada equipo participante	10
Ejecución del proceso de ensamble de unidades requeridas en cada estación	15
Evaluación de calidad de cada producto	10
Realización de cálculos finales	15
Plenaria y evaluación de la lúdica	15
Tiempo estimado total	90

Competencias de los estudiantes

Identificar y evaluar restricciones presentes en la ejecución de actividades en una línea de producción por producto (intensivo por mano de obra), buscando eliminar factores críticos que incrementan el tiempo de trabajo en cada línea o módulo.

Es muy importante anotar que todos los roles a desempeñar en el desarrollo de la lúdica, excepto el de apoyo logístico, requieren de un conocimiento básico de las temáticas relacionadas con el estudio del trabajo o de ingeniería de métodos, y debe ser ejecutada por un equipo independiente a los que participan en los equipos como operadores.



3.4 PROCEDIMIENTO

La lúdica *Mejora de métodos y tiempos en líneas de producción de alimentos*, inicia con la presentación de los objetivos y termina, con el diligenciamiento de la evaluación de la lúdica en el formato entregado para tales efectos por los líderes de la Redprod (**figura 25**).

Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación

Se ensamblará un producto por módulo en cuatro estaciones diferentes. La lúdica tendrá tres fases en el desarrollo. La primera, se hará con la presentación, la adecuación con elementos de bioseguridad, la preparación del equipo que integra cada estación y la asignación de puestos de trabajo para cada integrante. La segunda, incluirá la explicación de instrucciones a los equipos participantes, la metodología que se debe seguir en la ejecución del proceso de producción, trabajando en condiciones normales (con desconocimiento de las técnicas básicas del estudio del trabajo), la toma de tiempos por parte de los analistas y la verificación de calidad de los productos entregados por equipo.

En esta fase, cada uno de los grupos pasará de una estación a otra, generando el producto de cada línea, hasta completar el paso por las cuatro estaciones (como un circuito). En la tercera fase, se realiza una plenaria donde se presentan las conclusiones y aspectos observados por el grupo organizador de la lúdica, retroalimentándose de las variables identificadas por los integrantes de cada equipo, y los factores que influyeron en su desempeño. También, se realizan los cálculos y la asignación de puntaje final por equipo. Se declaran los resultados y se hace el reconocimiento de los aspectos positivos del trabajo práctico realizado.



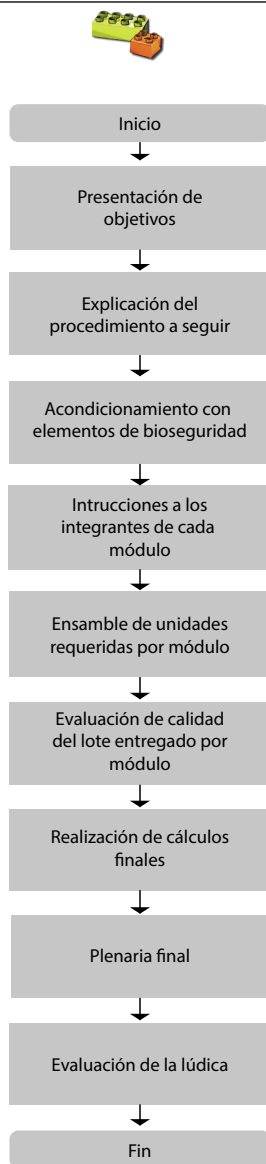


Figura 25. Diagrama de flujo de la estrategia pedagógica 3

A continuación, se hace una descripción detallada de las etapas del procedimiento.

Presentación de objetivos de la lúdica y el procedimiento a seguir

Se hace una presentación en *Power Point*, donde se explican los objetivos de la práctica a realizar, así como las recomendaciones generales para tener en cuenta en el desarrollo de cada uno de los pasos.

Acondicionamiento de las personas con elementos de bioseguridad

Se explican las normas de bioseguridad y el uso de elementos de protección personal utilizados en la manipulación de alimentos. Se explican las fases en que se divide la lúdica y se seleccionan los equipos de cinco personas que ejecutarán los ensambles.



Cada equipo rotará por cada estación, ensamblando las unidades requeridas por cada una de ellas, teniendo en cuenta las especificaciones de calidad dadas por el analista de calidad designado para cada estación.

Instrucciones por parte de los analistas de métodos y tiempos a los integrantes del equipo

Cada analista explica a los integrantes del equipo participante la secuencia y el método de ensamble de cada producto detallado en el diagrama sinóptico de proceso. Se aclaran dudas y se da inicio al ensamble de cinco unidades del producto asignado a la estación. Este paso lo repite el analista con cada uno de los equipos participantes.

Ejecución del proceso de ensamble de unidades requeridas en la estación

Los integrantes del equipo ejecutan el método explicado y los analistas de métodos y tiempos registran los tiempos por unidad entregada en el formato *Hoja de estudio de tiempos* como se muestra en la **figura 26**. Cada analista tendrá un formato por cada equipo que pase por la estación que tiene asignada para medir (**figuras 26, 27, 28, 29 y 30**).



HOJA DE ESTUDIOS DE TIEMPOS				
FECHA:		INTEGRANTES:		
GRUPO No.				
ELEMENTOS	PRODUCTO 1	PRODUCTO 2	PRODUCTO 3	PRODUCTO 4
	1	2	3	4
TIEMPO TOTAL				
ANALISTA:				

Figura 26. Hoja de estudio de tiempos



HOJA DE EVALUACIÓN																													
ESCALA DE CALIFICACIÓN				PRODUCTO #1																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PRODUCTO</th> <th colspan="2">PAN CON BOCADILLO Y QUESITO</th> </tr> <tr> <th>COMPONENTES</th> <th>PESOS (W)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PAN BOLA</td> <td>0.40</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>BOCADILLO TAJADO</td> <td>0.20</td> <td>20%</td> </tr> <tr> <td>QUESITO TAJADO</td> <td>0.30</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>PALILLO COCTELERO</td> <td>0.07</td> <td>7%</td> </tr> <tr> <td>BOLSA DE EMPAQUE</td> <td>0.03</td> <td>3%</td> </tr> <tr> <td>TOTAL PESOS</td> <td>1.0</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		PRODUCTO	PAN CON BOCADILLO Y QUESITO		COMPONENTES	PESOS (W)	%	PAN BOLA	0.40	40%	BOCADILLO TAJADO	0.20	20%	QUESITO TAJADO	0.30	30%	PALILLO COCTELERO	0.07	7%	BOLSA DE EMPAQUE	0.03	3%	TOTAL PESOS	1.0	100%	GRUPO: _____	
PRODUCTO	PAN CON BOCADILLO Y QUESITO																												
COMPONENTES	PESOS (W)	%																											
PAN BOLA	0.40	40%																											
BOCADILLO TAJADO	0.20	20%																											
QUESITO TAJADO	0.30	30%																											
PALILLO COCTELERO	0.07	7%																											
BOLSA DE EMPAQUE	0.03	3%																											
TOTAL PESOS	1.0	100%																											
COMPONENTE	CALIFICACIÓN																												
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3	UNIDAD 4	UNIDAD 5																								
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
TOTAL																													
EVALUADOR:					TOTAL GRUPO:																								

Figura 27. Hoja de evaluación de calidad. Producto 1



HOJA DE EVALUACIÓN																													
ESCALA DE CALIFICACIÓN				PRODUCTO #2																									
		<table border="1"> <thead> <tr> <th>PRODUCTO</th> <th colspan="2">PERRO</th> </tr> <tr> <th>COMPONENTES</th> <th>PESOS (W)</th> <th>%</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>PAN PERRO</td> <td>0.40</td> <td>40%</td> </tr> <tr> <td>SALCHICHA</td> <td>0.30</td> <td>30%</td> </tr> <tr> <td>SALSA ROJA</td> <td>0.09</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>SALSA MOSTAZA</td> <td>0.09</td> <td>9%</td> </tr> <tr> <td>CAJA PARA PERRO</td> <td>0.12</td> <td>12%</td> </tr> <tr> <td>TOTAL PESOS</td> <td>1</td> <td>100%</td> </tr> </tbody> </table>		PRODUCTO	PERRO		COMPONENTES	PESOS (W)	%	PAN PERRO	0.40	40%	SALCHICHA	0.30	30%	SALSA ROJA	0.09	9%	SALSA MOSTAZA	0.09	9%	CAJA PARA PERRO	0.12	12%	TOTAL PESOS	1	100%	GRUPO: _____	
PRODUCTO	PERRO																												
COMPONENTES	PESOS (W)	%																											
PAN PERRO	0.40	40%																											
SALCHICHA	0.30	30%																											
SALSA ROJA	0.09	9%																											
SALSA MOSTAZA	0.09	9%																											
CAJA PARA PERRO	0.12	12%																											
TOTAL PESOS	1	100%																											
COMPONENTE	CALIFICACIÓN																												
	UNIDAD 1	UNIDAD 2	UNIDAD 3	UNIDAD 4	UNIDAD 5																								
1																													
2																													
3																													
4																													
5																													
6																													
TOTAL																													
EVALUADOR:					TOTAL GRUPO:																								

Figura 28. Hoja de evaluación de calidad. Producto 2



HOJA DE EVALUACIÓN					
ESCALA DE CALIFICACIÓN				PRODUCTO #3	
	PRODUCTO		SANDUCHE		GRUPO: _____
	COMPONENTES	PESOS (W)	%		
	PAN TAJADO X 2	0.50	50%		
	JAMON	0.15	15%		
	QUESO	0.15	15%		
	SALSA MAYO-MOSTAZA	0.06	6%		
	SALSA ROSADA	0.06	6%		
	BOLSA EMPAQUE	0.08	8%		
	TOTAL PESOS	1	100%		
COMPONENTE	CALIFICACIÓN				
	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD
	1	2	3	4	5
1					
2					
3					
4					
5					
6					
TOTAL					
EVALUADOR:					TOTAL GRUPO:

Figura 29. Hoja de evaluación de calidad. Producto 3



HOJA DE EVALUACIÓN						
ESCALA DE CALIFICACIÓN				PRODUCTO #4		
	PRODUCTO		TOSTADA CON AREQUIPE Y LECHE CONDENSADA		GRUPO: _____	
	COMPONENTES	PESOS (W)	%			
	TOSTADAS X 2	0.50	50%			
	AREQUIPE	0.20	20%			
	LECHE CONDENSADA	0.15	15%			
	BOSA EMPAQUE	0.06	6%			
	TOTAL PESOS	1	100%			
COMPONENTE	CALIFICACIÓN					
	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD	UNIDAD		UNIDAD
	1	2	3	4	5	
1						
2						
3						
4						
5						
6						
TOTAL						
EVALUADOR:					TOTAL GRUPO:	

Figura 30. Hoja de evaluación de calidad. Producto 4



Evaluación de calidad de cada producto

Una vez se entrega cada unidad en el equipo participante, el analista de calidad las califica en el formato *Hoja de evaluación* que se muestra en la **figura 26**. Cada analista de calidad tendrá un formato por cada equipo que pase por la estación que tiene asignada para evaluar. Los cuatro productos tienen escala de calificación especificada en los formatos para tales efectos (**figuras 27, 28, 29 y 30**).

Realización de cálculos finales

Una vez terminan de rotar todos los grupos participantes de la lúdica por las cuatro estaciones, se retiran los analistas a realizar el cálculo de los tiempos vs. las calificaciones obtenidas por cada equipo. Se hace un listado con los tiempos finales obtenidos y sus calificaciones, y se organizan de mayor a menor puntaje.

Plenaria y evaluación de la lúdica

El moderador comienza la plenaria agradeciendo la participación de los equipos en la lúdica. Luego comienza con preguntas abiertas relacionadas con la percepción que tienen los participantes del trabajo práctico realizado. Un representante de los analistas presenta los resultados obtenidos por cada equipo y la tabla de resultados finales. Se resalta el equipo con mayor puntaje, comentando los factores claves de éxito.



3.5 RESULTADOS

Es importante resaltar el trabajo del grupo de estudiantes del semillero Siprodym quienes, durante las sesiones semanales en los meses de marzo y abril del año 2019 y, previo a la realización del evento, se comprometieron y apasionaron en la construcción de la logística de la lúdica, proponiendo cómo sería el diseño de cada estación de trabajo, así como los puestos de trabajo por estación y las características que se evaluarían por cada producto a entregar.

De lo anterior se puede afirmar que las competencias a desarrollar en esta lúdica fueron validadas por este grupo de estudiantes durante las dos pruebas piloto preparatorias a las jornadas de las lúdicas en el mes de mayo (**figuras 31, 32 y 33**). A todos ellos, gracias por su gran participación.

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas



Figura 31. Evaluación y preparación de mesas por estación de trabajo. Planeación de la lúdica



Figura 32. Disposición de estación de trabajo. Producto 2



Figura 33. Disposición de estación de trabajo. Producto 3



3.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La actitud de las personas, al ser sometidas a presión para cumplir unas especificaciones y cantidades requeridas, es de prevención y nerviosismo, y esto limita su normal desempeño, lo que se considera como una variable de conducta que afecta la ejecución y, por ende, el tiempo real contabilizado.

Asimilar instrucciones para seguir un método en poco tiempo es otra variable fundamental que se ve reflejada en el resultado final, afecta el tiempo y el volumen de producción que se debe entregar. Se concluye que un buen entrenamiento garantiza un mejor desempeño y una mejor adaptación a las exigencias de calidad, cantidad y tiempo de entrega.

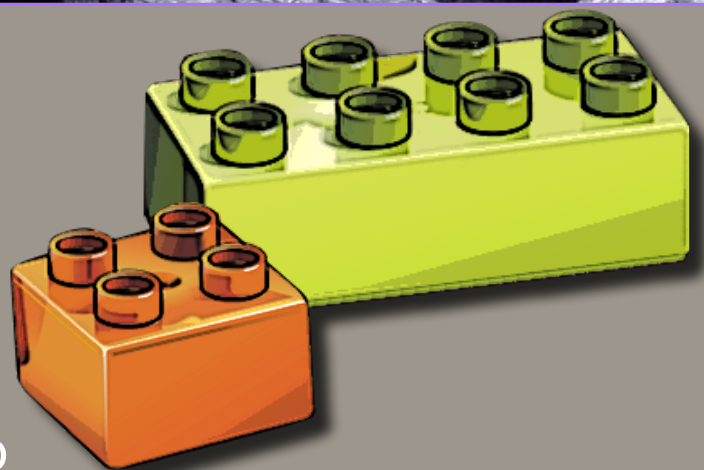
Las valoraciones otorgadas a los productos finales obtenidos fueron determinantes en los puntajes totales para efectos de la clasificación general de resultados del desempeño de los equipos en cada módulo. Se analiza que la presión hace que se genere mayor cantidad de incumplimiento en las características de calidad exigidas al producto final.





CAPÍTULO IV

Estrategia pedagógica:
aplicación del método
Chaku-Chaku en un proceso
productivo





4.1 PRESENTACIÓN

La correcta administración que las organizaciones exigen, no solo a nivel nacional sino internacional, se evidencia cuando cada uno de los procesos que en ella interactúan cumplen las indicaciones, parámetros y procedimientos básicos para las operaciones y actividades con el fin de llevar a cabo un proceso que, de acuerdo con Gutiérrez y De la Vara (2004) se puede concebir como una interacción de actividades mutuamente relacionadas, donde se obtienen unas entradas, transformándolas, y generando bienes tangibles e intangibles gracias a la correcta aplicación de los recursos, el producto debe marcar una diferencia notoria frente a la competencia a través de un valor agregado.



Es importante tener presente que en los procesos productivos se debe abordar la calidad, la que para Heizer y Render (2009) es la “capacidad de un bien o servicio para satisfacer las necesidades del cliente” (p.194), también se debe tener en cuenta el costo/beneficio, al igual que la ventaja competitiva, que según Rubio y Baz (2015) está relacionada con la impronta que la organización le suministra a sus clientes ya sea en la prestación del servicio, en el precio de adquisición, en las características inherentes del producto, todo ello logra una gran diferencia con relación a su competencia.

En este sentido, las empresas grandes o pequeñas tienen el reto de integrar y asegurar de una manera eficiente (concordancia entre el efecto logrado y los recursos implementados) y eficaz (nivel de actividades y resultados planificados) —tal como lo expone la Norma Internacional NTC-ISO 9000:2015— el control de flujo de materiales e información y generar oportunidad y rapidez en el suministro de productos para obtener una óptima sincronización en sus procesos, con los actores externos, sus proveedores y con sus clientes. De la misma manera, como lo expresan Vélez, Osorio y Rodríguez (2019), para lograr una mejora en los procesos productivos es necesario iniciar con prácticas que promuevan el aprovechamiento de los residuos sólidos (reúso y el reciclaje de los diferentes productos), a través de procesos formativos en logística inversa, obteniendo beneficios no solo a nivel de competitividad, sino económicos, sociales, culturales y ambientales, donde todos los actores de la cadena estén inmersos, reconociendo los aportes y destrezas de cada uno.



De este modo, en los sistemas productivos se contemplan las líneas *Chaku-Chaku*, que constituyen un método o procedimiento de trabajo para el ensamble de una sola pieza o producto, donde interactúa un solo operario, pasando de un puesto de trabajo a otro. Cada puesto debe contener las herramientas, máquinas y equipos necesarios para su ejecución. Al realizar el desplazamiento el operario deberá llevar consigo el producto en proceso de un puesto a otro, es decir *Chaku* o cargar, en la última fase debe obtener el bien tangible requerido (Godínez y Hernández, 2018).

Adicionalmente, para lograr las líneas de producción *Chaku-Chaku*, las empresas deben realizar una distribución de las máquinas en forma de U, lo que permitirá la optimización del espacio y mejor ubicación de la maquinaria en sentido contrario a las manecillas del reloj.

El método *Chaku-Chaku* se puede llevar a cabo de dos maneras. La primera, denominada *máquinas de fabricación autónoma*, no contempla la intervención de personas en el manejo de la máquina, sino que el operario deberá abastecer la máquina y transportar el producto en proceso de un puesto a otro para obtener un producto final, la máquina realiza toda la acción. En la segunda, *máquinas de fabricación asistida*, el operario es un actor clave, ya que no solo deberá cargar la máquina con los materiales o insumos para obtener un producto, sino que también deberá accionarla y realizar el desplazamiento con el bien tangible de un puesto a otro logrando el objetivo en cada fase (Galgano, 2003).



La búsqueda constante por mejorar las condiciones organizacionales ha permitido la incorporación de nuevas estrategias y herramientas no solo de gestión sino de planificación y optimización. Para Camisón, Cruz y González (2006), la mejora continua en los procesos empresariales se logra cuando los diferentes actores permanentemente corrigen aquellas deficiencias en los productos, en las prácticas y también en los métodos ejecutados para llevar a cabo una actividad. Es por esto que, mediante un proceso *Chaku-Chaku* se logran evidenciar diferentes actividades, máquinas y operaciones en un flujo único, obteniendo de una manera más asertiva que el personal calificado para ejecutar los procedimientos controle el tiempo de inicio de producción de una unidad y el inicio de la producción siguiente, logrando mayores niveles de eficiencia y calidad en los productos a través de dispositivos automáticos, *poka-yoke* o, como última instancia, métodos como listas de chequeo, entre otros (Cuatrecasas Arbós, 2017).

Para lograr una correcta aplicación en las líneas *Chaku-Chaku*, el recurso humano debe contar con la habilidad necesaria para manipular las diferentes máquinas (que pueden ser automáticas) y poder efectuar las operaciones pertinentes en cada uno de los puestos de trabajo. Cuando una de las máquinas presenta una falla o existe un paro en un puesto de trabajo, genera una interrupción en toda la línea de producción, ya que estas líneas trabajan mediante un flujo continuo. Adicionalmente, estos procesos logran mejoras en la calidad de los productos (ya que se evidencia una detección inmediata de



las imperfecciones), mayor productividad y una reducción de espacio físico para lograr los productos (Cabrera Calva, 2014).

De acuerdo con lo expuesto anteriormente, se puede concluir que las células *Chaku-Chaku* en los procesos, son una opción para lograr más competitividad con personal polivalente, flexibilidad en el diseño y distribución de espacios, mejorar la calidad de los productos y no requieren una alta inversión en maquinaria, obteniendo eficiencia en las operaciones (Madariaga Neto, 2019).

4.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Aplicar el método *Chaku-Chaku* mediante un taller con estudiantes del área de ingeniería en producción e industrial a través del ensamble de una moto con figuras mecano para afianzar los conocimientos de un proceso productivo.

Objetivos específicos

- Reconocer las características, ventajas y dificultades de la aplicación del método *Chaku-Chaku*.
- Ejecutar el sistema de producción continuo y el sistema de producción *Chaku-Chaku* que permite realizar una comparación en ambos procesos.
- Socializar los conocimientos adquiridos mediante una sesión de análisis y conclusiones.



4.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Con el fin de realizar la lúdica del método *Chaku-Chaku* en el proceso de ensamble de una moto (mediante figuras mecano), es necesario contar con los recursos que a continuación se enlistan.

Materiales

En la **tabla 11** y en la **figura 34**, se relacionan los materiales y la respectiva cantidad para la ejecución de la lúdica.



Tabla 11. Materiales para el ensamble de una moto

Puesto de trabajo	Artículo	Cantidad
1	Hélice de cuatro orificios (figura 34a)	2
	Rueda (figura 34b)	2
	Tornillo grande (figura 34c)	1
	Tuerca (figura 34d)	2
2	Tornillo grande (figura 34c)	1
	Hélice de tres orificios (figura 34e)	2
	Rueda (figura 34b)	1
	Tuerca (figura 34d)	1
3	Hélice de dos orificios (figura 34f)	2
	Hélice de tres orificios (figura 34e)	2
	Tornillo grande (figura 34c)	1
	Tuerca (figura 34d)	2
4	Base en L (figura 34g)	2
	Tornillo mediano (figura 34h)	2
	Tuerca (figura 34d)	2
5	Tornillo mediano (figura 34h)	3
	Tuerca (figura 34d)	2
	Ángulo (figura 34i)	1
6	Hélice de tres orificios (figura 34e)	1
	Tornillo pequeño (figura 34j)	1
	Tornillo mediano (figura 34h)	1
	Ángulo (figura 34i)	1
Todos los puestos de trabajo	Llaves (figura 34k)	6

Los colores de los materiales pueden variar. Cada puesto de trabajo debe estar abastecido con dos inventarios de materia prima, así mismo contar con las herramientas para ajustar el respectivo ensamble (llaves).



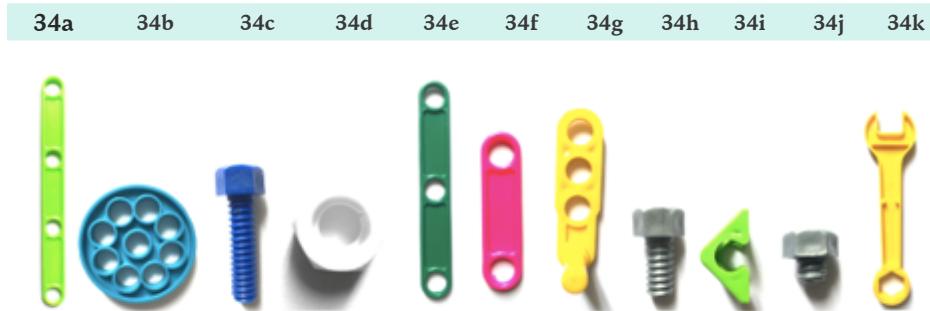


Figura 34. Piezas para el ensamble

Talento humano

En la **tabla 12** se indican los roles que se llevan a cabo durante la lúdica.

Tabla 12. Requerimiento de personal

Cantidad	Colaboradores
6	Operarios
2	Alimentadores de celdas de trabajo
1	Inspector de calidad
2	Manejo de inventario



Recursos didácticos

Para la ejecución de la lúdica fue necesario contar con los siguientes materiales para el ensamble de la moto: hélices de cuatro, tres y dos orificios, ruedas, tornillos grandes, medianos y pequeños, tuercas, bases en L, ángulos y llaves. Al mismo tiempo se utilizaron los recursos tecnológicos y locativos que se muestran en la **tabla 13**.

Tabla 13. Recursos tecnológicos y locativos

Recursos tecnológicos	Recursos locativos
Computador	Mesas de trabajo
Video proyector	Sillas
Internet	Laboratorio



Recursos locativos

Para el desarrollo de la actividad se requieren sillas, mesas, computador, videoprojector e internet para el ensamble de la moto. Sin embargo, se puede trabajar en cualquier escenario dotado (laboratorio). Para simular cada escenario de los sistemas de producción, es necesario ubicar las sillas y mesas en U, cada puesto de trabajo cuenta con las materias primas necesarias para la ejecución del respectivo producto, con el fin de validar la calidad, la aceptación o rechazo del prototipo ensamblado (moto).

Tiempo estimado

Para la ejecución de la lúdica se contó con un tiempo estimado de dos horas.

Competencias de los estudiantes

Con el desarrollo de la estrategia pedagógica mediante la lúdica, los estudiantes logran adquirir a través el concepto de sistemas de producción diferentes competencias:

- Capacidad para planear un trabajo en equipo, colaborativo evidenciando liderazgo, no solo con las personas sino en el desarrollo de los productos.
- Generación de un pensamiento crítico para la proyección y ejecución de las actividades, maximizando la calidad de los productos.
- Manejo adecuado de relaciones con diferentes actores de la cadena, permitiendo una comunicación efectiva.
- Fortaleza en la toma de decisiones, minimizando tiempos y optimizando la efectividad en las operaciones.



4.4 PROCEDIMIENTO

Para el desarrollo de la lúdica se debe ensamblar una moto mediante fichas de mecano, para su ejecución es necesario plantear dos escenarios:

Primer escenario: sistema de producción continuo

Se contempla un proceso productivo en U, que contará con seis puestos de trabajo y con la participación de seis operarios de producción. Cada uno debe ensamblar una parte de la moto y entregar su pieza ensamblada al siguiente puesto de trabajo para continuar el proceso. Se tendrán dos personas que abastecen las diferentes celdas previa entrega por parte del personal de materia prima. Al final del proceso se contará con un inspector de calidad para la aprobación o rechazo del producto ensamblado (**figura 35**).

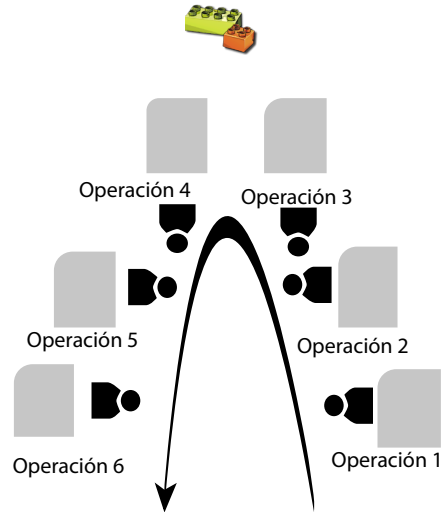


Figura 35. Sistema de producción continuo

Segundo escenario: sistema de producción *Chaku-Chaku*

Se contempla un proceso productivo en U en el que se contará con seis puestos de trabajo y con la participación de seis operarios de producción. Cada operario debe ensamblar una moto completa pasando por cada puesto de trabajo. Se tendrán dos personas que abastecen las diferentes celdas previa entrega por parte del personal de materia prima. Al final del proceso se contará con un inspector de calidad para la aprobación o rechazo del producto ensamblado (**figura 36**).

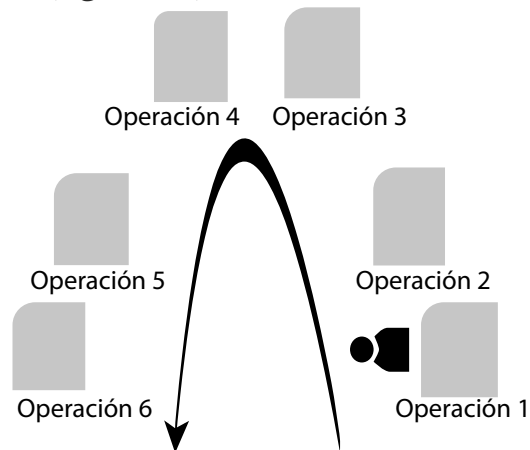


Figura 36. Sistema de producción *Chaku-Chaku*

Diagrama de flujo global de ensamble de moto mediante fichas de mecano

La **figura 37** presenta las etapas para la ejecución de la lúdica a través de un diagrama de flujo evidenciando el correcto ensamble del prototipo (moto) mediante las fichas de mecano.

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas

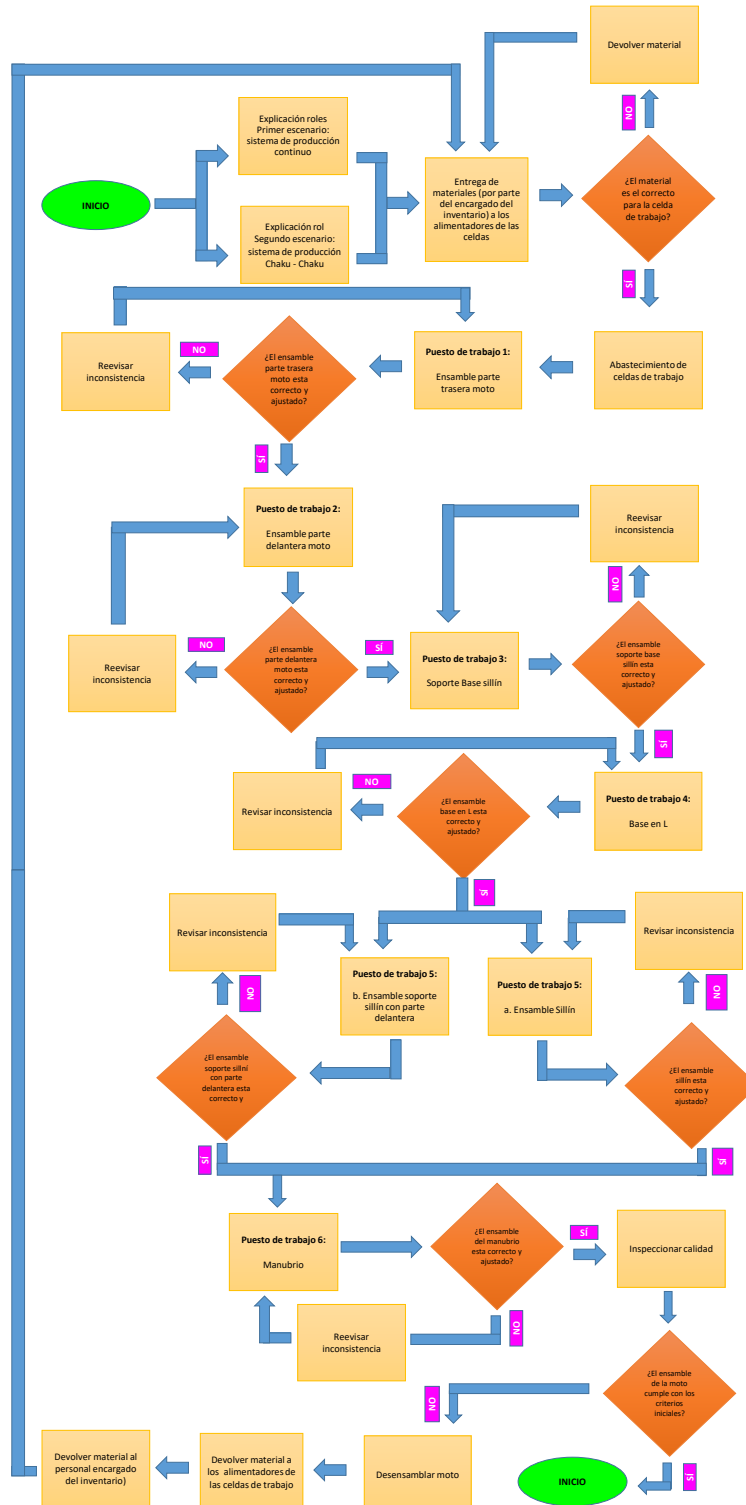


Figura 37. Diagrama de flujo global de ensamble de moto mediante fichas de mecano



Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación

Para el desarrollo de la lúdica, se trabajó mediante la descripción de un procedimiento, donde se detalla cada una de las etapas para el ensamble de la moto mediante las figuras de mecano (**tabla 14** y **figura 38**). Cabe resaltar:

- La actividad uno es la explicación de roles en el primer escenario: sistema de producción continuo.
- La actividad dos es la explicación del rol en el segundo escenario: sistema de producción *Chaku-Chaku*.
- A partir de la actividad tres, aplica para los dos escenarios planteados.

Tabla 14. Procedimiento para ensamblar moto mediante las figuras mecano

N.º	Actividad	Descripción	Responsable
1.	Explicación de roles primer escenario: sistema de producción continuo	Cada uno debe ensamblar una parte de la moto y entregar su pieza ensamblada al siguiente puesto de trabajo para continuar el proceso. Se tendrán dos personas que abastecen las diferentes celdas previa entrega por parte del personal de materia prima. Al final del proceso se contará con un inspector de calidad para la aprobación o rechazo del producto ensamblado.	Docentes
2.	Explicación del rol segundo escenario: sistema de producción <i>Chaku-Chaku</i>	Cada uno debe ensamblar una moto completa pasando por cada puesto de trabajo. Se tendrán dos personas que abastecen las diferentes celdas previa entrega por parte del personal de materia prima. Al final del proceso se contará con un inspector de calidad para la aprobación o rechazo del producto ensamblado.	Docentes
3.	Entrega de materiales a los alimentadores de las celdas de trabajo	Suministrar los materiales pertinentes para el ensamble de la moto.	Personal del manejo de inventario
4.	Abastecimiento de celdas de trabajo	Entrega de los diferentes materiales para cada celda de trabajo, previa inspección de la ficha asignada en cada puesto de trabajo (tabla 11 y figura 34).	Alimentadores de celdas de trabajo
5.	Puesto de trabajo 1 Ensamble parte trasera moto	Tomar una hélice de cuatro orificios, una rueda y el tornillo grande.	Operario
6.		Introducir el tornillo grande por el centro de la rueda (figura 38a).	
7.		Sobreponer la hélice de cuatro orificios (el primer orificio de un extremo) en el tornillo grande (figura 38b).	
8.		Posteriormente adicionar una tuerca al tornillo grande (dar rosca hasta el final de la hélice) (figura 38c).	
9.		Tomar la otra hélice de cuatro orificios. El primer orificio de un extremo de la hélice, sobreponerlo en el tornillo grande (figura 38d).	
10.		Tomar la otra rueda y sobreponer en el orificio central de esta el tornillo grande (figura 38e).	
11.		Asignar la tuerca al tornillo grande restante y dar rosca hasta quedar fijo (figura 38f).	



Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdic



N.º	Actividad	Descripción	Responsable
12.	Puesto de trabajo 2 Ensamble parte delantera moto	Tomar hélice de tres orificios y tornillo grande.	Operario
13.		Introducir tornillo grande en el primer orificio de un extremo de la hélice de tres orificios (figura 38g).	
14.		Tomar la parte trasera de la moto ensamblada. Coger subensamblable de hélice de tres orificios con tornillo grande y sobreponer en un extremo de la hélice la parte trasera de la moto (figura 38h).	
15.		Tomar la rueda, introducir en el orificio central de esta el tornillo grande (figura 38i).	
16.		Introducir el tornillo grande en el orificio de la hélice de cuatro orificios (parte trasera de la moto) (figura 38j).	
17.		Tomar la otra hélice de tres orificios. Introducir tornillo grande en el primer orificio de un extremo de dicha hélice (figura 38k).	
18.		Adicionar la tuerca al tornillo grande restante (apretar hasta ajustar) (figura 38l).	
19.	Puesto de trabajo 3 Soporte base sillín	Tomar hélice de tres orificios y tornillo grande.	Operario
20.		Introducir tornillo grande en el primer orificio de un extremo de la hélice de tres orificios (figura 38m).	
21.		Tomar hélice de dos orificios e introducirla en el tornillo grande del subensamblable anterior (figura 38n).	
22.		Coger el ensamble de la moto (lo realizado los puestos 1 y 2) (figura 38l). En la parte trasera de la moto (dos ruedas), identificar segundo orificio de la hélice de cuatro orificios y allí introducir el tornillo grande ensamblado en la actividad anterior (figura 38ñ).	
23.		Posteriormente adicionar una tuerca en el medio de las dos hélices (base de la parte trasera y delantera) por donde pasará el tornillo grande (figura 38o).	
24.		Tomar la otra hélice de dos orificios e introducirla en el tornillo grande (figura 38p).	
25.		Tomar la otra hélice de tres orificios e introducirla en el tornillo grande (figura 38q).	
26.		Adicionar la tuerca al tornillo grande restante (apretar hasta ajustar) (figura 38r).	



Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdic



N.º	Actividad	Descripción	Responsable
27.	Puesto de trabajo 4 Base en L	Seleccionar tornillo mediano y ensamble de moto figura 38r (parte trasera, delantera y soporte base sillín) (figura 38s) .	Operario
28.		Introducir tornillo mediano (de adentro hacia afuera) en el centro de la hélice de tres orificios (soporte base sillín) (figura 8t) .	
29.		Adicionar base en L. La cual será sujeta por el tornillo mediano en el orificio del medio (figura 38u) .	
30.		Adicionar la tuerca al tornillo mediano restante (apretar hasta ajustar) (figura 38v) .	
31.		Realizar los mismos pasos de la base en L (figura 38s, 38t, 38u y 38v) para el otro extremo de la moto (figura 38w) .	
32.	Puesto de trabajo 5 a. Ensamble sillín	Tomar tornillo mediano, ángulo y moto ensamblada (figura 38x) .	Operario
33.		Introducir tornillo mediano de afuera hacia adentro en una de las hélices de dos orificios del soporte del sillín (figura 38y) .	
34.		Adicionar ángulo al tornillo mediano (apretar, dar rosca hasta ajustar sin tuerca) (figura 38z) .	
35.	Puesto de trabajo 5 b. Ensamble soporte sillín con parte delantera	Tomar moto ensamblada y tornillo mediano (figura 38aa) .	Operario
36.		Introducir tornillo mediano (de adentro hacia afuera) por el orificio del medio de la hélice de la parte delantera. Sobreponer la hélice de soporte del sillín en el mismo tornillo (figura 38ab) .	
37.		Adicionar la tuerca al tornillo restante (apretar hasta ajustar) (figura 38ac) .	
38.		Realizar los mismos pasos (figura 38aa, 38ab y 38ac) del ensamble soporte sillín con parte delantera (figura 38ad) .	
39.	Puesto de trabajo 6 Manubrio	Tomar ángulo, tornillo mediano y moto ensamblada (figura 38ae) .	Operario
40.		Introducir tornillo mediano de afuera hacia adentro en la hélice de la parte delantera y adicionar el ángulo (orificio del ángulo hacia la hélice, con el fin de atornillar hasta ajustar, sin tuerca) (figura 38af) . Nota: el ángulo debe quedar en el medio de las dos hélices de la parte delantera.	
41.		Tomar moto ensamblada (figura 38af) , hélice de tres orificios y tornillo pequeño (figura 38ag) .	
42.		Sobreponer hélice de tres orificios en el ángulo (figura 38af) . Colocar tornillo pequeño (de afuera hacia adentro) en el centro de la hélice fijándolo al ángulo (figura 38ah) .	
43.	Inspeccionar calidad	Verificar que el ensamble de la moto este correcto y cumpla con todos los criterios dados al inicio de cada sesión (figura 38ai) .	Inspector de calidad

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdic

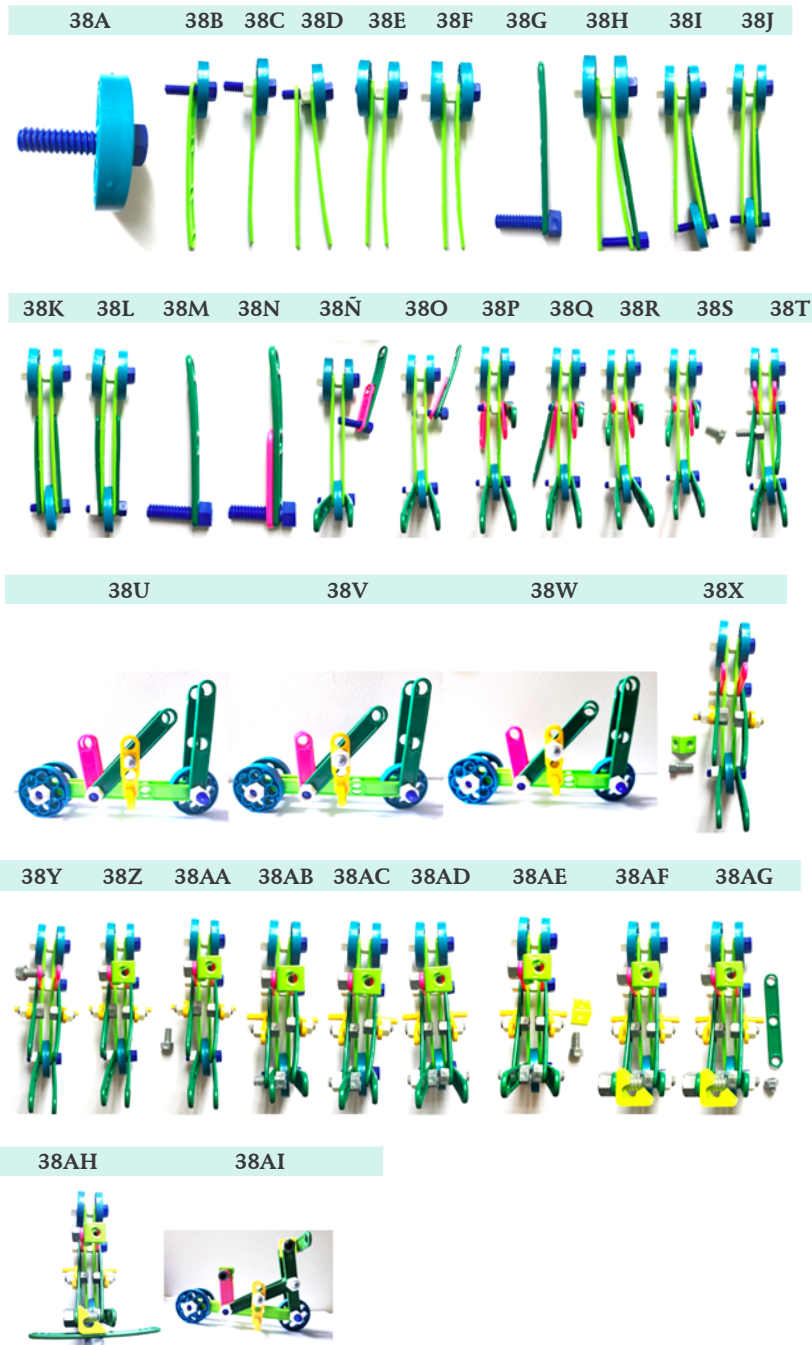


Figura 38. Ensamble moto mediante las figuras mecano



4.5 RESULTADOS

Sistema productivo en U

Independientemente del escenario a intervenir, ya sea en el sistema de producción continuo o sistema de producción *Chaku-Chaku*, cada puesto de trabajo debe estar abastecido con materia prima para ensamblar dos motos, así mismo contar con las herramientas para ajustar el respectivo ensamble (llaves) y con la ficha asignada en cada puesto de trabajo como referente de los insumos que debe tener (**figura 39**).

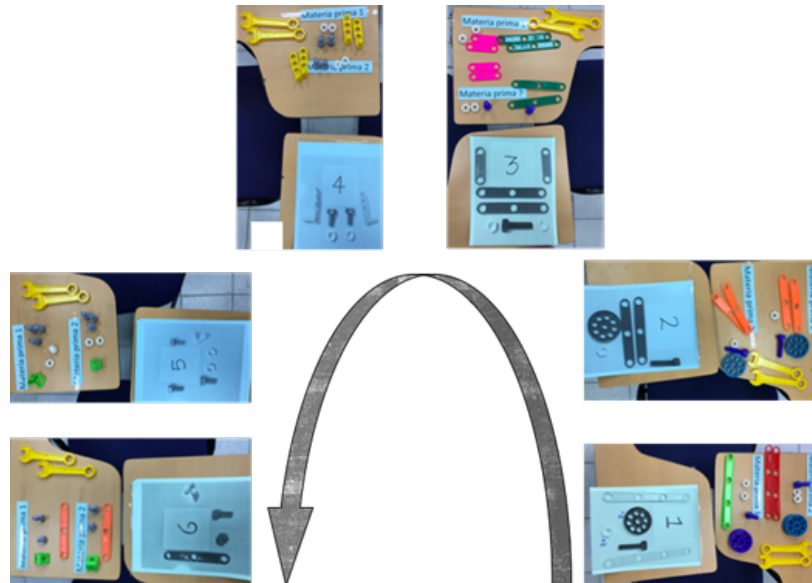


Figura 39. Sistema productivo en U

En la **figura 40** se logran plasmar algunas evidencias fotográficas del desarrollo de la lúdica. Iniciando con una socialización del método *Chaku-Chaku*, la metodología a trabajar, los diferentes operarios que abastecen las celdas de trabajo, inventario, inspección de calidad y los dos sistemas de producción, tanto el continuo como el propuesto, resaltando el tiempo promedio de ensamble de una moto, en cada uno.







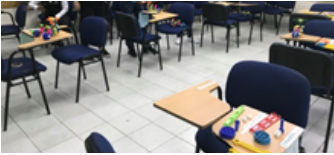
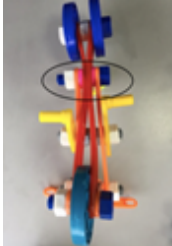
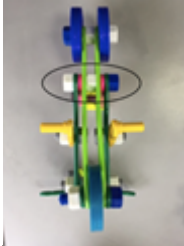


Figura 40. Evidencias ensamble de la moto

Actividad. Evidencia	
<p>Socialización del método <i>Chaku-Chaku</i> y metodología a trabajar</p> 	<p>Alimentadores de celdas de trabajo</p> 
<p>Manejo de inventario</p> 	<p>Moto ensamblada</p> 
<p>Sistema de producción continuo</p> <p>Tiempo promedio de ensamble de una moto: 5 minutos con 58 segundos.</p>	
	
<p>Puesto de trabajo 1. Ensamble parte trasera moto</p> 	<p>Puesto de trabajo 2. Ensamble parte delantera moto</p> 
<p>Puesto de trabajo 3. Soporte base sillín</p> 	<p>Puesto de trabajo 4. Base en L</p> 

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdic



<p>Puesto de trabajo 5. Ensamble sillín y ensamble soporte sillín con parte delantera</p> 	<p>Puesto de trabajo 6. Manubrio</p> 
<p>Sistema de producción Chaku-Chaku Tiempo promedio de ensamble de una moto: 3 minutos con 26 segundos</p>	
<p>Operario celda de trabajo 1. Ensamble parte trasera moto</p> 	<p>Operario celda de trabajo 3. Soporte base sillín</p> 
<p>Operario celda de trabajo 1. Ensamble parte trasera moto</p> 	<p>Operario celda de trabajo 2. Ensamble parte delantera moto</p> 
<p>Operario celda de trabajo 1. Ensamble parte trasera moto</p>	<p>Operario celda de trabajo 1. Ensamble parte trasera moto</p>
<p>Operario celda de trabajo 5 a. Ensamble sillín b. Ensamble soporte sillín con parte delantera</p>	
<p>Inspección de calidad</p>	
<p>Moto rechazada</p> 	<p>Moto aceptada</p> 





Al contemplar en el desarrollo de la lúdica los dos escenarios: sistema de producción continuo y *Chaku-Chaku*, se logra evidenciar que, independientemente del proceso, se generaron retornos y devoluciones ya fuera del producto en proceso o del producto terminado, dado que no cumplía con las especificaciones o requerimientos pactados inicialmente. De aquí la importancia no solo de contar con un sistema que posibilite minimizar tiempos y recorridos, sino también cómo desde la alta dirección se deben adoptar acciones que permitan mitigar los efectos secundarios al medio ambiente y a la sociedad. Es así como en los procesos se debe contemplar la logística inversa como estrategia de competitividad y productividad para el reúso, reciclaje y correcta disposición de los productos, al igual se propone generar en las organizaciones una reflexión continua sobre las diferentes lúdicas que conlleven a un ejercicio para la mejora de los diferentes procesos.

4.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al culminar la lúdica se abordaron las siguientes preguntas:

- ¿Cuál sistema de producción es más eficiente?
- ¿Qué diferencias evidenció de cada sistema de producción?
- Al momento de realizar cada sistema de producción, a nivel organizacional ¿Qué restricciones puede encontrar?
- Con base en cada sistema de producción, ¿Cuáles cuellos de botella detectaron?
- ¿Qué aspectos se pueden mejorar para el desarrollo de futuras lúdicas?





De la discusión de estos interrogantes se obtuvieron los resultados de la **tabla 15**.

Tabla 15. Resultados preguntas discusión

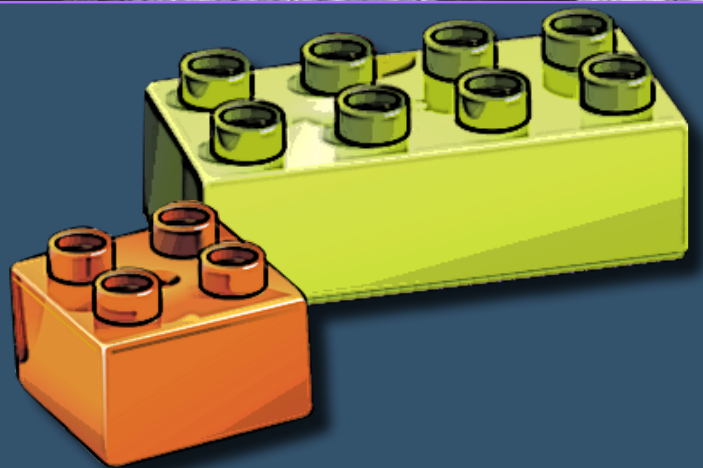
Preguntas	Respuestas
a. ¿Cuál sistema de producción es más eficiente?	<p><i>Chaku-Chaku:</i></p> <ul style="list-style-type: none"> • Disminuye tiempo de ensamble. • No se tiene presión. • Mejores estándares de calidad. • Capacidad del operario para desarrollar diferentes actividades (habilidad y destrezas). • Reducción de tiempos muertos.
b. ¿Qué diferencias evidenció de cada sistema de producción?	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de producción continuo: • Existen cuellos de botella. • Tiempos muertos. • Mayor tiempo de ensamble. • El operario debe esperar que la otra celda le suministre el producto. • No se tiene polivalencia. • Sistema de producción <i>Chaku-Chaku:</i> • No existen cuellos de botella. • Menor tiempo de ensamble. • Un solo operario se abastece puesto a puesto. • Se cuenta con polivalencia.
c. Al momento de realizar cada sistema de producción, a nivel organizacional ¿Qué restricciones puede encontrar?	<ul style="list-style-type: none"> • Capacitación del personal. • Área de trabajo adecuada. • Mayor organización en el tiempo e inventarios. • Personal resistente al cambio. • Formación en temas específicos de logística inversa y actividades lúdicas que mejoren el proceso de producción.
d. Con base en cada sistema de producción, ¿Cuáles cuellos de botella detectaron?	<ul style="list-style-type: none"> • Sistema de producción continuo: • Agotamiento materia prima por parte de los alimentadores (desabastecimiento puesto de trabajo). • Poca habilidad de los operarios en el manejo de algunas fichas (falta capacitación y desconocimiento del proceso). • Tiempos muertos por falta de piezas ensambladas en las celdas anteriores (una actividad no podía iniciar hasta que la otra celda entregue).
e. ¿Qué aspectos se pueden mejorar para el desarrollo de futuras lúdicas?	<ul style="list-style-type: none"> • Espacio más adecuado (mesas y sillas para lúdica, no escritorios de aula regular). • Asignar una figura de cada fase de ensamble por celda (hasta dónde debe llegar). • Mayor tiempo para el desarrollo de la lúdica, ya que la comunicación fue ligera por parte de los guías. • Organizar el inventario con tiempo por parte de las personas que abastecen los puestos de trabajo.





CAPÍTULO V

Estrategia pedagógica:
generando valor operativo





5.1 PRESENTACIÓN

La productividad puede ser definida como una forma de utilización de los factores de producción y es en gran medida una función de la toma de decisiones en varios niveles, y debería ser considerada más como objetivo que como medio para la disminución de costos, dado que sin ella los productos no alcanzan los niveles de competitividad necesarios en el mundo globalizado. Algunos autores han investigado las variables que influyen en el aumento de la productividad y coinciden en considerar a los empleados o colaboradores como la esencia o factor clave en la optimización de los recursos y la efectividad en gestión organizacional (Jaimes, Luzarno y Rojas, 2018; Barbosa y Cortés, 2020). Otros, definen a los empleados o colaboradores como aquella fuerza que debe ser cada vez más adaptable, flexible y competente para desempeñarse eficazmente en situaciones de trabajo nuevas o cambiantes (Dhanabhakym y Basheer, 2020).



Algunos investigadores coinciden en la presentación de dos componentes que influyen en el bienestar de los trabajadores y que generan nivel de compromiso: los aspectos psicosociales y los organizacionales. Los primeros hacen referencia a cultura, oportunidades, valores, y la segunda a sistemas de comunicación, organización, nivel de pertenencia, aspectos de la estructura organizacional (Botero, 2020; Jaimes *et al.*, 2018).

Para Carro, Sarmiento y Rosano (2017), la cultura es inherente a cada individuo y a cada grupo humano, y a su vez es el resultado de una herencia cultural mayor de la sociedad. Sampieri, Valencia y Soto (2014) la consideran como un recurso estratégico que posee el valor de asegurar la continuidad y permanencia de las organizaciones y Rivera *et al.* (2018), como el conjunto de valores, filosofía, mitos y otros conceptos que los miembros de la organización comparten. Estas definiciones ratifican que el concepto no ha cambiado a través del tiempo y su base continúa siendo el cuerpo de valores y creencias de las personas, alineados a los de la empresa. En esta lúdica se adopta todos los elementos presentados anteriormente.

Se entiende por estructura organizacional la forma o patrón de diseño organizacional, que se establece de acuerdo con sus necesidades y por medio del cual se ordenan las actividades, los procesos y el funcionamiento de la empresa. Este diseño presenta los vínculos que se establecen allí, las relaciones de autoridad y dependencia que se puedan



dar, las descripciones de puestos, los procesos, tareas y comunicaciones. Permite cumplir las metas propuestas y lograr los objetivos deseados por la organización.

A esta relación bilateral entre la cultura y la estructura de la organización, que impacta a la gestión de los procesos productivos y en su resultado que es la productividad, se le suma otro concepto, el de valor agregado operativo, el cual se desarrolla en cada operación del proceso productivo.

Las empresas existen para crear valor y crear riqueza, sin embargo la incertidumbre del entorno hacen que estos propósitos hoy resultan cada vez más complejos de alcanzar de manera óptima (Vergara *et al.*, 2019). De acuerdo con Salvador (2016) se denomina valor “al grado de utilidad o aptitud de las cosas para satisfacer necesidades y proporcionar bienestar”. Es decir, el valor no está en el producto sino en la satisfacción de las necesidades, requerimientos y expectativas del cliente o consumidor final. Para tal fin, en el proceso de transformación del bien o servicio, se genera el valor agregado operativo (en cada operación por la cual debe pasar el producto, desde el insumo hasta ser terminado), generando al mismo tiempo, valor económico.

Entre mayor sea el esfuerzo en el mejoramiento de sus procesos, a partir de la implementación de una cultura enfocada en el compromiso, trabajo en equipo y calidad integral, así mismo, una estructura sistémica, fiable y oportuna, que ha sido diseñada, divulgada y apropiada en todos los niveles organizacionales, mayor será la optimización de los recursos y aprovechamiento de las competencias del personal, (productividad), generando así, el mayor valor operativo posible.



5.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Mostrar a los participantes en el concepto e importancia de la productividad y su incidencia en el valor operativo de los productos.

Objetivos específicos

- Concientizar sobre la importancia de la cultura de generación de valor operativo en la productividad.
- Mostrar la importancia de la estructura organizacional como soporte para la gestión de producción.
- Dar a conocer la relación entre la productividad y valor operativo de los productos.



5.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

El desarrollo de la lúdica requiere de los materiales y cantidades que se relacionan en la **tabla 16** y la **figura 41**.

Talento humano

La lúdica está diseñada para mínimo seis participantes, dos por cada equipo de trabajo (*jenga*), uno de los cuales hace la tarea de líder.

Caso empresarial Industrias Electro

Es una organización con más de cuarenta años de experiencia en el mercado del calentamiento eléctrico, se ha posicionado en el mercado por la calidad de sus productos y cultura de servicio. Sin embargo, el aumento de la productividad era una inquietud grande para su fundador, el señor José Rosemberg, quien con su creatividad, perseverancia y amor por la empresa, la ha sacado adelante, junto con su familia que trabaja en ella.



La organización, como muchas empresas de antaño, ha trabajado de manera informal en muchos de sus procesos, por ejemplo, en la recopilación de datos de manera rigurosa que les permitiera hacer una medición estricta de los diferentes procesos, desorden en la ubicación de las herramientas y demás recursos con los que necesitaban trabajar cada día, y no había estandarización de procesos que les facilitaran el desarrollo efectivo de sus labores. Además, llevaban un control sobre el rendimiento de su materia prima y tenían un gerente a la búsqueda de oportunidades para su empresa sin embargo no habían logrado encontrar una integración entre, las necesidades de los clientes y el ambiente de los colaboradores en el que ellos pudieran aportar a la optimización de los recursos. Otra situación que se presentaba era que algunos indicadores no servían o simplemente no se contaban con formatos que permitiera una lectura adecuada, por lo cual se presentaba inventario en exceso, obsoleto y faltante.

El señor Rosemberg desea aumentar la productividad, darle claridad a cada proceso, cohesionar el equipo de trabajo y seguir construyendo desde el colectivo. Por lo cual busca un programa de mejoramiento para empresas e inicia el proceso. Este proceso comienza con mediciones de la situación actual y el levantamiento de los datos, generó resistencia en sus colaboradores, porque lo percibieron como un control que les restaría beneficios, pero poco a poco comprendieron que era un proceso para mejorar las condiciones de trabajo y condiciones de sus vidas. Otra dificultad fue la de encontrar la unidad de medida, porque las resistencias son productos muy variables que generan complejidad para esta actividad.



Por estos y otros motivos más, la organización se sentía estancada y evidenciaba falencias, ofreciendo tiempos de entrega largos, que disminuyeron grandemente el nivel de servicio. El mejoramiento de indicadores observados con el programa fue:

- Los tiempos de respuesta aumentaron en un 30 %, de esta manera lograron recuperar muchos clientes que en ocasiones no contrataban con Electro porque sus tiempos de producción estaban por fuera de lo requerido en el servicio.
- Se disminuyeron los precios de venta en un 15 %, dado que al ser más productivos se disminuyeron sus costos.
- Ahorro con la implementación de la metodología 5S en dos millones de pesos.
- Se liberó el tiempo de producción de los empleados en 2,5 días, tiempo que es utilizado en la implementación de mejoras constantes y en asuntos relacionados con el orden y el aseo de la planta.
- El desarrollo de una estrategia de gestión visual en la bodega ha permitido facilitar la forma de localizar materiales, para ello se ha establecido una estantería específica con los nombres de los materiales. Igualmente se desarrollará un *software* propio para soportar la búsqueda rápida del material.
- Se presenta un avance en el desarrollo de estándares para varios procedimientos e igualmente la implementación de una matriz de habilidades para que la empresa pueda potenciar las capacidades de los colaboradores.
- La totalidad de los administrativos y colaboradores capacitados.



Como resultados que impactaron en la productividad y ventas, se obtuvieron:

- Los operarios son empoderados de sus funciones y ejercen controles sobre labores específicas con herramientas como formatos, tablas que se encuentran en los puestos de trabajo que facilitan el monitoreo que realiza cada colaborador en su gestión.
- El compromiso de los administrativos y colaboradores aumenta la credibilidad de los líderes y facilita la alineación entre ellos que permite el logro de los objetivos estratégicos de la empresa.



Tabla 16. Materiales y cantidades requeridas

Material
Jenga (figura 41a). Cantidad 3.
Caso empresarial Industrias Electro. Explicado en el texto. Cantidad 3.
Juegos de tarjetas. Cantidad 3.
<ol style="list-style-type: none"> 1. Se comenzó a interiorizar que los cambios para mejorar la productividad no requerían de grandes inversiones, y luego sensibilizaron al personal de planta. 2. Se cambió la metodología de trabajo, para reducir la cantidad de desplazamientos y hacer un proceso escalonado. 3. Se eliminaron tiempos de verificación de productos que no eran relevantes, para optimizar su proceso de producción implementando algunas acciones. 4. Se invirtió en convertir a Kaizen en la filosofía de trabajo, en el ADN de cada uno de los miembros de la organización. 5. Se realizó la marcación de las áreas de trabajo. 6. Se realizó la adecuación de una estantería con los tres colores de un semáforo, que permite definir las prioridades de las entregas de los productos. 7. Se mejoraron las condiciones de orden y aseo de la planta, con un resultado en el primer año de implementación, de una tonelada de chatarra eliminada. 8. Se realizó la alianza con un proveedor de cajas para el diseño de un empaque en un material diferente al icopor. Esto disminuyó el tiempo de empaque y permite aminorar el impacto en el medio ambiente. 9. Se generó una verdadera interrelación entre las áreas, mejorando la comunicación entre estas. 10. Se diseñó un tablero donde cada uno de los colaboradores de la empresa, muestra sus metas cumplidas. Acorde a ellas, recibe incentivos redimibles en productos de consumo personal. 11. Se creó un sistema de formación basado en manuales, videos, tutoriales, manuales digitales, según ellos, el conocimiento debe instalarse en la empresa y no en las personas.
Copias de triángulo estructura, cultura y proceso. Cantidad 3. (figura 41b).
Formato complete. Cantidad 3.
<p>1. Complete las siguientes frases:</p> <p>a) La _____ es el valor operativo que se genera a nivel _____ de la organización</p> <p>b) La _____ es el valor estratégico de la organización</p> <p>c) _____ + _____ + _____ = Productividad + _____ = Competitividad</p> <p>2. En este juego, ¿Cómo se puede generar mayor valor operativo para los participantes?</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p> <p>_____</p>





Figura 41a. Juego de *jenga*

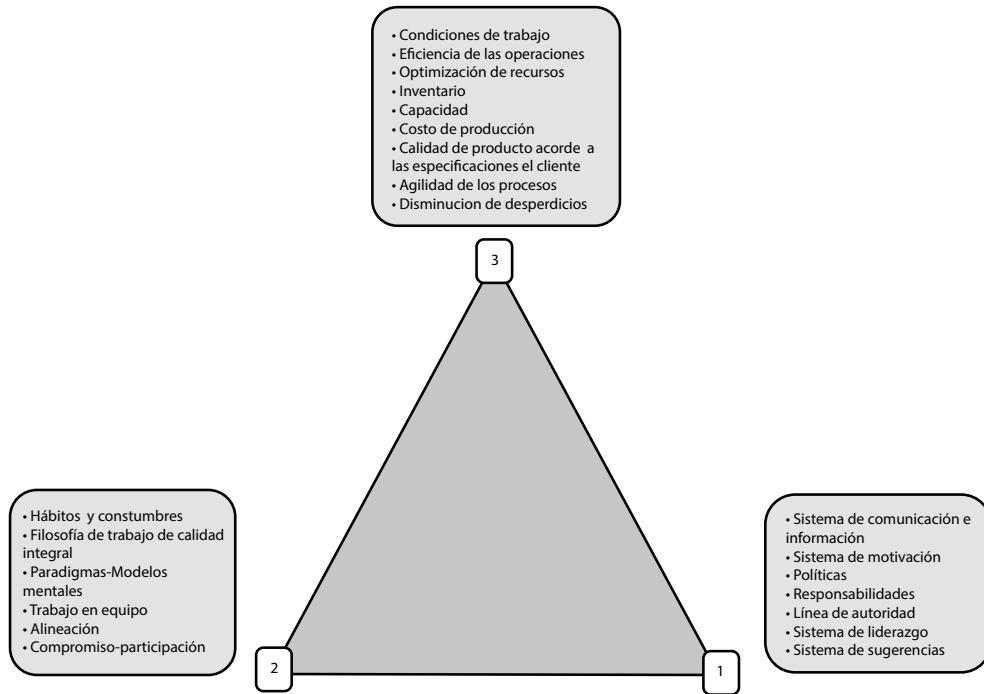


Figura 41b. Triángulo estructura-cultura-proceso



Recursos locativos

Se requiere un espacio que permita a cada uno de los tres equipos de participantes sentarse en el piso alrededor del *jenga* y los otros materiales, de manera distanciada, con el fin de trabajar en equipo.

Tiempo estimado

60 minutos.

Competencias de los estudiantes

Los participantes con el desarrollo de la actividad lograrán:

- Identificar algunas acciones que integran la productividad con el valor operativo, comprendiendo que la productividad en sí no significa valor para el cliente interno y externo.
- Conocer el efecto bilateral de la cultura y estructura, orientada a los procesos y la estrategia de la organización, de manera que el concepto de productividad.



5.4 PROCEDIMIENTO

La lúdica *generación de valor en los productos* se desarrolla en tres fases:

- Preparación. Corresponde al alistamiento de los materiales y de las personas.
- Durante. Es la contextualización de los participantes, en torno al tema y la presentación de las instrucciones para el desarrollo del juego.
- Después. Se refiere al análisis y conclusiones del juego.

Descripción de las etapas de la estrategia pedagógica e implementación

Preparación

Armar los tres *jengas*, de forma que tengan los bloques enumerados, estén ubicados de manera diferente. La numeración de los bloques es:

- *Jenga 1.* 1 – 4 – 7 – 10 – 13 – 16 – 19 – 22 – 25 – 28
- *Jenga 2.* 2 – 5 – 8 – 11 – 14 – 17 – 20 – 23 – 26 – 29
- *Jenga 3.* 3 – 6 – 9 – 12 – 15 – 18 – 21 – 24 – 27 – 30
- Identificar el juego de cartas correspondiente a la numeración que presentan los bloques de madera de cada jenga. Cada juego consta de diez cartas.



- Ubicar un *jenga*, un caso empresarial (caso empresarial Industrias Electro), juego de cartas correspondientes (tabla 16), una copia del triángulo cultura-estructura-proceso (figura 41b) y una copia del formato *Complete* (tabla 16) en una esquina del salón.
- Distribuir los participantes en tres equipos, ubicando cada uno de ellos alrededor de un *jenga* y materiales.
- De cada equipo se selecciona un líder quien hará el control del desarrollo de la lúdica y apoyará en su mejora cuando haya finalizado su equipo, no durante.

Durante la implementación de la actividad

- El director general de la lúdica realiza la introducción de la temática de la actividad.
- El director general explica el triángulo cultura-estructura-proceso.
- El director da las siguientes instrucciones:
 - El líder lee el caso empresarial y selecciona una persona para que solicite una tarjeta.
 - El participante pide tarjeta. Mira el número ubicado en la parte de atrás de la tarjeta.
 - Saca el palito del *jenga*, procurando que no se caiga, si sucede, continuar el proceso –una vez sacado el palito o bloque del *jenga*– lee la tarjeta e identifica a cuál dimensión de las variables (cultura–estructura–proceso) corresponde. Escribe el número de la tarjeta al lado de la dimensión que corresponda, utilizando para ello la copia del triángulo. Ubica la tarjeta en la variable.
- Puede suceder que la acción a la que hace referencia la tarjeta apunte a varias dimensiones de la misma variable o de otras, de igual forma, escribir el número de la tarjeta en todas las dimensiones a las que hace referencia.
 - Una vez ubicadas todas las cartas, el líder del equipo debe entregar el formato de *Complete*, para ser diligenciado.
 - Una vez diligenciado el equipo debe gritar ¡Listo!
- El director da inicio al juego.



Después. Al finalizar la actividad

- El director recibe del líder del equipo, por orden de finalización, el triángulo y el formato *Complete* y revisa si cumple o no.



- El primer grupo en entregar completo tiene una oportunidad de mejorar sus respuestas, hasta que entregue el último grupo, en esta oportunidad el líder puede participar en la mejora de las respuestas.
- Cada líder de equipo expone el triángulo con sus respuestas. Justifica.
- Gana el equipo que tenga la identificación de todas las cartas y diligenciamiento del formato *Complete* correcto.
- Finalmente, se solicita que concluyan respecto a:
 - El impacto de la cultura en la generación de valor operativo.
 - El impacto de la estructura en la generación de valor operativo.
 - Incidencia del valor operativo en la productividad.
 - Incidencia de la productividad en la competitividad.
- El director agradece la participación.

5.5 RESULTADOS



Para el cierre de la lúdica, los grupos deben dar respuesta y exponer ante todos los asistentes las respuestas a las siguientes preguntas:

- ¿Cuántas acciones de cultura impactaban la estructura?
- ¿Cuántas acciones de estructura impactaban la cultura?
- ¿Cuántas acciones de mejoramiento de proceso requirieron de un cambio cultural y de estructura?
- ¿Cuáles acciones muestran la relación entre productividad y valor operativo?

5.6 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

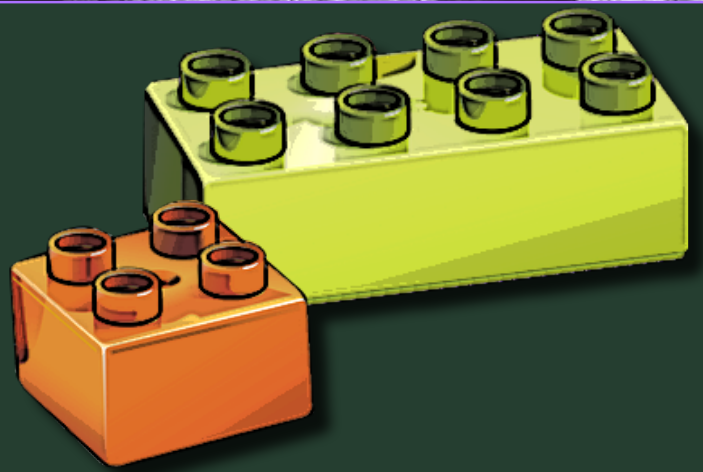
Una vez desarrollada la lúdica, se abre un espacio para discutir y concluir sobre el impacto de la productividad en la generación de valor operativo y el impacto del compromiso de la alta gerencia en la sostenibilidad del valor con enfoque en el cliente. Además, sobre la importancia de generar valor desde el nivel operativo aportando al nivel táctico y así responder a las expectativas de la visión de la empresa y del cliente o consumidor final.

Por otra parte, se concluye respecto a la importancia del despliegue de los objetivos de productividad a todas las acciones del nivel operativo y su respectiva medición para control y ajuste.



CAPÍTULO VI

Estrategia pedagógica:
el efecto látigo en la
manufactura inteligente





6.1 PRESENTACIÓN

El proceso de enseñanza y aprendizaje involucra una serie de variables para el desarrollo de competencias a partir del mejoramiento de experiencias en la transmisión de saberes. En este sentido, la lúdica *el efecto látigo en la industria inteligente* pretende simular escenarios que permitan a estudiantes tomar decisiones en contextos fluctuantes para identificar el efecto generado en la cadena de suministros. A su vez, la concepción de *industrias inteligentes* reta a estudiantes hacia la importancia de la utilización de los recursos de la denominada cuarta revolución industrial para la generación de ventajas competitivas. En este sentido, se hace necesario abordar las siguientes categorías teóricas que permitan una mayor comprensión del ejercicio lúdico y a su vez brindan soporte conceptual que define la metodología propuesta. A continuación, se describen la cadena de suministro, el efecto látigo y la manufactura inteligente.



La cadena de suministro

La cadena de suministros (**figura 42**) es el conjunto de procesos para posicionar e intercambiar materiales, servicios, productos semiterminados, productos terminados, operaciones de posacabado logístico, de posventa y de logística inversa, así como de información en la logística integrada que va desde la adquisición de materia prima hasta la entrega y puesta en servicio de productos terminados al consumidor final (Atún, 2006).

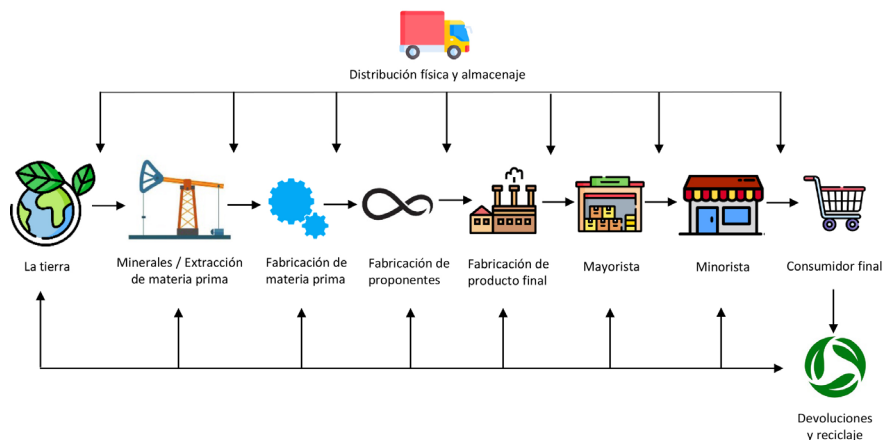


Figura 42. Cadena de suministro



La **figura 42** permite identificar cada uno de los eslabones propios de la cadena de suministro tanto “aguas arriba como aguas abajo”.

Efecto látigo

Es uno de los causantes de las fluctuaciones que experimenta la proyección de la demanda a medida que se aleja del mercado a lo largo de la cadena de suministro como consecuencia de la falta de coordinación y sincronización entre los agentes intervinientes entre fabricante, distribuidor, mayorista y minorista (Benítez, 2006) como se observa en la **figura 43**.

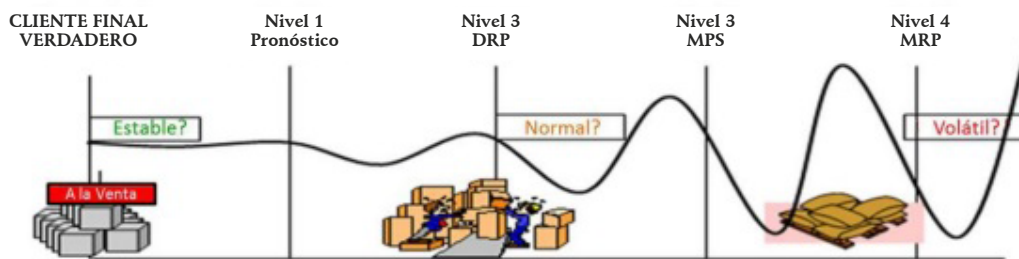


Figura 43. Efecto látigo

La **figura 43** permite identificar el efecto generado por la demanda y su impacto en los eslabones de la cadena de suministro.

Manufactura inteligente

La manufactura inteligente se asocia con el concepto de cuarta revolución industrial, definida como la transición hacia nuevos sistemas ciberfísicos que operan en forma de redes más complejas y se construyen sobre la infraestructura de la revolución digital anterior (Schwab, 2016). Se caracteriza por el diálogo de una gran variedad de tecnologías convergentes, que eliminan los límites entre lo físico, lo digital y lo biológico y generan cambios en los paradigmas (Foro Económico Mundial, 2016).

De acuerdo con la **figura 44**, la industria se enfrenta a grandes retos para transitar hacia la cuarta revolución industrial en materia de ciberseguridad, almacenamiento en la nube, *big data*, entre otros aspectos.



Figura 44. Desafíos de la manufactura Inteligente



Fuente: adaptado de Basco et al. (2018).

Para ello, se propone la siguiente actividad lúdica que simula escenarios con fluctuaciones de demanda atípica permitiendo a los futuros profesionales tomar las mejores decisiones basadas en el análisis de la información. A continuación, se describe la propuesta de desarrollo.



6.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Identificar los desafíos a los que se enfrenta la cadena de suministros para la reducción del efecto látigo en la manufactura inteligente.

Objetivos específicos

- Analizar la importancia de los actores en la cadena de suministros.
- Diferenciar el manejo tradicional de información y el uso de las nuevas tecnologías en la cadena de suministros.
- Reflexionar sobre los paradigmas de competitividad generados entre los eslabones de la cadena de suministros.

6.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Los recursos necesarios para el desarrollo de la lúdica se detallan a continuación.

Materiales

Los materiales utilizados para la simulación del proceso de fabricación y ensamble en cada uno de los eslabones de la cadena se relacionan en la **figura 45**.

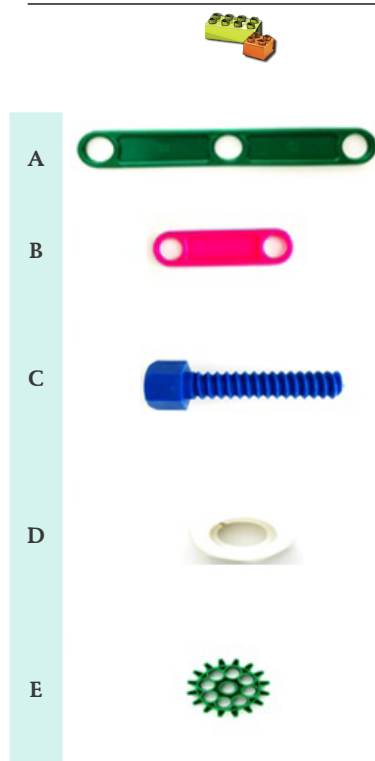


Figura 45. Materiales de ensamble. A. Hélice de tres orificios. B. Hélice de dos orificios. C. Tornillo. D. Tuerca. E. Rosca



Talento humano

Para el desarrollo de la lúdica se requiere de cuatro personas, el líder que dirige la actividad pedagógica y tres asistentes para el suministro de apoyo a los participantes (el número de asistentes dependen del total de estudiantes participantes).

Recursos didácticos

Los recursos didácticos permiten ejecutar el ejercicio y socializar los resultados, para ello es necesario:

- Set de piezas (eslabones o arma-todo).
- Nueve computadores.
- Un videoprojector o televisor.
- Un cable HDMI.
- Dos marcadores borrables.
- Un borrador para pizarra.

Se aclara que el set de piezas puede ser reemplazado por cualquier tipo de material que permita realizar una figura de ensamble.



Recursos locativos

El contexto donde se desarrolló la actividad corresponde a un aula de clase, pero se aclara que puede realizarse en un escenario abierto dotado de equipo de cómputo y video proyección.

Tiempo estimado

Dos horas.

Competencias de los estudiantes

Las competencias transversales y específicas que se fortalecen en la lúdica corresponden a:

Específicas

- Identificar factores e influencias que afectan la cadena de suministro para el cumplimiento de los objetivos organizacionales.
- Desarrollar planes de acción antes situaciones de riesgo en el abastecimiento de materias primas, insumos y fabricación de productos.



Transversales

- Capacidad para expresar una idea e interpretar conceptos y opiniones mediante el discurso oral en contextos sociales.
- Aplicación de los conocimientos numéricos elementales para interpretar, comprender, producir y comunicar informaciones y mensajes numéricos presentes en diferentes contextos de la vida cotidiana y para resolver situaciones problemáticas de razonamiento numérico.
- Utilización básica del ordenador, manejo de un procesador de textos la búsqueda guiada en internet.
- Capacidad para trabajar en equipo.

6.4 PROCEDIMIENTO

A continuación, se describen las etapas para el desarrollo de la actividad teórico-práctica.

Etapa 1. Contextualización metodológica de la lúdica

Divulgación de la metodología para el desarrollo de la actividad. En esta fase se describe la metodología general a desarrollar en el taller para alcanzar los objetivos planteados de formación.



Etapa 2. Asignación de roles

Descripción detallada de cada rol en los eslabones de la cadena. La asignación de roles comprende las responsabilidades adquiridas en términos de registro de información y requerimiento de materiales.

Etapa 3. Simulación de iteración en la cadena de suministro

Ejecución de las actividades de oferta y demanda. La iteración de oferta y demanda permite dinamizar el flujo de producto e información propia de la cadena de suministro.

Etapa 4. Procesamiento de la información

- Digitalización de la información.
- Relacionamiento de la información.

El procesamiento de la información posibilita la identificación del efecto látigo en la cadena de suministro.



Etapa 5. Análisis y conclusión

Etapa de reflexiones finales, se analizan los desafíos planteados por la industria tradicional y cómo el procesamiento de la información se convierte en un aliado estratégico para gestionar industrias inteligentes.

6.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA E IMPLEMENTACIÓN

Etapas de la lúdica

El taller consta de cuatro plantas de producción encargadas de ensamblar las piezas como se muestra en la **figura 46**.

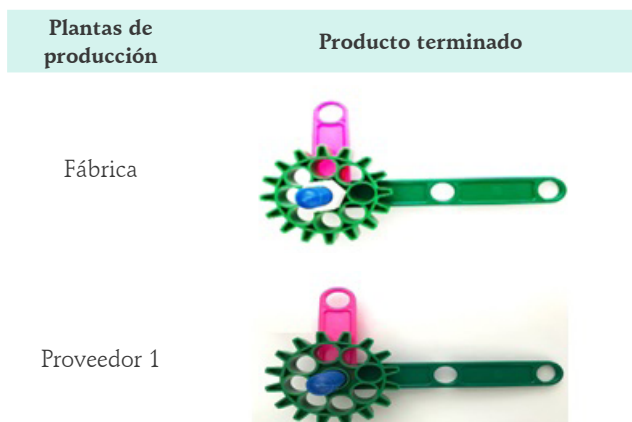




Figura 46. Eslabones de la cadena

Entre las plantas existe flujo de información y productos representados en la **figura 47**.

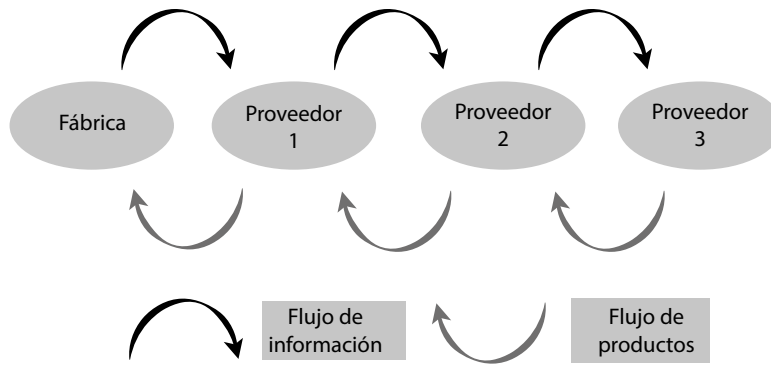


Figura 47. Flujo de información y productos

Implementación

Cada etapa se desarrolla bajo los siguientes procedimientos:

Etapla 1. Contextualización metodológica de la lúdica

Cada una de las plantas recibe material para fabricar las piezas y utiliza en la mayoría de los casos el material de inventario en bodega para realizar el ensamble. A continuación, se ilustra el procedimiento a realizar en cada una de las plantas.

El proceso de ensamble en la planta fábrica inicia con la recepción del producto elaborado por el proveedor 1. La fábrica adiciona a la pieza recibida una tuerca de su inventario para ensamblar el producto terminado como se observa en la **figura 48**.

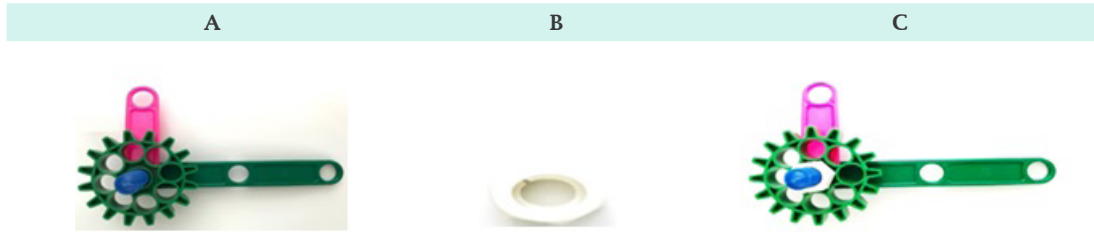


Figura 48. Proceso de ensamble en fábrica. A. Recepción de proveedor 1. B. Inventario en bodega. C. Producto final de la fábrica

El proceso de ensamble en la planta proveedor 1 inicia con la recepción del producto elaborado por el proveedor 2. La planta denominada proveedor 2 adiciona a la pieza recibida una rosca de su inventario para ensamblar el producto terminado como se ilustra en la **figura 49**.

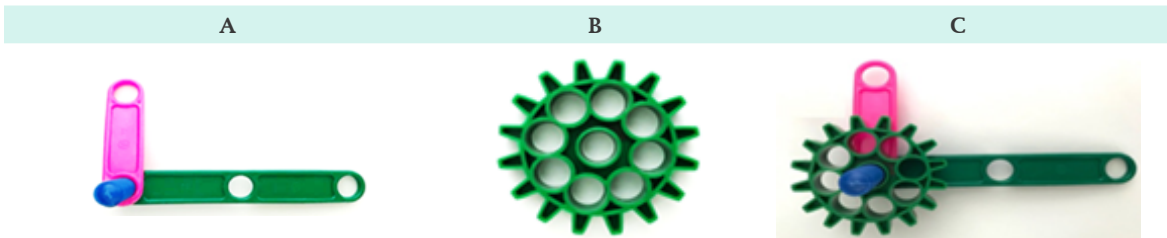


Figura 49. Proceso de ensamble proveedor 1.

A. Recepción de proveedor 2. B. Inventario en bodega. C. Semiterminado para fábrica

El proceso de ensamble en la planta proveedor 2 inicia con la recepción del producto elaborado por el proveedor 3. La planta denominada proveedor 2 adiciona a la pieza recibida un tornillo de su inventario para ensamblar el producto terminado como se ilustra en la **figura 50**.

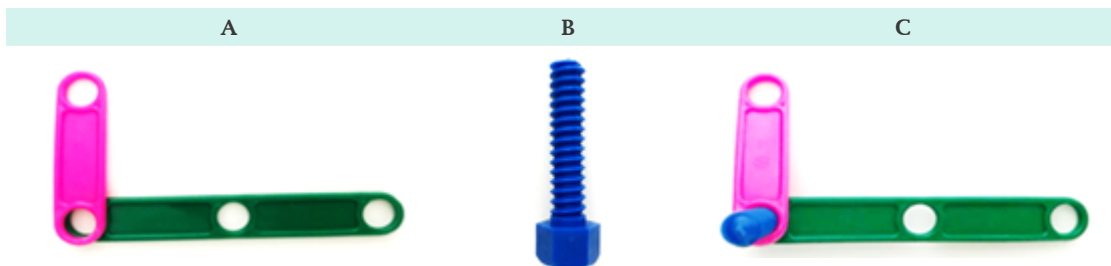


Figura 50. Proceso de ensamble proveedor 2. A. Recepción de proveedor 3. B. Inventario en bodega. C. Semiterminado para proveedor 2

El proveedor 3 se encarga de recibir material de surtidor para entregarlo al proveedor 2. Es decir, en la planta de proveedor 3 no se realizan operaciones de ensamble, las operaciones corresponden a la intermediación comercial como se muestra en la **figura 51**.



Figura 51. Inventario de proveedor 3. A. Recepción material de surtidor. B. Semiterminado para proveedor 2

Etapa 2. Asignación de roles

Descripción detallada de cada rol en los eslabones de la cadena: la asignación de roles comprende las responsabilidades adquiridas en términos de registro de información y requerimiento de materiales.

Para el funcionamiento adecuado de la actividad como mínimo se requiere de diez personas (para una cadena de suministro) y un máximo de dieciocho personas (dos cadenas de suministro). En el caso de una cadena de suministro, ver la **tabla 17**.

Tabla 17. Funciones por eslabón de la cadena productiva para ocho jugadores

Rol Eslabón de la cadena	Registro de información y solicitud de producto	Recibo de producto y despacho de producto	Total personas
Fábrica	1	1	2
Proveedor 1	1	1	2
Proveedor 2	1	1	2
Proveedor 3	1	1	2

Como se observa en la **tabla 17** cada eslabón de la cadena requiere de dos personas por equipo, las dos personas restantes realizarán funciones de surtidores y clientes, ellos se encargarán de brindar soporte para entregar producto a proveedor 3 (surtidor) y recibir producto terminado de la fábrica (cliente). En el caso de dos cadenas de suministros, la información se muestra en la **tabla 18**.

Tabla 18. Funciones por eslabón de la cadena productiva para dieciséis jugadores

Rol Eslabón de la cadena	Registro de información	Recibo de producto	Despacho de producto	Solicitud de producto	Total personas
Fábrica	1	1	1	1	4
Proveedor 1	1	1	1	1	4
Proveedor 2	1	1	1	1	4
Proveedor 3	1	1	1	1	4



Como se observa en la **tabla 18**, cada eslabón de la cadena requiere de cuatro personas por equipo, las dos personas restantes realizarán funciones de surtidores y clientes, ellos se encargarán de brindar soporte para entregar producto a proveedor 3 (surtidor) y recibir producto terminado de la fábrica (cliente). Cada uno de los participantes de la cadena de suministro deberá:

Rol. Registro de información. Es el responsable en cada equipo de trabajo de registrar los movimientos de entrada, salida y cantidad de producto a pedir como lo indica el registro “control movimiento de información” (**tabla 19**).

Tabla 19. Formato control movimientos de información

Eslabón				
Col. 1	Col. 2	Col. 4	Col. 6	Col. 9
Semana	Cantidad recibida	Cantidad requerida por el cliente	Cantidad real entregada	Cantidad para pedir
0	0	0	0	0
1	0			
2				
3				
4				
5				
6				
7				
8				
9				
10				
11				
12				
13				
14				
15				
16				
17				
18				
19				
20				
21				
22				
23				
24				
25				
26				
27				
28				
29				
30				





Nota 1: el registro de la información se inicia con la cantidad requerida por el cliente en la semana uno.

Nota 2: los tiempos de entrega definidos por cada eslabón corresponde a cada dos semanas. Es decir, si se solicita el producto en la semana uno se recibirá en la tres.

Nota 3: no debe existir comunicación entre eslabones para saber qué cantidad pedir. Solo se admite comunicación entre los miembros de un mismo equipo. Además de ello, deberá registrar la información en la hoja de cálculo compartida en línea (**tabla 20**).

Tabla 20. Registro información en hoja de Excel

Semana	Cantidad recibida	Inventario disponible (col. 2+8)	Cantidad requerida por el cliente	Cantidad para entregar (col. 4+7)	Cantidad real entregada	Cantidad pendiente por entregar (col. 5 - 6)	Inventario (col. 3-6)	Cantidad para pedir	Costo	Costo acumulado
1	0	0	0	0	0	0	2	0	0	0
2	0	2		0		0	2		1	1
3	0	2		0		0	2		1	2
4		2		0		0	2		1	3
5		2		0		0	2		0	3
6		2		0		0	2		0	3
7		2		0		0	2		0	3
8		2		0		0	2		0	3
9		2		0		0	2		0	3
10		2		0		0	2		0	3
11		2		0		0	2		0	3
12		2		0		0	2		0	3
13		2		0		0	2		0	3
14		2		0		0	2		0	3
15		2		0		0	2		0	3
16		2		0		0	2		0	3
17		2		0		0	2		0	3
18		2		0		0	2		0	3
19		2		0		0	2		0	3
20		2		0		0	2		0	3
21		2		0		0	2		0	3
22		2		0		0	2		0	3
23		2		0		0	2		0	3
24		2		0		0	2		0	3
25		2		0		0	2		0	3
26		2		0		0	2		0	3
27		2		0		0	2		0	3
28		2		0		0	2		0	3
29		2		0		0	2		0	3
30		2		0		0	2		0	3



La hoja de cálculo se ocupa de realizar operaciones tales como:

- **Inventario disponible.** Cantidad recibida (suma columna dos) + inventario disponible (columna ocho).
- **Cantidad para entregar.** Suma cantidad requerida por el cliente (columna cuatro) + cantidad pendiente por entregar (columna siete).
- **Cantidad pendiente por entregar.** Cantidad para entregar (columna siete) – cantidad real entregada (columna seis).
- **Inventario.** Inventario disponible (columna tres) - cantidad real entregada.
- **Cantidad para pedir.** Solicitud de producto (recordar dos semanas de tiempo de entrega).
- **Costo.** Cálculo matemático definido por: \$0.5 de una unidad almacenada en bodega al final de la semana y de \$1 cuando falta material por entregar.
- **Costo acumulado.** Corresponde a la sumatoria semana por semana de los costos de almacenamiento y producto no entregado.
- **Rol.** Recibo de producto. La persona que se encarga de recibir el producto debe verificar cantidad recibida y semana a la que corresponde la cantidad solicitada. El producto recibido lo debe pasar a compañero de equipo encargado de despachar el producto.
- **Rol.** Despacho de producto. La persona encargada de despachar el producto deberá ensamblar la pieza y entregar al eslabón correspondiente. El proveedor 3 entrega al proveedor 2, este le entrega al proveedor 1, quien entrega a la fábrica y esta a su vez le entrega al cliente.
- **Rol.** Solicitud de producto. La persona encargada de esta responsabilidad es quien se encarga de tomar la decisión de solicitar producto a su proveedor. La información se registra de acuerdo como lo indica tabla 21. Cada equipo cuenta con este material disponible.



Tabla 21. Formato solicitud de producto

Rol	
Semana:	
Cantidad solicitada	

Etaapa 3. Simulación de iteración en la cadena de suministro

Despejadas las dudas sobre cada rol de funciones y actividad de ensamble de cada eslabón se procede a iniciar con las actividades de fabricación de piezas y solicitud de material de acuerdo con las demandas de cada eslabón.

El proceso inicia cuando el cliente en la semana 1 solicita producto a la fábrica y esta a su vez realiza pedido a su proveedor, generando una reacción en cadena entre eslabones



para provisionarse de material para poder cumplir con lo solicitado. Cabe aclarar que las entregas de material se realizan dos semanas después de solicitadas.

El proceso de simulación se realiza para treinta días de producción, el líder de la actividad se encarga de moderar los tiempos de cada corrida de material que deberá ser cada dos minutos.

Finalizada las iteraciones se procede con la etapa de análisis. A continuación, se describe.

Etapa 4. Procesamiento de la información

- Digitalización de la información.
- Relacionamiento de la información.

El procesamiento de la información inicia finalizada la simulación de procesos, en esta etapa la persona encargada debe registrar la información en la hoja de cálculo dispuesta para ello.

Luego del registro de información en la hoja de Excel el moderador socializa los hallazgos de la actividad identificando las fluctuaciones generadas en cada eslabón de la cadena.

Al mismo tiempo cada equipo de trabajo reflexiona con relación a la toma de decisiones y al trabajo en equipo para las situaciones a las que se enfrentaron.



6.6 RESULTADOS

De acuerdo con la configuración y roles de los equipos de trabajo como se indica en la **figura 52**.

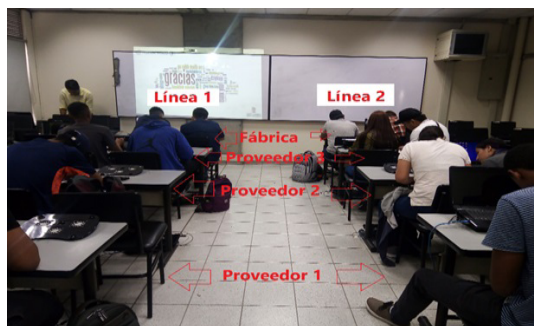


Figura 52. Configuración de los equipos de trabajo

Se procede con el desarrollo de las iteraciones para la línea 1 (**figura 53**). Al igual que con la línea 2 (**figura 54**).



Figura 53. Movimiento de información y producto línea 1



Figura 54. Movimiento de información y producto línea 2



Los resultados del juego permitieron reflexionar en torno a los siguientes indicadores por equipo.

En primer lugar, se realizaron diez corridas de manera simultánea para las líneas 1 y 2 arrojando los siguientes resultados.

Línea 1

Se observa con claridad en la semana siete (**figura 55**) cómo reaccionó la cadena con relación a los efectos de la demanda y sus efectos sobre cada eslabón de la cadena productiva. El efecto inicia en la fábrica y se replica en cada eslabón. A su vez los efectos en el inventario indican desabastecimiento de producto como lo muestra la **figura 56** en cada uno de los eslabones.

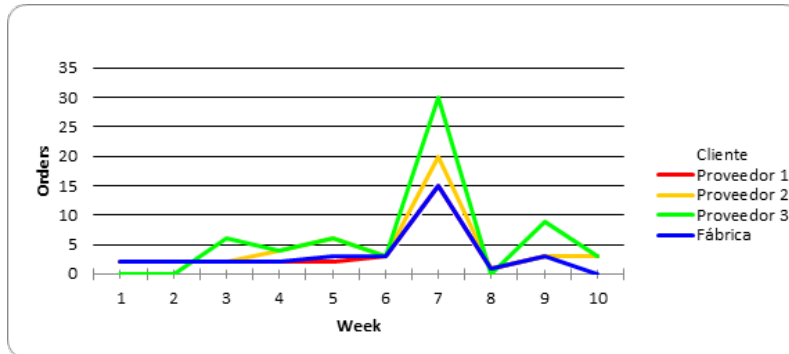


Figura 55. Efecto látigo línea 1

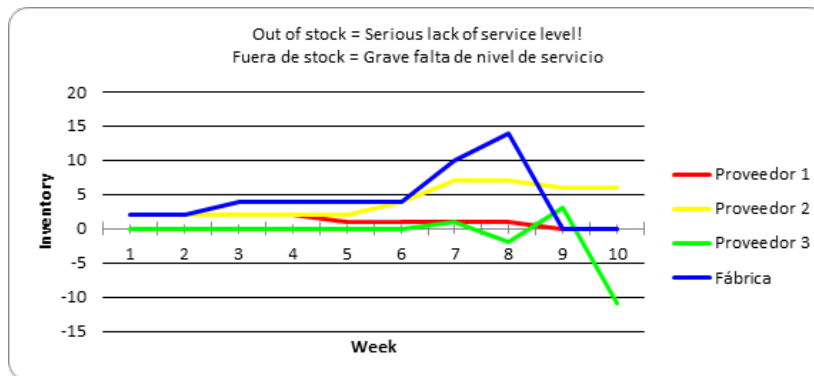


Figura 56. Nivel de servicio (inventario) línea 1

Con relación a los costos de almacenamiento y penalidades por falta de entrega de producto quien mejor reaccionó fue el proveedor 2 (figura 57). Esto indica que ante las fluctuaciones del mercado el proveedor 2 controló mejor la oferta y la demanda de producto.



Figura 57. Costos acumulados de inventario y penalidades línea 1



Línea 2

Igual que la línea 1, la reacción en la cadena productiva se da en la semana siete, en el caso particular de la línea 2 la mayor reacción de solicitud de pedido la elaboró el proveedor 2 (**figura 58**).

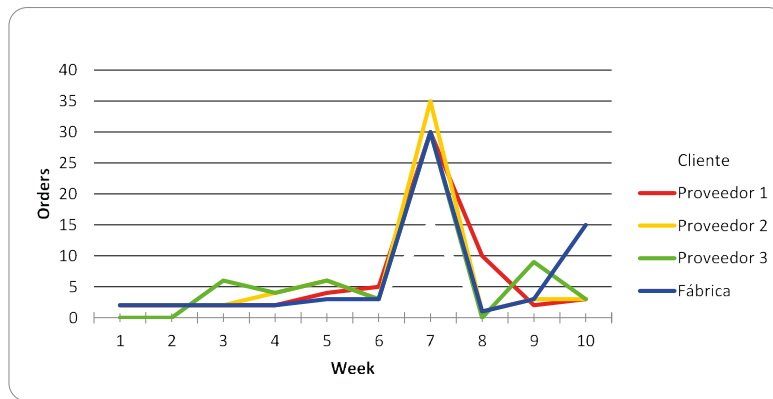


Figura 58. Efecto látigo línea 2

Con relación a los faltantes de inventario para satisfacer la demanda, el proveedor 1 fue quien más alejado estuvo del aprovisionamiento de producto para cumplir con el cliente (**figura 59**).

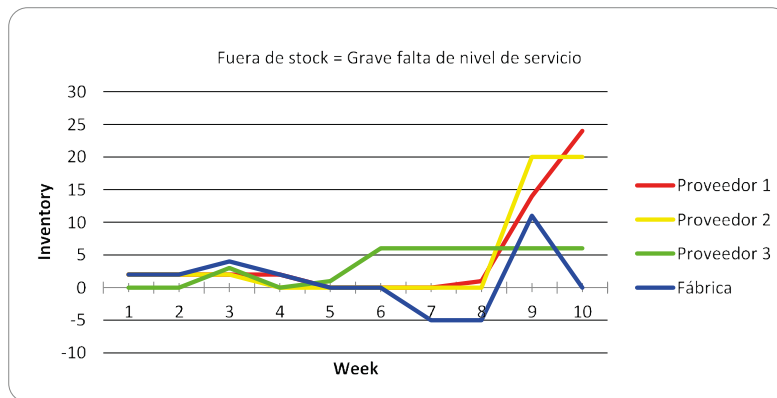


Figura 59. Nivel de servicio (inventario) línea 2

Adicionalmente, se observa que el proveedor 3, aunque presenta faltas en el servicio, controló mejor la reacción entre oferta y demanda (**figura 60**).

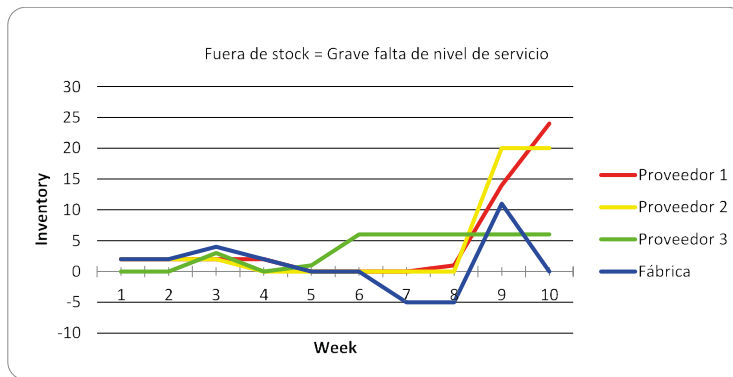


Figura 60. Costos acumulados de inventario y penalidades línea dos

Con relación al costo total acumulado, los resultados muestran que el proveedor 1 fue quien menor penalidad obtuvo por falta de inventario y costo por manipulación del mismo. Comparativamente los resultados finales arrojados por los costos de operación indican que la línea 1 obtuvo mejores resultados con relación al costo acumulado (figura 61).

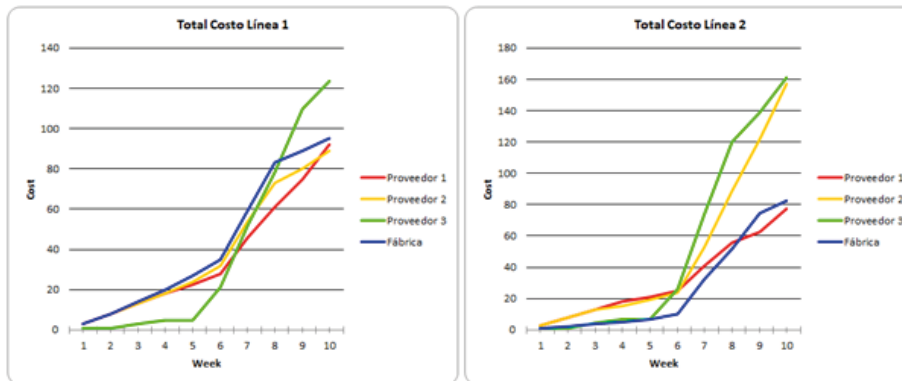


Figura 61. Comparativo de costos totales línea uno y línea dos

Los valores totales por línea son: línea 1 \$399,5 y línea 2, \$478.

La figura 61 permite identificar el efecto generado por la demanda atípica presentada en la semana siete y sus variaciones sobre los eslabones de la cadena de suministro. Del mismo modo, se logra identificar el costo acumulado de cada cadena de suministro con base en cada decisión tomada en los eslabones por línea.



6.7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Para empezar, es importante tener presentes estas recomendaciones para reducir el efecto látigo.

- Sistema de información gerencial sincronizado.
- Ambiente cooperativo de negociación.
- Utilización adecuada de las herramientas tecnológicas.
- Reducción de la incertidumbre.
- Disminución de los tiempos de entrega.
- Estrategias de aprovisionamiento flexibles.
- Disminución de los lotes de compra (pocas unidades, pero más frecuente).

Los tópicos mencionados con anterioridad reflejan las sensaciones del juego para buscar una solución a las problemáticas identificadas durante la oferta y demanda de productos.

Las conclusiones surgen a partir del análisis desde dos enfoques. Desde lo cualitativo, en cuanto al diálogo de las situaciones de oferta y demanda y las precepciones de juego. Y desde lo cuantitativo, las tendencias mostradas por las tablas vislumbraron la dimensión de la cadena de valor.

Teniendo en cuenta lo anterior, se concluye que el efecto látigo surge de las condiciones del mercado, así como de los eslabones que conforman la cadena por:

- Ineficiencia en la gestión operacional.
- Tiempos de respuesta subestimados.
- Elevados costos logísticos.
- Falta de alineación estratégica.
- Todo proceso colaborativo es de naturaleza compleja por lo tanto las oscilaciones son inherentes.
- La manufactura inteligente debe procurar por reducir la incertidumbre en los procesos operacionales.

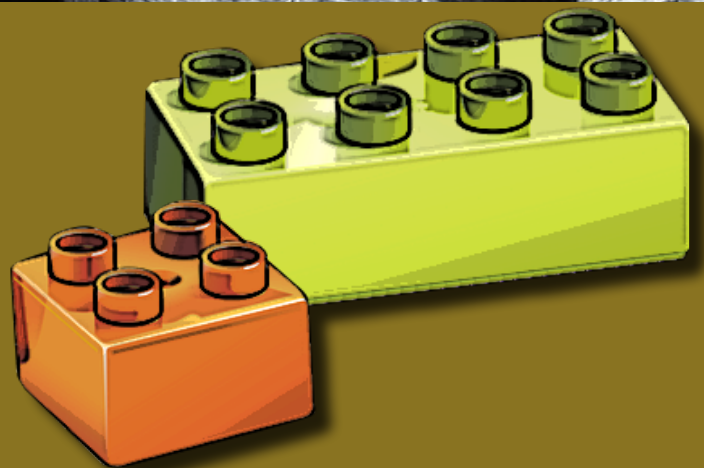
La lúdica permitió simular un escenario de oferta y demanda sobre la cadena de suministro y cómo esta se afecta por las tensiones de cada eslabón generando una reacción en cadena que aumenta los inventarios, crea desabastecimiento y produce sobrecostos de almacenamiento e incumplimiento en la medida que cada miembro del *supply chain* especula para poder salvaguardar la volatilidad inflada por la demanda.





CAPÍTULO VII

Estrategia pedagógica:
juego de *Picking*





7.1 PRESENTACIÓN

Los productos almacenados permanecen disponibles para ser solicitados por los clientes, distribuidores o consumidores. En ese momento, cuando los productos sean requeridos por los siguientes eslabones de la cadena de suministro, es cuando comienza la tarea de preparación de pedidos. La preparación de pedidos o *Picking* consiste en el conjunto de operaciones destinadas a extraer de su lugar de almacenaje los productos que han sido demandados por los agentes posteriores de la cadena logística y acondicionarlos para su envío (Urzelai, 2013).



El *Picking* es uno de los rubros más costosos dentro de las operaciones llevadas a cabo en un almacén o centro de distribución, esto si se considera que utiliza mucho del recurso humano, llegando a representar en muchas ocasiones de un 50 % al 70 % de los costos operativos del centro de distribución (Koster, Le Duc y Roodbergen, 2007; Bartholdi y Hackman, 2014 como se citaron en Gaviño, Casarrubias y Chávez, 2020). Igualmente, varios autores evidencian que el *Picking* es el que representa el mayor costo en las operaciones de logística interna (Petersen, 1997; Mauleón, 2018; Petersen y Aase, 2004), y esto se da porque es la operación más laboriosa, intensa y repetitiva (Cheng *et al.*, 2015, como se citan en Gaviño *et al.* 2020) además de ser un trabajo que depende de muchas personas y muchas horas de labor, por tanto, se deben optimizar los métodos y las rutas de *Picking* minimizando tiempos y recorridos (Grosse, Glock y Neumann, 2017).

Según Sorlózano (2018) el proceso de preparación de pedidos se realiza en las siguientes fases:

- **Programación de pedidos.** Es la planificación de las órdenes de *Picking* o extracción por operario y rutas dentro del almacén. Su ejecución se realiza utilizando aplicaciones propias de almacenes. En la determinación de las rutas se tienen en cuenta las distancias a los productos, su ubicación y el sentido de movimiento dentro de los pasillos.
- **Extracción de la mercancía.** Esta acción está incluida dentro de la actividad de *Picking*, consiste en la recogida sistemática de productos por orden de pedido y la disposición para su consolidación.



- **Transporte de los productos.** Es el movimiento que hacen las mercancías desde el punto en el que son almacenadas hasta el lugar de consolidación.
- **Consolidación.** Es la agrupación de productos por cliente y por ruta. Este proceso se realiza en un lugar habilitado para ello dentro al almacén, hacia el cual se dirigen todas las órdenes de *Picking*.
- **Envasado (empacado) o embalaje de la mercancía.** Esta fase es fundamental, pues ofrece una presentación adecuada del producto a los clientes y protege a la mercancía de daños que pueda sufrir durante el transporte.
- **Verificación de la mercancía.** Es el último paso, e incluye el proceso de revisión de que todos los productos han sido incluidos en el paquete. También se comprueba que el embalaje lleve incluida la documentación para el cliente (factura si es necesario, resumen de pedido y documentos para el transportador).

Las labores de *Picking* se hacen más complejas por el mayor número de pedidos y el menor tiempo de entrega, por lo que las ineficiencias se verán reflejadas en altos costos y en menores índices de satisfacción de los clientes (Van Gils *et al.*, 2018). Para que las actividades de preparación de pedidos sean efectivas, a los empleados y a los elementos técnicos se les exige un alto nivel de productividad. Este planteamiento incluye tiempos y cantidad de productos recogidos y empaquetados, teniendo en cuenta que el tiempo total de *Picking* se descompone en: i) tiempo de desplazamiento, ii) tiempo de búsqueda, iii) tiempo de recolección y iv) tiempo de preparación (Gaviño *et al.*, 2020). En la **tabla 22** se presentan las variables más representativas del *Picking*.



Tabla 22. Variables del *Picking*

Volumen de <i>Picking</i>	1. Tipo de producto.
	2. Unidad de carga en producción y en ventas.
	3. Número y complejidad de los pedidos (flujos).
	4. Longitud de pasillos y alturas de las estanterías.
	5. Nivel de <i>stock</i> .
Almacén	6. Diseño de almacén (<i>Layout</i>).
	7. Elementos de almacenamiento.
Sistemas de almacenamiento	8. Mercancía al operario/operario a la mercancía.
	9. Zonificación y organización (ABC).
	10. Sistemas de extracción de mercancía.
Informática	11. Gestión de ubicaciones.
	12. Radiofrecuencia, código de barras.
	13. Documentación electrónica (<i>paper-less</i>).



Al planear una operación de *Picking* hay que considerar los factores principales: cantidad de órdenes a procesar, si es por pedido o por tipo de producto, por zonas o ubicaciones y el ruteo o el recorrido a realizar que está relacionado con el sistema de ubicación de mercancía (Petersen y Aase, 2004). Estas decisiones son más aplicadas en sistemas de *Picking* no automatizados en los que el operario es el que va hacia la mercancía, lo habitual es establecer un número medio o mínimo de productos empaquetados por unidad de tiempo (Sorlózano, 2018).

En general, en la programación de rutas de *Picking* siempre se busca minimizar recorridos y tiempos, teniendo en cuenta los aspectos mencionados como tipo de mercancía, tipo de almacenamiento, cantidad de órdenes y de productos por pedido, en las que se pueden aplicar decisiones y principios básicos de ruteo, así como decisiones y simulaciones soportadas en modelos matemáticos (Scholz y Wäscher, 2017), entre algunos principios básicos se tienen los mencionados por Gaviño *et al.* (2020).

7.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATÉGICA PEDAGÓGICA

Objetivo general



Analizar la importancia de la aplicación de un sistema estructurado de *Picking* para la preparación de pedidos dentro de un centro de distribución y el impacto en el cumplimiento al cliente.

Objetivos específicos

- Explicar la estructura general del sistema de preparación de pedidos y sus componentes principales.
- Simular el proceso de *Picking* con un almacenamiento inicial, sin ubicaciones y rutas definidas.
- Analizar los resultados obtenidos y realizar los cambios en el proceso con los componentes principales de la teoría de *Picking*.
- Deducir qué implicaciones tiene los cambios en los componentes principales de la teoría de *Picking* en el servicio al cliente.

7.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Para la realización de la lúdica, en la cual se aplica el modelo de preparación de pedidos, se requiere contar con los siguientes recursos por cada equipo de trabajo que realizará *Picking* (no aplica para el almacenista).



Materiales (por grupo)

- Un dado para generar el total de referencias a recoger en el proceso de *Picking*.
- Dos dados para escoger las referencias que se van a recoger en el proceso de *Picking*.
- Tres bolígrafos para diligenciar la información de los pedidos.
- Un dado para definir la cantidad de unidades que van a recolectar por referencia.
- Un formato de orden de pedidos, para llevar control de las órdenes cumplidas y las pendientes.
- veinte formatos de orden de *Picking* para el diligenciamiento de las referencias y total de unidades a recolectar por el operario.
- Una lista de materiales, para identificar la referencia y el código correspondiente con el dado.

Talento humano

Para la lúdica se pueden conformar varios equipos de trabajo teniendo en cuenta que cada grupo que va a realizar el proceso de *Picking* está conformado por tres integrantes y el grupo encargado del almacén lo conforman dos personas.

En relación con las funciones que deben ejecutar cada participante en la lúdica, en la **tabla 23** se presentan los requerimientos de personal de cada equipo de trabajo.



Tabla 23. Requerimientos de personal para lúdica

Grupos <i>Picking</i>	Encargado de despachos	1
	Encargado de <i>Picking</i>	2
Grupo almacén	Almacenistas	2

Recursos didácticos

- Once recipientes para depositar los diferentes productos.
- Once referencias de productos, cada referencia debe contar con cuarenta unidades, pueden ser piezas plásticas de juguete, bloques de lego, tornillos, etc.

Recursos locativos

Para el desarrollo de la actividad lúdica se requieren tres sillas y tres escritorios en los que se ubicará uno de los integrantes de cada grupo con los formatos de orden de *Picking*, el formato de orden de pedido y la lista de materiales. La disposición de los integrantes del grupo de acuerdo con su función es la siguiente:



- En los escritorios se ubica uno de los integrantes de cada grupo, que tiene el rol de encargado de pedidos, y cuenta con un par de dados, un bolígrafo, un formato de orden de pedido y una lista de materiales.
- A un lado del puesto del encargado de pedidos, están dos encargados de *Picking* con un bolígrafo y con diez formatos de orden de *Picking* cada uno.
- En una esquina del aula se encuentran un almacenista con inventario suficiente para surtir cada una de las coordenadas con su respectiva referencia.

En el resto de área disponible se ubican los recipientes con las diferentes referencias y organizados de manera lineal (**figura 62**).

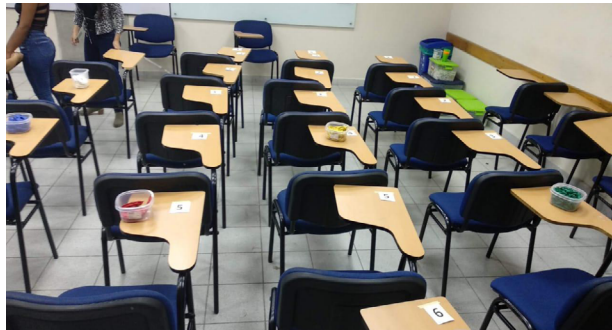


Figura 62. Recipientes con diferentes referencias, en coordenadas aleatorias y organizados de manera lineal

El objetivo es evidenciar el flujo de un pedido en un proceso de *Picking*, iniciando con la recepción de la orden, la recolección de cada una de las referencias dentro del centro de distribución, la consolidación y despacho de cada pedido, además del resurtido de cada una de las coordenadas.

Tiempo estimado

Duración de la lúdica: 1 horas y 30 minutos.

Competencias de los estudiantes

Con esta lúdica se pretende desarrollar algunas competencias como:

- Desarrollar propuestas de mejora en procesos de *Picking*, que permiten optimizar la mano de obra y en los tiempos de respuesta frente al cliente.
- Identificar los principales cuellos de botella que se generan en el proceso de recolección de pedidos dentro de un centro de distribución.
- Plantear propuestas que permitan una mayor fluidez en el proceso de consolidación de los pedidos.



7.4 PROCEDIMIENTO

Esta lúdica consiste en la simulación de un proceso de *Picking* dentro de un centro de distribución en el que la selección de pedidos se realiza de manera aleatoria, la recepción a satisfacción de la mercancía solo se acepta con pedidos completos y el surtido de las referencias se realiza de manera constante. La actividad está dividida en tres fases:

Fase 1

La primera simulación es un escenario donde, después de generar el pedido de manera aleatoria por medio del lanzamiento de dados, el encargado de *Picking* tendrá que realizar la recolección de los productos sin una ubicación y ruta definidas. El objetivo de esta primera etapa es el análisis del proceso realizado por cada uno de los grupos y cumplido el tiempo, realizar una propuesta de mejora.

Fase 2

En la segunda parte del proceso, los grupos implementarán en sus pedidos las ubicaciones y se espera que algunos tengan definidas rutas de *Picking*, lo que genera en la actividad una mayor cantidad de pedidos completados y una mejor comprensión del proceso, finaliza la segunda fase con un nuevo análisis y propuesta de mejora.



Fase 3

Para la tercera etapa, se realiza un cambio en la estructura inicial del centro de distribución y se les pide a los alumnos realizar una distribución ABC con la información recolectado de las etapas anteriores. Distribución que es un resultado del principio de Pareto con el que se categoriza el inventario en tres zonas. Los tiempos estimados para cada una de las fases se muestran en la **tabla 24**.

Tabla 24. Tiempos estimados del juego de *Picking* (minutos)

	Fase 1	Fase 2	Fase 3
Ajuste locativo propuesto		5	5
Proceso de <i>Picking</i>	15	15	15
Análisis y propuesta de mejora	10	10	10

Zona A. Para el ejercicio, son los productos más importantes o de mayor rotación, que representan el 10 % del inventario, y son los artículos que recibirán mayor importancia, teniendo un lugar de fácil acceso dentro de la distribución.



Zona B. Productos con una importancia secundaria, representaran el 20 % del inventario, son artículos que, si bien no tienen una rotación tan alta como los tipos A, son parte de algunos pedidos, por tal motivo tienen una ubicación menos favorable que los anteriores.

Zona C. Estos productos son los de menos importancia, en este caso corresponde al 70 % del inventario, tienen una participación pequeña o nula en los pedidos. Su ubicación es la menos favorable en la distribución.

Luego de generar la zonificación, se procede con la ejecución de la actividad y su respectivo análisis.

7.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA E IMPLEMENTACIÓN

Se deben formar equipos de trabajo de acuerdo con **tabla 24**. Cada equipo por separado debe desarrollar las etapas que se describen en esta lúdica que simula un proceso de *Picking* dentro de un centro de distribución, donde se cuenta con once referencias ubicadas en diferentes posiciones del almacén. La cantidad de ítems, las referencias y la cantidad de unidades, será simulada con el lanzamiento de los dados. El abastecimiento de cada una de las ubicaciones será continuo y solo los pedidos completos serán recibidos como satisfactorios.



El objetivo de la actividad es identificar las principales variables que se presentan en un proceso de *Picking* para la entrega a satisfacción al cliente y cómo a través de la aplicación de buenas prácticas se puede hacer más productivo el proceso.

Supuestos de trabajo

- Se inicia la simulación suponiendo que el inventario es infinito.
- La generación de pedidos, los códigos de referencia y el número de unidades a recolectar se obtienen por medio del lanzamiento de dados.
- Solo se despachan pedidos completos.
- Cuando un producto cae al piso, no se puede recoger hasta la siguiente fase del juego y es recogido por el almacenista.

Simulación

Se inicia con la asignación de grupos de *Picking* (tres personas por grupo) y el grupo de almacenistas (dos personas para la actividad). Se procede con la divulgación de funciones dentro de la lúdica:

- **Encargado de despachos.** Es quien inicia la simulación con la generación de pedidos por medio del lanzamiento de dados (**tabla 25**). Con los datos obtenidos



se procede con el diligenciamiento del formato Hoja de pedido bodega X (**figuras 63, 64 y 65**) y con la ayuda de la lista de referencias (**figura 64**), en las columnas iniciales: pedido, código producto, nombre producto, cantidad pedida y hora del pedido.

Tabla 25. Generación de pedidos

Primer lanzamiento	Con un dado	Total de ítems (referencias) del pedido.
Segundo lanzamiento	Con dos dados	Código referencia (código del 2 al 12).
Tercer lanzamiento	Con un dado	Cantidad de unidades por ítem.

Hoja de pedidos BODEGA X								
EQUIPO:								
PEDIDO	CÓDIGO PRODUCTO	NOMBRE PRODUCTO	CANTIDAD PEDIDA	HORA DEL PEDIDO	UBICACIÓN	CANTIDAD SURTIDA	PENDIENTE	HORA COMPLETADO

Figura 63. Hoja de pedido Bodega X

MATERIAL	CÓDIGO
Roseta blanca	2
Roseta azul	3
Roseta roja	4
Eslabones rojos	5
Eslabones naranjas	6
Eslabones verdes	7
Eslabones blancos	8
Eslabones amarillos	9
Bloque azul	10
Bloque verde	11
Bloque amarillo	12

Figura 64. Códigos de productos

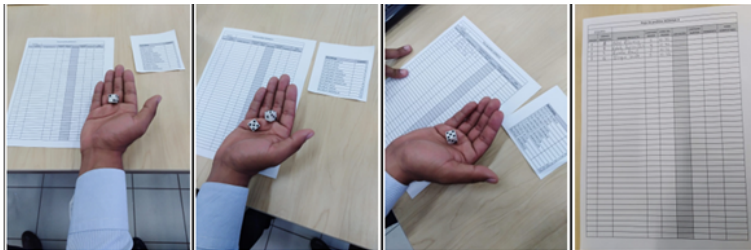


Figura 65. Proceso generación de pedido





Después de realizar la recolección de los productos, el encargado de despachos verifica las cantidades surtidas y determina si el pedido está completo, se entrega a los almacenistas para su respectivo despacho, pero si el pedido no tiene el número de productos requeridos o no cumple con la referencia solicitada, queda pendiente hasta completarse.

Esta información debe ser diligenciada de nuevo en el formato Hoja de pedido Bodega X (**figura 66**) en los campos: cantidad surtida, pendiente, hora completados y se da por aprobado el despacho del pedido.



Figura 66. Verificación producto completo



- **Encargado de Picking.** Su función inicia con el diligenciamiento del pedido a recolectar en el formato Orden de *Picking* (**tabla 26**), información suministrada por el formato Hoja de pedido Bodega X (**figura 67**).

Tabla 26. Orden de *Picking*

Pedido	Código producto	Nombre producto	Ubicación	Cantidad pedida	Pendiente

Teniendo claro el pedido, se procede a recolectar la cantidad de unidades solicitadas por referencia (**figura 68**), cuando se considere que el pedido se encuentra completo, se retorna al puesto del Encargado de Despachos para su validación y posterior entrega.



ORDEN	PRODUCTO	CANTIDAD	UBICACIÓN	UBICACIÓN	CANTIDAD	UBICACIÓN	UBICACIÓN	UBICACIÓN	UBICACIÓN
1	1	3	40-30						
1	2	4	40-30						
1	3	7	40-33						
1	4	6	40-35						

ORDEN	PRODUCTO	CANTIDAD	UBICACIÓN	UBICACIÓN	UBICACIÓN
1	1	3	40-30		
1	2	4	40-30		
1	3	7	40-33		
1	4	6	40-35		

Figura 67. Información proceso de *Picking*



Figura 68. Proceso de *Picking*

Si el pedido se encuentra incompleto, se tiene la opción de ajustarlo inmediatamente o acumularlo para hacer más tarde (máximo tres pedidos acumulados). Si en medio del proceso de *Picking* se cae uno de los contenedores con producto, no se puede recoger ni sacar unidades hasta que el almacenista la organice para la siguiente fase.

- **Almacenista.** Las funciones que debe desempeñar el almacenista son las siguientes:
 - Surtir cada una de las posiciones con la referencia demarcada, solo puede surtir veinte unidades por viaje.
 - Verificar con el encargado de despacho los pedidos que se encuentran listos para enviar al cliente.
 - Recoger los contenedores con productos caídos en el proceso antes de iniciar cada fase, mientras se realiza este proceso no se puede completar pedidos.
 - Los pedidos que se despachan al cliente vuelven a entrar al inventario de la bodega, para seguir alimentando las posiciones (**figura 69**).



Figura 69. Funciones almacenista

7.6 RESULTADOS

Para el cierre de cada una de las fases, los grupos deben dar respuesta a las siguientes preguntas:

- ¿Cuál fue el total de pedidos completados?
- ¿Cuál fue el total de pedidos incompletos?
- ¿Cuál fue el tiempo promedio para despachar un pedido?
- ¿Cuál fue el total de unidades despachadas?
- ¿Cuáles propuestas de mejora se pueden hacer?



Se asignará un espacio de diez minutos para discutir las propuestas de mejora e implementarla en la siguiente fase.

7.7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Luego de haber realizado la lúdica y registrado los resultados, se debe generar un espacio de discusión en la que se identifique las principales variables que se presentan en un proceso de *Picking* para la entrega a satisfacción al cliente y cómo a través de la aplicación de buenas prácticas se puede hacer más productivo el proceso.

En el proceso de discusión final se pueden plantear algunas preguntas relacionadas con:

- ¿Cómo almacenar los productos para mejorar los flujos y minimizar los recorridos?
- ¿Cómo planear la ruta de *Picking*?
- ¿Cómo liberar las órdenes de *Picking* (individuales o consolidadas)?
- ¿Qué criterio de agrupamiento de órdenes se debe utilizar?
- ¿Se deben asignar zonas fijas de *Picking*?

Luego del desarrollo de esta lúdica y respecto a los aprendizajes manifestados por los participantes se puede concluir que mediante la realización de este tipo de actividades se facilita a los estudiantes comprender la importancia y los diferentes roles que se



pueden definir dentro de un almacén o centro de distribución y a su vez consiguen reforzar conocimientos referentes a técnicas de *Picking* y almacenamiento. Del mismo modo, esta actividad permitirá a los participantes afianzar las habilidades de trabajo en equipo, comunicación, participación, intercambio ideas, argumentación en propuestas de mejora y su socialización, así como el desarrollo de pensamiento crítico.

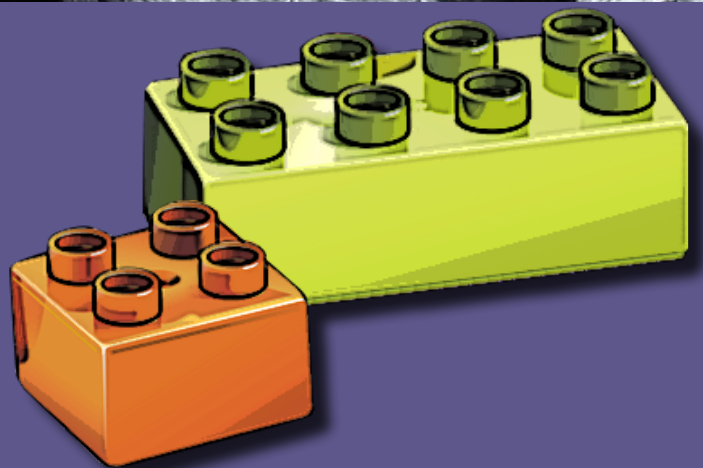
Al finalizar esta experiencia, los estudiantes resaltan que lograron una mayor comprensión de la importancia que tiene la preparación de pedidos dentro de un centro de distribución y el impacto de la planeación, organización y aplicación de las técnicas de *Picking* en los indicadores de productividad y de cumplimiento al cliente al mejorar el tiempo de entrega y efectividad en los pedidos al minimizar errores en cantidades y referencias. Así mismo, los estudiantes que han trabajado en centros de almacenamiento se mostraron muy motivados al contar sus experiencias y compartirlas al final de la lúdica destacando lo coherente que son los resultados de la lúdica con lo que sucede en la realidad, y los estudiantes que no han tenido un acercamiento real con procesos de almacenamiento y *Picking* lograron comprender fácilmente sus técnicas, asimilar conceptos y tener un mayor entendimiento del proceso logístico de una manera práctica, divertida y significativa.





CAPÍTULO VIII

Estrategia pedagógica: el rompecabezas del almacén





8.1 PRESENTACIÓN

La presión actual para aumentar el nivel de servicio y reducir los costos en las empresas, junto con la creciente complejidad de las cadenas de suministro, crean desafíos logísticos considerables para las compañías (Holzapfel, Kuhn y Sternbeck, 2018). Dentro de estas interacciones, los almacenes son un componente esencial de cualquier cadena de suministro (Horta, Coelho y Relvas, 2016). Un almacén debe verse como un lugar temporal para almacenar inventario y como un amortiguador en las cadenas de suministro (Richards, 2017).



Principalmente, un almacén debe ser un punto de transbordo en el que todos los bienes recibidos se envían de la manera más rápida, efectiva y eficiente posible. No están allí para almacenar bienes hasta el infinito. Sus funciones principales son: i) amortiguar el flujo de material a lo largo de la cadena de suministro, ii) consolidar productos de múltiples proveedores, iii) realizar actividades de valor agregado, como *kits*, etiquetado y personalización de productos (Bottani *et al.*, 2015).

Las prácticas recientes en el sector se centran en mejorar la velocidad de respuesta, por ejemplo, la entrega justo a tiempo a las tiendas (Kłodawski *et al.*, 2017). Dado que las actividades de almacenamiento son intensivas, incluso las pequeñas mejoras pueden lograr ahorros significativos (Demirtas, Tuzkaya y Tanyas, 2016).

El diseño de los centros de distribución (CEDI) es muy importante para garantizar la eficiencia de la operación apoyado en la optimización del espacio y la reducción de los tiempos en los movimientos, buscando satisfacer la conservación del producto, el nivel de servicio requerido y la entrega de productos con un costo mínimo para el cliente desde estos centros, por lo tanto, el diseño de los centros de distribución debe gestionarse desde una perspectiva estratégica y relevante dentro de la organización (Zhang *et al.*, 2017).

Richards (2017) declaró que la elección de un diseño de almacén adecuado debería aumentar el rendimiento, reducir los costos, mejorar el servicio prestado a los clientes y proporcionar mejores condiciones de trabajo. Por lo tanto, se procura encontrar la distribución de los equipos y de las áreas de trabajo de forma tal que sea la más económica y eficiente, al tiempo que garantice la seguridad y satisfacción para el



personal de trabajo (García *et al.*, 2013). Rabanal *et al.* (2019) resaltan la importancia y necesidad de la planeación en la aplicación de una buena distribución en planta para aumentar los indicadores de competitividad internacional, en la cual Perú, que es el objeto del estudio, al igual que otras naciones de Suramérica, se encuentra en posiciones muy desfavorables.

Ahora bien, en la elección de la distribución en planta de un centro de distribución se deben considerar múltiples factores. Gu, Goetschalckx y McGinnis (2010) realizaron una revisión sobre el diseño de almacenes y destacan “la dimensión y características de los materiales, los niveles proyectados de inventarios, el área disponible y la velocidad de entrega estimada como elementos para tener en cuenta”. Por lo anterior, es necesario generar mecanismos para facilitar la comprensión de los conceptos de distribución en planta en los futuros profesionales de la gestión logística, iniciando desde los niveles básicos de un CEDI logístico.

Los procesos de aprendizaje en entornos tradicionales basados mayoritariamente en la consideración de nociones exclusivamente teóricas pueden resultar complejos, esto dificulta la asimilación de los conceptos y el valor de la aplicación en los escenarios prácticos. Ertek (2017) asegura que un desafío importante para la enseñanza del almacenamiento y la logística de las instalaciones es transmitir los importantes conceptos de gestión administrativa y operativa a los estudiantes de manera efectiva.



Los entornos de aprendizaje actuales demandan estrategias activas e innovadores para la inmersión de los estudiantes en nuevos conocimientos. De esta forma, la pedagogía toma cada vez mayor relevancia en centros de educación. Durante los últimos años, la gamificación ha sido un tema tendencia muy publicitado como un medio para apoyar la participación del usuario y mejorar los patrones positivos en el uso del servicio, como aumentar la actividad del usuario, la interacción social o la calidad y productividad de las acciones (Hamari, Koivisto y Sarsa, 2014).

La gamificación se ha definido como un proceso de mejora de los servicios con posibilidades motivacionales para invocar experiencias de juego y resultados de comportamiento adicionales. La gamificación se define generalmente como el uso de elementos y mecánicas del juego en contextos ajenos al juego (Nicholson, 2015). Una visión más profunda de la gamificación incluye fundamentos teóricos, propósitos generales y estándares para la práctica (Seaborn y Fels, 2015).

En la literatura existe evidencia del uso de la gamificación en la enseñanza de temáticas relacionadas a la logística. Warmelink *et al.* (2018) aseguran que recientemente el enfoque de diseño de la gamificación ha comenzado a atraer la atención de académicos y profesionales como una forma de aumentar el rendimiento de la producción y las operaciones logísticas en contextos organizacionales de la vida real. En su trabajo estos autores revisaron distintas investigaciones sobre la gamificación para el entendimiento de sistemas productivos y operaciones logísticas. Wang, Wang y Hu (2017) proponen la enseñanza de diseño de almacén y operaciones generales con una dinámica denominada



Mystery of Layout in Restaurant Game a través del juego *Restaurant City* de una famosa red social, los autores introducen la planificación sistemática del diseño (SLP) para que los estudiantes puedan diseñar la relación de ubicación de diferentes regiones. Se propone el método de cálculo de las principales regiones para ayudar a los estudiantes a identificar el diseño regional del centro de distribución. Los autores aseguran que ha existido un aumento del 7 % al 8 % en el rendimiento de los estudiantes. Por su parte, Bassani (2018) realizó con sus estudiantes un juego de simulación de cadena logística de distribución internacional de vehículos a través de la construcción de carros de lego, analizando las diferentes partes que están presentes en la cadena.

El presente estudio tiene como objeto proponer una estrategia pedagógica basada en la gamificación para la enseñanza de los conceptos del diseño en planta o *Layout* de un centro de distribución logística. El resto del documento está organizado como sigue. En la sección dos se detallan los objetivos de la lúdica, en la sección tres se presentan los recursos, el procedimiento se detalla en la sección cuatro, la descripción de las etapas de elaboración se incluye en la sección cinco, la implementación se presenta en la sección seis y, por último, en la sección siete se discuten los hallazgos y estadísticas y aspectos a mejorar.



8.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Estimular la enseñanza de la distribución en planta de un centro de distribución logística, examinando los conceptos asociados a *Layout* y su relevancia en un CEDI a través de la gamificación como estrategia pedagógica y diferenciadora.

Objetivos específicos

- Identificar los diseños teóricos básicos de distribución en planta de un almacén logístico a través de rompecabezas y fichas.
- Distinguir las diferencias en los modelos de diseño de *Layout*, examinando ventajas y desventajas de distintos tipos distribución en planta para los almacenes logísticos.
- Generar propuestas para la distribución en planta de un almacén logístico a partir de condiciones de diseños suministradas por zonas preestablecidas empleando gamificación.

8.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para la estrategia fueron diseñados recursos didácticos materiales como lo son rompecabezas con distintos tipos de distribuciones en planta, piezas que representan áreas encontradas en un almacén, y fichas explicativas con información teórica de cada una



de las distribuciones básicas teóricas. Se presentan a continuación los rompecabezas para el aprendizaje de las áreas iniciales de un centro logístico. En este caso, los rompecabezas corresponden a distribuciones en L (**figura 70**), U (**figura 71**) e I (**figura 72**) típicas en los centros de distribución —CEDI (**figura 73**).

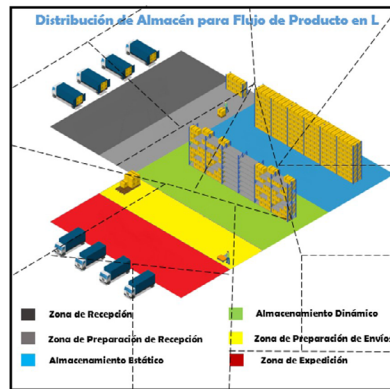


Figura 70. Rompecabezas distribución en L

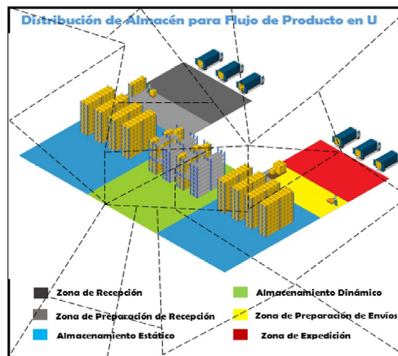


Figura 71. Rompecabezas distribución en U

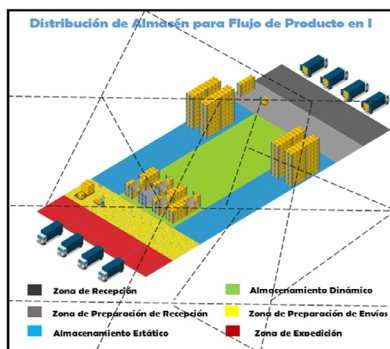


Figura 72. Rompecabezas distribución en I

Fuente: Icograms (2019).

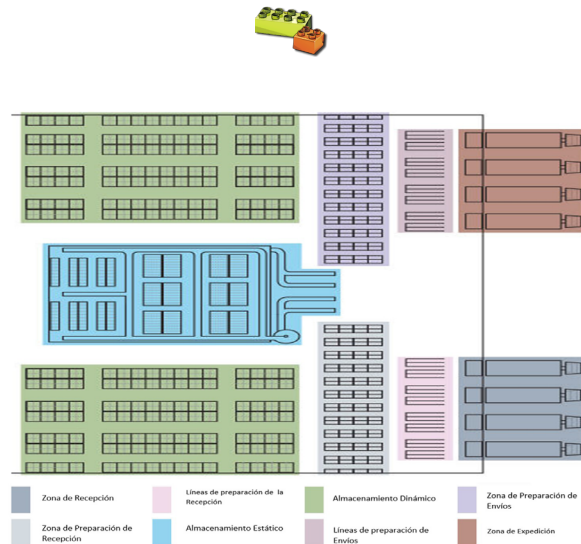


Figura 73. Áreas para diseño libre

Fuente: Icograms (2019).

Talento humano

La estrategia debe ser moderada por un instructor quien brindará las indicaciones en cada una de las etapas y estará atento al tiempo de finalización de cada uno de los equipos participantes.

Los participantes, quienes no requieren de un conocimiento previo para aprender de la distribución dentro de un almacén logístico, se organizarán en grupos de cuatro integrantes para completar cada una de las etapas de la estrategia.

Recursos didácticos

Se requieren implementos tales como hojas en blanco y lápices para el diseño inicial de cada uno de los participantes, cintas para que logren fijar los rompecabezas durante la actividad. Asimismo, fichas de valoración de cada una de las etapas en donde se registran los tiempos y mesas de trabajo

Recursos locativos

En la estrategia es requerido un espacio cerrado dispuesto con un número de mesas igual al número de equipos y sillas para todos los participantes.

Tiempo estimado

Layout Jig-So está diseñado en tres fases. La primera fase, denominada *ideación*, tiene una duración de quince minutos. La segunda fase, denominada *descubrimiento*, tiene una duración de treinta minutos. Por último, la fase de *creación* tiene una duración máxima de quince minutos.



Competencias de los estudiantes

Con la estrategia pedagógica *Layout Jig-So* se busca que los participantes desarrollen las siguientes competencias para la gestión de almacenes:

- Identificar las áreas de un almacén logístico para comprender las interrelaciones entre ellas en la gestión del almacenamiento.
- Proponer y argumentar el diseño para distribuciones de planta (*Layout*) en un almacén que conlleven al mejor aprovechamiento de espacios, reducir los tiempos de gestión y costos de almacenamiento.

8.4 PROCEDIMIENTO

Layout Jig-So propone una estrategia para estimular la enseñanza de la distribución en planta de un centro de distribución logístico, examinando los conceptos asociados a *Layout* y su relevancia en un CEDI a través de gamificación. La lúdica está constituida por tres etapas denominadas ideación, descubrimiento y creación realizada en equipos de trabajo y procura la apropiación de los conceptos básicos de *Layout* para la generación de diseños iniciales de la distribución en planta de un almacén logístico, considerando eficiencia en los movimientos, es el alcance de la estrategia didáctica.



Inicialmente se conforman equipos de trabajo de acuerdo con el número de participantes. Cada una de las etapas será desarrollada por los equipos de trabajo. La primera fase, ideación, está enfocada a identificar los saberes previos de los participantes sobre la temática de distribución a través de la ideación. La ideación es un proceso que hace referencia a la imaginación y creatividad. En esta etapa, a cada equipo de trabajo se le suministrará lápices y hojas. Cada integrante del equipo deberá dibujar el esquema de un almacén logístico, de acuerdo con sus conocimientos previos, en forma individual. Allí, deberán condensar la mayoría de los detalles que consideren. Una vez todos los miembros han terminado su diseño, se procede a realizar una socialización dentro de los equipos, cada integrante expone a sus compañeros las consideraciones que tuvo en cuenta para la realización de su diseño inicial. A partir de la socialización, los equipos elaboran el diseño de distribución en planta que sintetice el aporte de todos los integrantes del grupo.

La segunda fase, descubrimiento, busca realizar una fundamentación teórica sobre los conceptos de distribución en planta, las áreas típicas presentes en estos espacios y diferentes tipos de distribución en planta con el fin de que el estudiante identifique la importancia de los tipos de distribución de planta dispuestos. A cada equipo le son entregadas piezas que corresponden a tres rompecabezas, cada uno con una distribución en planta diferente I- L -U. Una vez que el equipo descubre un tipo de distribución, completando un rompecabezas, le es entregada una ficha con explicación teórica, ventajas y limitaciones de ese tipo de diseño de almacén. En esta etapa los equipos



deberán completar tan rápido como puedan los rompecabezas para descubrir la información teórica y así poder acceder a la fase tres.

Una vez los estudiantes completan los rompecabezas y adquieren el conocimiento teórico sobre distribución en planta o *Layout*, pueden proceder a aplicar su nuevo conocimiento en la generación de un diseño para un almacén a partir de unas áreas específicas. La fase tres, creación, consiste en concebir el conocimiento adquirido para proponer nuevos conocimientos en la elaboración eficiente de distribuciones en planta. Cada grupo recibe unas fichas que corresponden a áreas de un almacén, deberán crear un diseño con estas fichas y justificar la elección de dicho diseño. En esta fase, los grupos que terminan en menor tiempo obtienen una mayor puntuación, que será computada con la puntuación final entrega al diseño en planta que los estudiantes propongan.

8.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA E IMPLEMENTACIÓN

En esta sección se presenta de forma gráfica el proceso de ejecución en cada uno de los pasos que componen la lúdica *Layout Jig-So*. La lúdica se desarrolla en tres fases denominadas ideación, descubrimiento y creación.



Fase uno. Ideación

- Conformación de equipos de trabajo.
- Entrega de materiales, hojas en blanco y lápices.
- Exploración de conocimientos previos (trabajo individual de ideación libre: represente el plano de un almacén logístico).
- Discusión grupal y generación de un diseño en planta de un almacén logístico por equipos.

Fase dos. Descubrimiento

- Entrega de materiales, tres rompecabezas por cada equipo.
- Armado de los rompecabezas para la identificación de los tipos de distribución en planta teóricas.
- Socialización dentro del equipo de trabajo los tipos de distribuciones en planta encontrados.
- Reconocimiento de diferencias e importancia de cada distribución en planta I, L y U.

Fase tres. Creación

- Entrega de materiales, piezas que representan áreas de un almacén logístico.
- Aplicación del conocimiento adquirido.
- Generación de propuestas eficientes para la distribución de planta correcta.
- Esquema de distribución en planta para almacén logístico.
- Socialización de las propuestas elegidas a los asistentes detallando sus ventajas.



- En la **figura 74** se observa el proceso de ejecución de la lúdica.

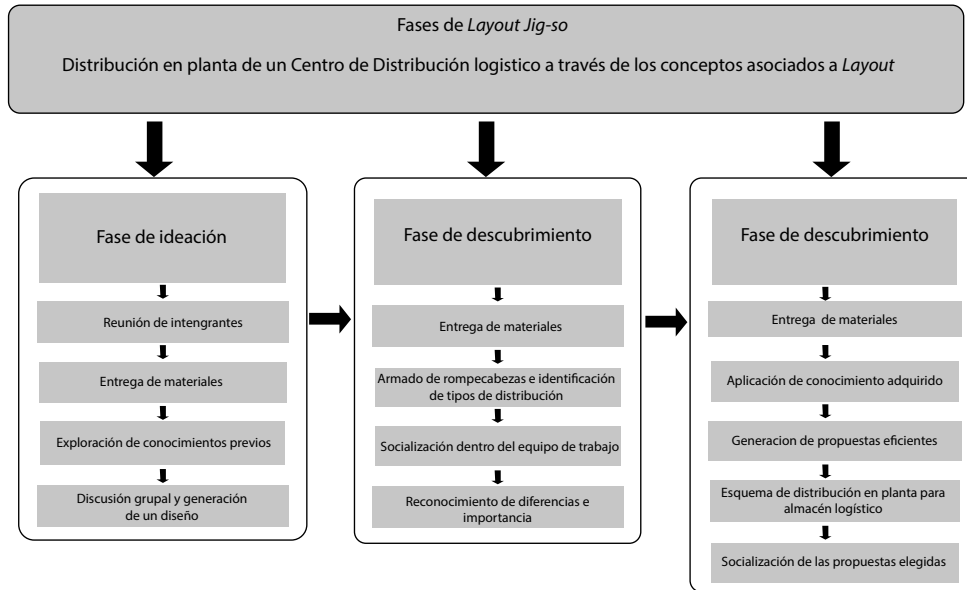


Figura 74. Flujograma *Layout Jig-So*



La lúdica *Layout Jig-So* va dirigida a estudiantes del programa de Logística y Producción, y tiene el objetivo de brindarle a los docentes nuevas herramientas pedagógicas que le permitan potencializar las habilidades cognitivas y competencias sociales de sus estudiantes. Esta actividad se plantea en tres fases con una duración total de sesenta minutos. En la **tabla 26**, se presenta una versión resumen del ejercicio propuesto.

Tabla 26. Síntesis de la implementación lúdica *Layout Jig-So*

Asignatura	Momentos	Actividad lúdica
Logística y Producción	<ol style="list-style-type: none"> 1. Exploración de conocimientos previos. 2. Fundamentación teórica, lectura de información en las fichas e identificación de las diferencias, ventajas, desventajas y beneficios de los tipos de distribución en planta. 3. Aplicación del concepto de <i>Layout</i> en almacén logístico y su justificación. 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Diseño libre de almacén a partir de conocimientos previos. 2. Armado de los rompecabezas por equipos e identificación de los diseños básicos de almacén. Estos son (I – U – L). 3. Presentación del diseño de almacén elegido por el equipo utilizando el rompecabezas del concepto y justificando las consideraciones de diseño.

En el marco de las Cuartas Jornadas Lúdicas Internacionales en Productividad organizadas por la Redprod y realizadas en el Instituto Tecnológico Metropolitano (ITM), la lúdica *Layout Jig-So* fue aplicada en un grupo de estudiantes de distintas instituciones educativas a nivel superior de la ciudad de Medellín.



Inicialmente se realiza una explicación de la actividad por parte del facilitador o docente que dirige la actividad. En este momento, el docente brinda una explicación de la dinámica del juego y sus reglas, conforma los equipos de trabajo y entrega los recursos físicos necesarios para el desarrollo de lúdica (fichas, rompecabezas, cartulina, marcadores, lapiceros). A partir de este momento, el facilitador estará atento al desarrollo de cada una de las fases, proporcionando su colaboración en los casos que los equipos lo requieran.

La primera fase denominada ideación tiene una duración de quince minutos. Este tiempo está dedicado a la exploración de los conocimientos previos, inicialmente de forma individual y tras una socialización en cada equipo, se propone un diseño de un almacén logístico a partir de la reunión de saberes de cada uno de los miembros del equipo. En las **figuras 75, 76 y 77** se puede evidenciar el desarrollo de la fase uno o ideación.

En la **figura 78** se puede apreciar el diseño de un almacén de forma individual por los estudiantes basado en sus conocimientos previos. En la **figura 79** se muestra la socialización de los diseños individuales de los integrantes del equipo. En esta etapa, se entrega a los equipos una fundamentación inicial sobre distribución en planta de un almacén, las áreas presentes en estos espacios y las ventajas de un correcto *Layout* para un almacén. Finalmente, la **figura 80** presenta el diseño concertado que realizaron los estudiantes en esta etapa, incluyendo la mayor cantidad de detalles.



Figura 75. Evidencias fase uno. Ideación. Exploración de conocimientos previos



Figura 76. Evidencias fase uno. Ideación. Socialización diseños individuales y fundamentación teórica



Figura 77. Evidencias fase uno. Ideación. Unificación de diseños en único diseño grupal

La segunda fase es denominada descubrimiento. En esta etapa los equipos deben armar cada uno de los rompecabezas suministrados sin juntar las fichas de unos esquemas con otros. Tal como se aprecia en las **figuras 81 y 82**, se identifican cada uno de los diseños planteados. Una vez un equipo arma un rompecabezas, recibe una ficha con información teórica sobre el tipo de distribución en planta presente en el rompecabezas armado. En la **figura 83** se puede evidenciar la ficha que el equipo recibe una vez completa un rompecabezas. Esto permite la contextualización de los equipos con los conceptos del *Layout* en I – U – L. Los equipos realizan una discusión en el equipo de las ventajas, desventajas y beneficios de los conceptos teóricos de los diseños de almacén. La duración de esta fase es de treinta minutos, la más extensa dentro de la lúdica. El facilitador está atento a las preguntas e inquietudes de los equipos sobre la fundamentación teórica.



Figura 78. Evidencias fase dos. Descubrimiento. Armado de fichas de rompecabezas



Figura 79. Evidencias fase dos. Descubrimiento. Armado de rompecabezas

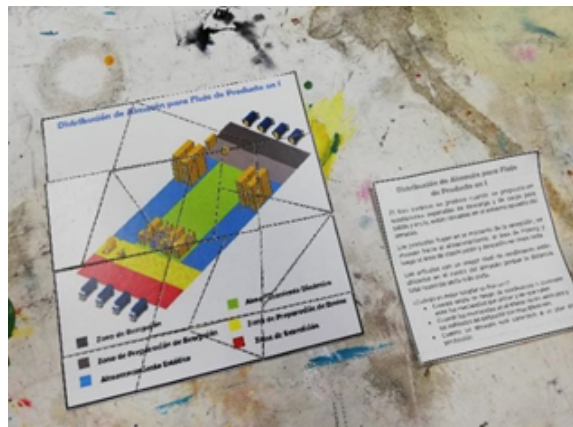


Figura 80. Evidencias fase dos. Descubrimiento.

Fundamentación teórica sobre el tipo de distribución encontrada en rompecabezas

Una vez finalizada esta etapa, los equipos ingresan a una fase de creación, la cual esta direccionada a la aplicación de los conceptos estudiados en un reto. A cada equipo le es entregado un conjunto de fichas que representan un almacén. A partir de esas fichas, los estudiantes deben generar un diseño de un almacén teniendo en cuenta las consideraciones que el facilitador proporcione. El tiempo máximo de esta fase es de quince minutos. Los equipos deben generar un diseño en el que consideren el mayor número de ventajas y menor número de desventajas. El facilitador generará un puntaje basado en tiempo, ventajas analizadas y oportunidades de mejora del diseño propuesto.

En esta fase los equipos deberán analizar las áreas propuestas (**figura 82**), planear el posible diseño de almacén a escoger, analizar las ventajas, desventajas y beneficios del diseño de almacén elegido por el equipo, elegir el diseño de almacén (**figura 83**) y justificar la elección del concepto de *Layout* con los otros equipos que desarrollaron la lúdica (**figuras 84 y 85**).



Figura 81. Evidencias fase dos. Descubrimiento. Socialización grupal sobre la fundamentación teórica de los distintos tipos de distribución en planta de almacenes logísticos



Figura 82. Evidencias fase tres. Creación. Discusión para diseño de nuevo almacén con las áreas propuestas

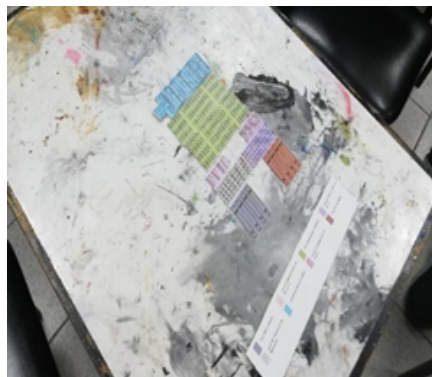


Figura 83. Evidencias fase tres. Creación. Propuesta de diseño de almacén con áreas proporcionadas

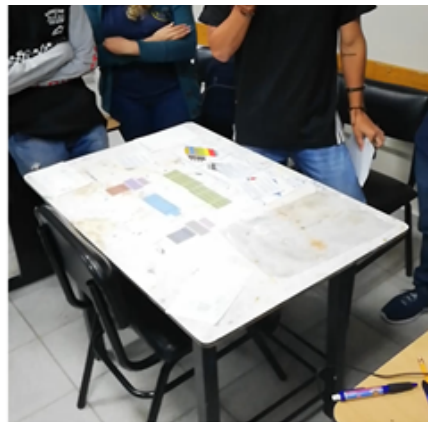


Figura 84. Evidencias fase tres. Creación. Socialización de propuesta de diseño presentada por equipo A



Figura 85. Evidencias fase tres. Creación. Socialización de propuesta de diseño presentada por equipo B

8.6 RESULTADOS

La estrategia pedagógica fue probada con estudiantes de Tecnología en Logística e Ingeniería Industrial, quienes al momento de su participación no contaban con conocimientos sobre la gestión de almacenamiento o distribución en planta. Esto se configuró en el escenario ideal para indagar los efectos de la estrategia en el proceso de formación de los participantes.

Los participantes destacaron el grado de realidad de la estrategia, el grado de diversión de la lúdica y el grado de simplicidad de la lúdica el cual se mantuvo a lo largo de las tres etapas comprendidas. El grado de realidad de la lúdica implica que los estudiantes consideran que la temática trabajada sí se aplica en el ejercicio profesional y por tanto es relevante conocer los conceptos asociados a la distribución en planta de un almacén.



En este caso, los estudiantes tuvieron en cuenta la actividad realizada respecto a una clase magistral en donde se exponen los conceptos de *Layout* de forma tradicional, en tal sentido, los participantes valoraron la diversión de la lúdica en alto grado.

Asimismo, se midió el cumplimiento de los tiempos en las fases de la actividad respecto a los tiempos proyectados desde la planeación de la lúdica. En el tiempo planeado, los estudiantes conocieron los conceptos de la distribución en planta de un almacén y manifestaron que de esta forma se lograría una mejor recordación de la temática.

8.7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Luego de puesta en marcha la estrategia, respecto a los aprendizajes expuestos por los participantes se encuentra: conocimiento básico de la distribución en planta, tipos de distribución, analizar procesos logísticos, economía en procesos productivos y eficacia del almacenamiento. Del mismo modo, los participantes manifestaron que la actividad permitió potencializar las habilidades de trabajo en equipo, participación, intercambio ideas y su socialización, así como el desarrollo del pensamiento crítico.

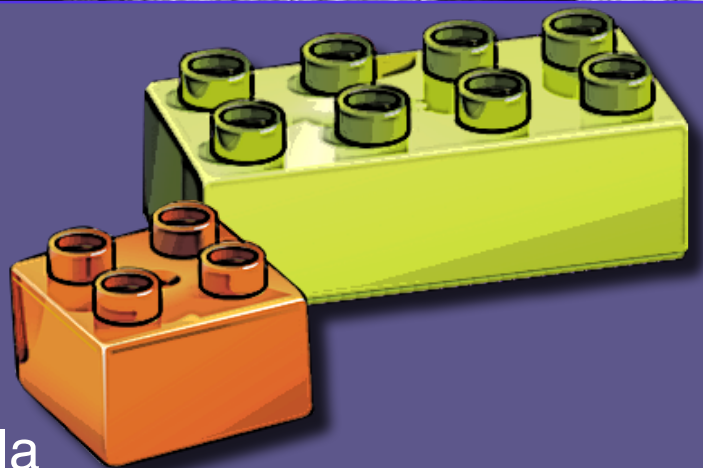
Como oportunidades de mejora, se podría presentar la estrategia en el marco de un contexto de simulación, acompañando la metodología con detalles de un caso empresarial. De esta forma, *Layout Jig-So* permite estimular la enseñanza de la distribución en planta de un centro de distribución logístico, examinando los conceptos asociados a *Layout* y su relevancia en un CEDI incorporando elementos de gamificación para facilitar la rápida comprensión de los conceptos.





CAPÍTULO IX

Estrategia pedagógica:
simulación y propuesta de
mejora *Lean Healthcare* en la
atención de citas prioritarias de
un centro de salud





9.1 PRESENTACIÓN

La filosofía *Lean* ha evolucionado con el tiempo y se ha implementado en la fabricación y los servicios, recientemente *Lean* se ha integrado en las empresas del sector de la salud (Ruiz y Ortiz, 2016). En los últimos años se ha aplicado *Lean Healthcare* en áreas funcionales de entidades sanitarias, como se evidencia en Ruiz y Villareal (2017), Cretikos *et al.* (2006) y Delgado (2016). En estas publicaciones se describe el diagnóstico, estudio o utilización de diferentes herramientas *Lean* en ámbitos del sector sanitario, obteniéndose resultados en su mayoría favorables desde la productividad, eficiencia, calidad de atención e inclusive mayor seguridad en intervenciones de alto riesgo en los pacientes.



Hoy en día se conjugan dos aspectos críticos en el sector salud para la implementación de metodologías *Lean*, los requerimientos de acreditación para los centros hospitalarios, laboratorios, unidades diagnósticas, y demás centros de atención del sector sanitario y las necesidades y expectativas de usuarios o pacientes según el carácter del centro de atención, de tal manera que las entidades mantengan su visión de mejoramiento continuo con el aumento de la calidad y la rentabilidad a partir de bajos costos.

Según Ruiz y Ortiz (2016) muchos de los impactos de la aplicación de *Lean Healthcare* son el mejor cuidado de los pacientes, mayor calidad en los procesos de atención, superior diseño de los procesos de atención, aumento de la productividad y oportuna prestación de servicios, mediante la reducción de los tiempos de espera, reduce los errores en incidentes, procedimientos inadecuados y por ende en los costos.

Analizando la situación actual en épocas de pandemia mundial COVID-19, se observa cómo los efectos de la implementación de *Lean Healthcare* parecen ser la respuesta a todas las necesidades evidenciadas durante el desarrollo de la pandemia. Estudios muestran que, en algunas ciudades chinas, la tasa de letalidad del virus fue más alta que en otras, lo que enfatiza la importancia de la capacidad del sistema de salud en la atención de pacientes que están gravemente enfermos con COVID-19. La capacidad para controlar la enfermedad influye en los resultados del paciente (Murthy, Gomersall y Fowler, 2020).

Por lo anterior, hace falta capacidad de atención, situación que indudablemente puede ser intervenida mediante la aplicación de metodologías *Lean*, así entonces, los hechos



históricos en conjunto con la situación mundial actual se integran para dar cabida a la implementación de *Lean Healthcare* en el sistema de salud, su aplicación es de bajo costo y podría suponer un positivo impacto en el sector salud en tiempos de crisis (Radnor, Holweg y Waring, 2012).

Ahora bien, los procesos de atención en el sector salud son complejos, para su ejecución se requiere de la planificación y programación de operaciones bajo técnicas de servicio al cliente como producto, puesto que los procesos se ejecutan sobre el cliente y el servicio al cliente como participante porque el cliente debe acceder a los servicios por diferentes canales, lo cual lo vuelve un partícipe de un sistema de filas.

Pero las operaciones de servicio deben garantizarse con el aseguramiento de la calidad, que pretende aumentar la satisfacción del cliente mediante la aplicación del sistema, además exige de la organización cuestiones pertinentes, internas y externas para su propósito estratégico de determinar los factores que puedan afectar los sistemas de gestión de la calidad (Sánchez, 2017).

Es decir, la organización debe prever las no conformidades como la ausencia de uno o más requisitos del sistema de gestión de la calidad, creando una duda razonable sobre la calidad de lo que la organización está suministrando, se analiza por medio de quejas o reclamos y la determinación aunada al análisis del producto no conforme, lo que se denomina identificar el problema, para luego tomar acciones de mejora preventivas y correctivas. Se debe evaluar con el responsable del proceso, dado que este debe encontrar las causas y autorizar la acción a tomar. Algunas herramientas útiles son los diagramas de causa-raíz, instructivos sobre el análisis de las causas y análisis de las auditoras internas (Macías, 2011a).



Por lo anterior, las quejas de los clientes deben ser evaluadas y analizadas para conocer el nivel de satisfacción del proceso y realizar el pertinente tratamiento, seguimiento, auditoría y revisión de la dirección. La información obtenida mediante un formato de detección de quejas crea mejoras en los servicios de la organización generando un valor agregado para el cliente (Macías, 2011b).

La acción correctiva se puede llevar a cabo con la ayuda de los formatos diligenciados desde el inicio del servicio como la caracterización del proceso y las especificaciones del cliente, se pueden detectar sus comportamientos, de qué manera se ha realizado el mantenimiento del cliente, formatos de quejas y reclamos y visitas periódicas. Sumando a esta información las auditorías internas pueden llevar a cabo acciones para mejorar el servicio como análisis de causa y efecto, retroalimentaciones verbales, por escrito, evaluación periódica de la satisfacción y demás documentación en la que el cliente registre todo aquello en lo que considere que el servicio debe mejorar. Luego esta información debe ser sometida a análisis estadístico y comparativo para conocer las acciones a tomar de acuerdo con el análisis (Macías, 2011a).



9.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Simular *Lean Healthcare* en la atención de citas prioritarias de un centro de salud, mediante programación de operaciones de servicio y gestión de la calidad.

Objetivos específicos

- Aplicar la programación de operaciones de servicio al proceso atención de citas prioritarias de un centro de salud.
- Identificar las no conformidades en la simulación del proceso atención de citas prioritarias de un centro de salud.
- Proponer las acciones correctivas al proceso de atención citas prioritarias de un centro de salud.

9.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

- Papelógrafo
- Turnero
- Sillas
- Mesas
- Pendones
- Obsequios
- Lapiceros
- Formatos impresos
- Vestuario de utilería
- Jeringas
- Medicamentos

Talento humano

Docentes y estudiantes de los programas de Ingeniería de Producción, Calidad e Industrial. Técnico de sonido.

Recursos didácticos

- Computadores
- Micrófonos
- Videobean
- Camilla
- Tensiómetro
- Báscula





- Celulares
- Cámara fotográfica

Recursos locativos

Auditorio Pedro Nel Gómez del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM: el auditorio se acondicionó para que la disposición física lograra integrar al público asistente y a los participantes de la lúdica. Aulas *B-Learning* para la preparación de la lúdica (**figura 86**).



Figura 86. Auditorio Pedro Nel Gómez, ITM

Tiempo estimado

En promedio se emplean quince horas de preparación y 120 minutos de ejecución de la lúdica.

Competencias de los estudiantes

Apropiación de la metodología *Lean Healthcare* a partir de la simulación de una cita prioritaria.

9.4 PROCEDIMIENTO

Las siguientes actividades necesarias para la lúdica incluyen pasos desde la preparación hasta el cierre de esta.



Preparación

- Lluvia de ideas para elección del tema abordar como lúdica.
- Invitación a los semilleros Gestión de la calidad y Qualipro.
- Investigación teórica sobre los tópicos de alcance de la lúdica.
- Descripción del guion de la simulación de la lúdica.
- Reuniones de preparación de la lúdica.
- Registro de participantes utilizando la herramienta *Google forms*.
- Abastecimiento de materiales necesarios.
- Alistamiento de la infraestructura necesaria.

Desarrollo de la lúdica

- Registro de asistentes en planilla.
- Ubicación de asistentes en el auditorio.
- Apertura: presentación de los participantes, la actividad y la metodología empleada.
- Explicación de los objetivos, los temas programación de operaciones de servicio por técnicas se reglas de prioridades, programación de servicio al cliente como producto y como participante, simulación *Lean Healthcare* y gestión de la calidad.
- Simulación de una cita prioritaria siguiendo un guion preestablecido.



Verificación del proceso

- Entrega de instrumento de verificación del proceso simulado a los asistentes.
- Recolección de los instrumentos de verificación del proceso simulado.
- Verificación del proceso simulado por parte de integrantes del equipo desarrollador.
- Acciones de mejora para las no conformidades encontradas en el proceso simulado.
- Conclusiones.

Evaluación del evento mediante instrumento escrito

- Cierre, agradecimientos, intervenciones del público, entrega de dulces y obsequios.
- Desmonte del escenario.

9.5 RESULTADOS

Se describe a continuación el desarrollo de las actividades en los temas *Desarrollo de la lúdica* y *Verificación de la lúdica*.

Registro de asistentes en planilla

Se registran 96 personas en formulario de *Google*, de los cuales asistieron 87, de acuerdo con la firma registrada al ingreso al auditorio.



Ubicación de asistentes en el auditorio

Después del registro, los asistentes procedieron a ubicarse en el auditorio iniciando con los puestos de adelante y continuando hacia atrás (**figura 87**).



Figura 87. Ubicación de los asistentes

Apertura

La presentadora hizo la socialización de los participantes, la agenda de la actividad y la metodología empleada:

- Agenda.
- Presentación.
- Objetivos.
- Explicación temática.
- Desarrollo de la lúdica.
- Verificación y acciones de mejora.
- Conclusiones.
- Bibliografía.
- Cierre.

Explicación de los objetivos

Los temas propuestos son: programación de operaciones de servicio por técnicas de reglas de prioridades, programación de servicio al cliente como producto y como participante, simulación *Lean Healthcare* y gestión de la calidad.

En los objetivos de la estrategia pedagógica se da la explicación de los temas de programación de operaciones de servicio por técnicas de reglas, de prioridades, de programación de servicio al cliente como producto y como participante, simulación *Lean Healthcare* y en la presentación de este libro se menciona la gestión de la calidad.



Simulación de una cita prioritaria siguiendo un guion preestablecido

A continuación, se narra el guion de la lúdica:

Paola Ortiz se levantó a la 5:00 a. m. a trabajar con un fuerte dolor en la espalda, un dolor lumbar, llamó al jefe y le dijo que no podía asistir al trabajo porque está impedida por su dolor y que va a consultar en su IPS a través de una cita de atención prioritaria.

Paola se dirige a la IPS a las 7:00 a. m., al ingresar no identifica el lugar a donde debe dirigirse, por lo tanto, consulta al vigilante dónde puede sacar el ficho para ser atendida mediante cita prioritaria ya que no hay una debida señalización, el vigilante por ser nuevo desconoce el procedimiento y le informa que se acerque a las taquillas (**figura 88**).



Figura 88. Usuaria ingresa a la IPS

Paola se dirige a las taquillas donde una de las auxiliares le informa dónde está el fichero, Paola se dirige al fichero, pero se encuentra con que no puede tomar su turno porque el fichero no tiene papel, informa a una de las auxiliares para que solucione este problema, la auxiliar le proporciona la ayuda necesaria y logra obtener su turno (**figura 89**).



Figura 89. Usuaria solicita turno para atención



Observa cuál número le correspondió, con cuál letra, verifica el estado de los turnos en el tablero, visualizando que hay veinte turnos antes de ella, se dirige a la sala de espera atenta al llamado, mientras está allí observa que las auxiliares tardan en atender a los usuarios ya que están realizando actividades no relacionadas con funciones (hablando por celular, por ejemplo), una vez llega su turno identifica el número de taquilla y se dirige a ella (**tablas 27 y 28**).

Tabla 27. Turnero opciones IPS

Turnero				
Trámites	Vacunación	Citas	Laboratorio	Odontología
1	15	31	5	10
2	16	32	6	11
3	17	33	7	12
4	18	34	8	13
5	19		9	14
6	20		10	15
7	21		11	
8	22		12	
9	23			
10	24			
11	25			
12	26			
	27			

Tabla 28. Asignación turno a usuaria

Turnero				
Turnero	Columna 1	Columna 2	Columna 3	Columna 4
Trámites	Vacunación	Citas	Laboratorio	Odontología
1	15	31	5	10
2	16	32	6	11
3	17	33	7	12
4	18	34	8	13
5	19		9	14
6	20		10	15
7	21		11	
8	22		12	
9	23			
10	24	52		
11	25	53		
12	26	54		
13	27			
14				





Allí le solicitan su documento de identificación y cuando la auxiliar ingresa el número de identificación y demás datos al *software* de asignación de citas, se cae el sistema (**tabla 29**) y debe esperar otros diez minutos mientras se restablece. Solucionada la situación, la auxiliar se percata de que no hay agenda para las horas de la mañana, y es a las tres de la tarde la cita más próxima, la usuaria acepta debido a su urgencia.

Paola decide esperar en las instalaciones de la IPS, ya que su casa se encuentra lejos del lugar de atención. Mientras tanto accede a los baños de la IPS, los cuales se encuentran en mal estado.

Después de mucho esperar llega la hora de la cita y se dirige al consultorio esperando ser llamada, a eso de las 3:15 p. m., llega el médico al consultorio, iniciando la atención médica con otro paciente, siendo casi las 4:00 p. m., llama a la puerta del consultorio y encuentra que el médico asignado está atendiendo otro paciente.

Paola le consulta al médico por su cita de las tres de la tarde, y este le informa que no aparece en su agenda el registro, la pregunta a Paola si había confirmado su cita, por lo cual Paola manifiesta molesta no haberlo realizado porque no fue informada por las auxiliares al momento de la asignación de la cita (**figura 90**).

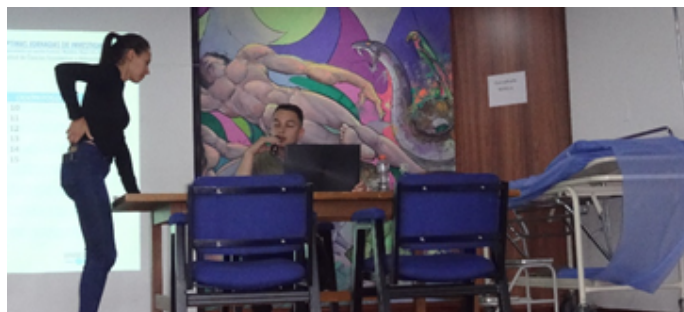


Figura 90. Usuaria solicita la atención de un médico

Paola se dirige de nuevo a las taquillas e informa la situación a la auxiliar, quien contesta de mala manera que ella lo debía saber. Paola se dirige a la taquilla paga el copago y regresa al consultorio para ser atendida por el médico, quien rápidamente la atiende debido a que hay otras citas asignadas. En la consulta Paola percibe que el doctor es negligente y déspota en la prestación del servicio, manifiesta una actitud desinteresada y realiza una revisión superficial, Paola también percibe que la báscula no cuenta con el sello de calibración lo que le genera duda en el resultado, posteriormente realizado el diagnóstico, el médico emite la fórmula en la que registra los medicamentos y le da una incapacidad de tres días (**figura 91**).

Luego el médico le informa que tiene que reclamar los documentos en taquilla, debido a que no cuenta con impresora en el consultorio. Paola se dirige a las taquillas y encuentra que debe solicitar nuevamente un ficho para los trámites, una vez tiene el ficho aparece el llamado en el tablero, se dirige al cubículo asignado, le realizan la entrega de documentos y la auxiliar le informa que para poder transcribir su incapacidad y su fórmula



tiene que dirigirse a una nueva sede porque en la sede de esa IPS no realizan ese tipo de trámites (**figura 92**).



Figura 91. Atención médica



Figura 92. Aplicación medicamentos



Paola se percató de que le alcanza el tiempo para dirigirse a la nueva sede, entonces sale cojeando hasta llegar a ese lugar, allí tiene que sacar un ficho para ser atendida por la recepcionista, tiene que esperar a que aparezca su turno en el tablero de la nueva sede y hacer los trámites de transcripciones, autorizaciones o las transcripciones médicas y las autorizaciones de las incapacidades.

Ya con la fórmula transcrita le toca dirigirse a la farmacia que es un nuevo desplazamiento para reclamar un nuevo ficho y esperar a que aparezca su turno en el tablero de la farmacia, aparece, va a reclamar su fórmula médica y ahí se puede decir que acaba el proceso de atención de cita prioritaria para este paciente.

Entrega de instrumento de verificación del proceso simulado a los asistentes

Durante el desarrollo de la lúdica, el equipo de apoyo entrega al público asistente el formato para el registro de las no conformidades identificadas en el proceso de



simulación de cita prioritaria, se recolectan y se registran las no conformidades de acuerdo con lo descrito en el siguiente numeral.

Recolección de los formatos de verificación del proceso simulado por parte de integrantes del equipo desarrollador

Se recolectan todos los formatos con el registro de las no conformidades de la simulación *Lean Healthcare* y se registran en la **tabla 29**.

Tabla 29. No conformidades en simulación *Lean Healthcare*

No conformidades	
Mala atención. Demora en las citas. Largas filas. Aseo del hospital. Filas demasiado largas.	Demora en el servicio. Mala atención a los usuarios. No se encuentra aseado el hospital No hay buena comunicación entre usuario y empleado Largas filas.
Demora en atención al cliente. Problemas por red. Falta de organización.	Mala actitud del personal. Incumplimiento del tiempo. Mala atención.
No se brinda información. Mala atención al usuario. Lenguaje inapropiado. Irrespeto por la salud del paciente.	Las personas no dan buena información (falta de amabilidad). Demora en la atención, falta de puntualidad del personal. Incomodidad en la sala de espera. Los sistemas no prestan buen servicio. Mal aseo en el lugar desagradable (los baños).
La IPS está en un lugar lejano al de la residencia del paciente. El portero es poco diligente a la hora de la atención al cliente. La atención al cliente en el área de taquillas es pésima, ya que no dan la información necesaria, además lo hacen de mala gana. El servicio es muy demorado aparte de todo debe de desplazarse para un lado y otro.	Conocimiento del personal del centro de salud. Mala atención del personal del centro de salud. Cumplimiento de tiempos/horarios para atención. No respeto del orden de llegada.
Negligencia en servicio. Tiempo de respuesta tardío. Mala información. Desconocimiento del servicio. Mala atención.	Fallas en la atención inicial al usuario. Tiempos de espera excesivos y carentes de prioridad. Falta de empatía por parte de los funcionarios de la entidad. Equipos necesarios para la atención, descuidados de mantenimiento falta de orden La atención es tediosa para el usuario. Se debe buscar simplificar procesos.
Mala actitud del personal. El cliente no es lo primero. Falta de medicamentos.	Falta de servicio por todos los trabajadores. Falta de revisión. Falta de medicamentos.



No conformidades	
Falta de información al ingreso. Mala actitud de la funcionaria de taquilla. Falta de medicación.	Mala atención. Poca paciencia con los pacientes. Mala información. Poca cordialidad. No tener claro los procesos.
Equipos en mal funcionamiento. Mala atención, falta de información. Falta de recursos. Mala actitud.	Le prestan mala atención. No tienen el lugar limpio. Mala distribución de las sedes. No proporcionan la información suficiente. No revisan el equipo (no lo calibran). No cuentan con el equipo adecuado. Falta de orden.
Mala atención. Mal servicio.	La información no es clara en los puntos de servicio. El flujo de proceso que debe ejecutar el paciente no es divulgado. Los tiempos de servicio son muy extensos. No hay orden en la disposición de medicamentos en el servicio de inyectología. No hay disponibilidad de los medicamentos.
Largas filas. Mal servicio. Sistemas muy lentos. Mal aseo del lugar. Mala comunicación.	Falta de indicaciones. Demora en los tiempos.



Posteriormente el equipo agrupó las no conformidades por familia.

- Zonas sin señalización.
- Inseguridad.
- Desconocimiento del personal de la IPS.
- Auxiliares no competentes, no capacitados para su labor.
- Funciones fuera de las establecidas en el cargo.
- Fallas en el *software*.
- Desentendimiento con el usuario.
- Información no oportuna al usuario.
- Falta comunicación.
- Poca disponibilidad de personal profesional para atención de citas.
- Retrasos en atención.
- Los lapsos de atención.
- Cruce de citas.
- Falta de disposición del médico.
- Mal diagnóstico.
- Fallas de codificación de medicamentos.
- Carencia de medicamentos.
- Equipos de seguimiento no calibrados.
- Insuficiencia de suministros e insumos en el consultorio.
- Instalaciones en mal estado.
- Incumplimiento del horario por parte de los funcionarios.



Es de anotar que otros pacientes reportaron su inconformidad con la prestación del servicio en la IPS, esto se detectó en el buzón de sugerencias, y a través de la encuesta de satisfacción al cliente, que se realiza una vez finalizada su estadía en la IPS.

Propuesta de acciones de mejora para las no conformidades encontradas en el proceso simulado

Después de la clasificación de las no conformidades se explican las propuestas de mejora al proceso simulado de una cita prioritaria utilizando herramientas *Lean* (tabla 30).

Tabla 30. Acciones de mejora propuestas

Acción	Responsable	Fecha inicio y fin	Meta
Realizar ajustes en el sistema de <i>software</i> hospitalario que garantice y ordene el control del tiempo para el llamado y atención de cada paciente.	Ingeniero en sistemas biomédicos.	8/04/2019 8/05/2019	Brindar mejor atención en el menor tiempo posible.
Definir qué deben saber y poseer las personas que laboran en la recepción o cargo administrativo de la IPS en el servicio de atención de citas prioritarias o en servicios interrelacionados buscando personal proactivo.	Talento humano.	8/04/2019 8/05/2019	Contar con personal capacitado para desempeñar las funciones requeridas.
Realizar inducción y capacitación buscando la concientización del cumplimiento protocolario de la IPS y por consiguiente excelente manejo de las plataformas que integran el servicio hospitalario.	Talento humano.	8/04/2019 8/05/2019	Cumplir e implementar el reglamento del protocolo y las capacitaciones de formación.
Elaboración y/o actualización de hojas de vida de cada equipo, determinando los planes de mantenimiento, frecuencia de calibración de equipos de medición.	Coordinador de mantenimiento o ingeniero biomédico.	8/04/2019 8/05/2019	Mantener todos los equipos biométricos calibrados y en perfectas condiciones.
Determinar e implementar la higiene sanitaria métodos de desinfección constante, para evitar o minimizar la liberación de agentes biológicos.	Director de higiene	8/04/2019 8/05/2019	Mantener siempre limpias las zonas sanitarias.
Realizar y verificar periódicamente la cantidad de medicamentos farmacéuticos.	Auxiliar farmacéuticos	8/04/2019 8/05/2019	Contar con todos los medicamentos POS.
Realizar un inventario de equipos biomédicos de la IPS para conocer la cantidad disponibles de ellos y adquirir los que se requieran para prestar un mejor servicio.	Director administrativo	8/04/2019 8/05/2019	Contar con todos los equipos biomédicos que se requieran en las instalaciones.

9.6 CONCLUSIONES

En este paso de la lúdica se exponen las principales conclusiones del proceso simulado, las no conformidades (tabla 29), las acciones de mejora propuestas (tabla 30) y las principales variables que intervienen en el proceso (figura 93).



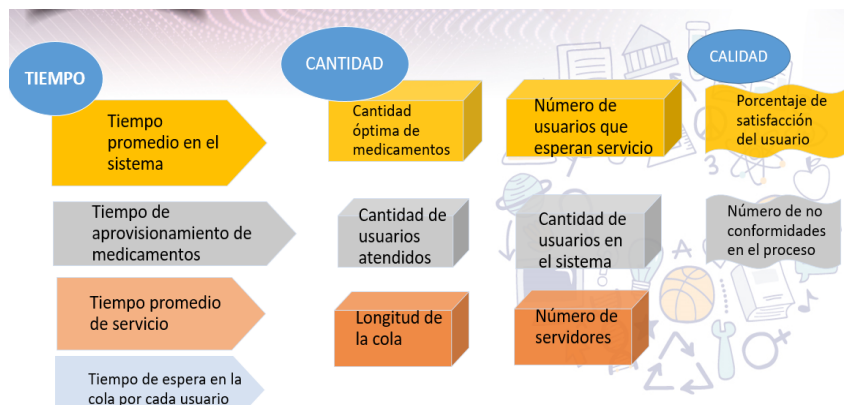


Figura 93. Variables que intervienen en el proceso

9.7 DISCUSIÓN

El resultado de la elaboración del Pareto de las no conformidades se muestra en la **tabla 31** y en la **figura 94**.

Tabla 31. Lista de no conformidades homologadas

No conformidades homologadas	Número de no conformidades	Porcentaje de participación
Mala actitud del personal (negligencia, diligencia entre otros).	32	30,19 %
Demoras en la atención general (filas y procesos).	20	18,87 %
Fallas en la información brindada.	15	14,15 %
Falta de organización en el proceso.	6	5,66 %
Equipos y sistemas en mal funcionamiento.	6	5,66 %
Fallas en el inventario de medicamentos.	6	5,66 %
Aseo e higiene de la infraestructura.	5	4,72 %
Mala atención general.	5	4,72 %
Conocimiento general del personal.	5	4,72 %
No aplica como no conformidad.	4	3,77 %
Fallas con la ubicación de la IPS.	1	0,94 %
La sala de espera no está bien acondicionada.	1	0,94 %
Total general	106	100,00 %

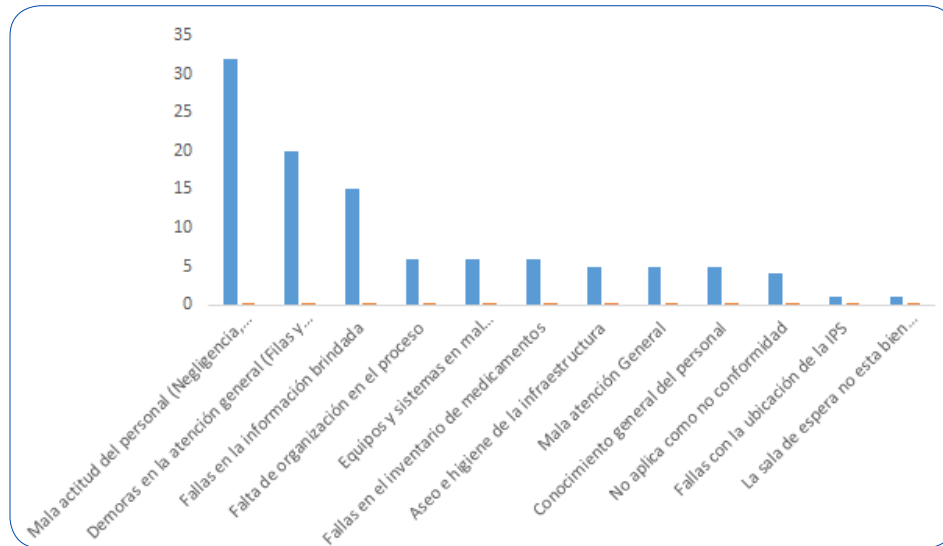


Figura 94. Pareto de no conformidades

Las principales variables que se midieron en el proceso de simulación son:

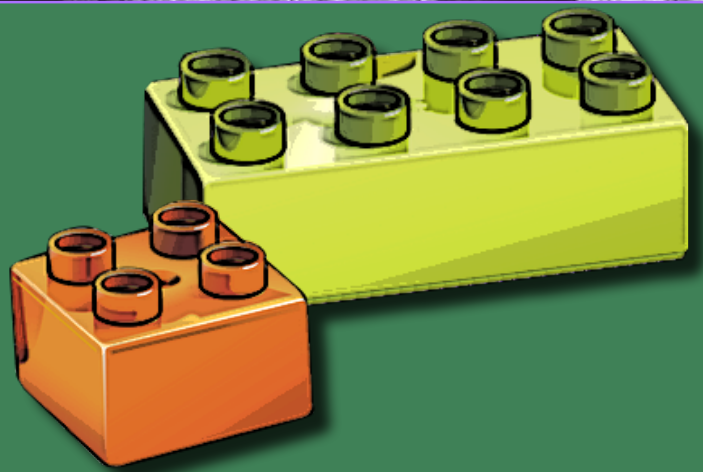


- Tiempo promedio en el sistema, tiempo de aprovisionamiento de medicamentos, tiempo promedio del servicio, tiempo de espera en la cola de cada usuario, cantidad óptima de medicamentos, cantidad de usuarios atendidos, longitud de la cola, número de usuarios que esperan servicio, cantidad de usuarios en el sistema, número de servidores, porcentaje de satisfacción del usuario y número de no conformidades en el proceso.
- Las herramientas *Lean* que pueden incluirse en el proceso de atención de una cita prioritaria son gestión de la calidad, control estadístico de procesos, control de inventarios, gerencia del servicio, 5S, fábrica visual, principalmente.
- Las técnicas y herramientas de ingeniería industrial que se deben utilizar en este tipo de procesos son la programación de operaciones del cliente como participante o como productos, especialmente para simular diferentes escenarios y variables relacionadas con la naturaleza de estos procesos.
- Es positivo el trabajo entre integrantes de varios semilleros para tratar mediante la metodología de lúdica una temática tan real como lo es la atención de una cita médica.



CAPÍTULO X

Estrategia pedagógica:
invierte en la banca de tus
conocimientos





10.1 PRESENTACIÓN

La lúdica *invierte en la banca de tus conocimientos* sustenta sus bases en el conocimiento, interpretación y aplicación de las normas publicadas por la Organización Internacional de Normalización, ISO (por sus siglas en inglés *International Organization for Standardization*) puntualmente en las normas ISO 9001:2015. Sistemas de Gestión de la Calidad, ISO 14001:2015. Sistemas de Gestión Ambiental e ISO 45001:2018. Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Inicialmente, el estudiante recibe la información necesaria para el desarrollo de la actividad de forma expositiva o tradicional, la propuesta de valor radica en la actividad de afianzamiento del conocimiento, misma que se basa en el estudio de las inteligencias múltiples.



Lo anterior permite concluir que si bien, desde tiempos inmemorables, los individuos han aprendido de una forma estricta y metodológicamente aceptada, en la mayor parte de los casos se atiende una inteligencia única (Gardner, 2010), misma que según Howard Gardner se puede dividir en al menos siete inteligencias diferentes mediante las que el ser humano puede aprender y desarrollar habilidades, estas inteligencias se basan en criterios que conjuntan diversas disciplinas, como la psicología experimental, datos psicométricos entre otras.

Dentro de la teoría de Gardner, se enlistan las inteligencias como: lingüística, lógico-matemática, musical, corporal-cinestésica, espacial, interpersonal e intrapersonal.

Todo ser humano presenta siempre las inteligencias mencionadas durante su aprendizaje, pero de forma increíble ninguno las comparte al 100 %, es decir no existen dos personas que desarrollen el mismo tipo de inteligencia o el mismo conjunto de inteligencias (Gardner, 2010), lo que nos dirige al punto de origen o la problemática principal, el enseñar de forma idéntica a un cúmulo de seres humanos que aprenden diferente, por ejemplo, el sistema educativo actual en México, tiene como métrica principal la relación de personas que ingresan al sistema comparadas con las que egresan (McGuinn *et al.*, 2014).

Basados en la teoría mencionada y en la pregunta ¿Cómo medir objetivamente el aprendizaje del estudiante? y ¿Cómo saber qué aprendí? Se desarrolla la actividad *invierte en la banca de tus conocimientos* atendiendo al menos más de una inteligencia para mejorar el rendimiento y aprovechamiento de los estudiantes.



10.2 OBJETIVO DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

Coadyuvar en el afianzamiento del conocimiento del participante mediante actividades lúdicas que permitan la dispersión de la actividad cerebral y la atención pedagógica a diferentes tipos de estudiantes, cada uno con un diferente tipo de aprendizaje.

Objetivos específicos

- Desarrollar habilidades interpersonales para la toma de decisiones mediante el logro de metas comunes.
- Reforzar conocimientos del área de calidad mediante actividades enfocadas a la interpretación y aplicación de normas internacionales.
- Generar interés por temas, terminologías y estructuras de calidad mediante la exploración de la normatividad internacional en diversos sectores.
- Habilitar espacios para la convivencia y esparcimiento del alumnado fomentando el espíritu de competitividad y mejora continua.

10.3 MATERIALES Y MÉTODOS



Para lograr el desarrollo óptimo de la actividad, es necesario contar con los siguientes recursos, mismos que serán trabajados previamente en gabinete, estos requerimientos se muestran en la **tabla 32**.

Tabla 32. Requerimientos

Recurso	Cantidad
Normas ISO 9001:2015, ISO 14001:2015, ISO 45001:2018.	Una pieza.
Monedas/billetes de juguete o chocolate.	100 piezas.
Plantilla de preguntas y respuestas.	Una pieza.
Aula de usos múltiples equipada con cañón o videobeam, sillas y mesas.	Un aula.
Reglas de participación.	Seis copias.

Materiales

Los materiales que utilizamos para desarrollar la actividad son:

- Hojas blancas tamaño carta.
- Normas referidas anteriormente (impresas).
- Cien piezas de billetes o monedas.
- Marcadores para pizarrón.
- Plumasy útiles de escritura.



Talento humano

El talento humano que se requiere para desarrollar esta actividad se compone de dos profesores, ponentes o instructores que conozcan y hayan puesto en práctica las normas seleccionadas para el desarrollo de la práctica, en este caso las ISO 9001:2015. Sistemas de Gestión de la Calidad; ISO 14001:2015. Sistemas de Gestión Ambiental e ISO 45001:2018.

Por la naturaleza de la actividad, es necesario contar con dos personas, ya que uno de ellos funge como moderador y el segundo como presentador y facilitador de la actividad.

Recursos didácticos

Como se muestra en el prefacio de esta sección, el principal material didáctico a utilizar es una presentación de *Power Point*, programada mediante enlaces de acceso rápido o hipervínculos, misma que es desarrollada en trabajo de gabinete, previo al día de la actividad.

Recursos locativos

Para esta actividad, es necesario contar con un aula equipada con un mínimo de treinta sillas, un videoprojector, una computadora y un pizarrón.



Tiempo estimado

Duración aproximada 120 minutos: quince minutos de introducción y explicación de reglas de la actividad; sesenta minutos para el desarrollo de la actividad; treinta minutos para diálogo y conclusiones; quince minutos de retroalimentación.

Competencias de los estudiantes

Al finalizar esta actividad, el estudiante habrá reforzado las competencias para comunicarse de forma efectiva, aprender a aprender y aprender a convivir.



10.4 PROCEDIMIENTO

Las actividades necesarias para desarrollar la lúdica se dividen en tres grandes grupos: i) actividades de planeación o trabajo en gabinete, ii) actividades de desarrollo y iii) evaluación o retroalimentación, mismas que se aprecian en la **figura 95**.

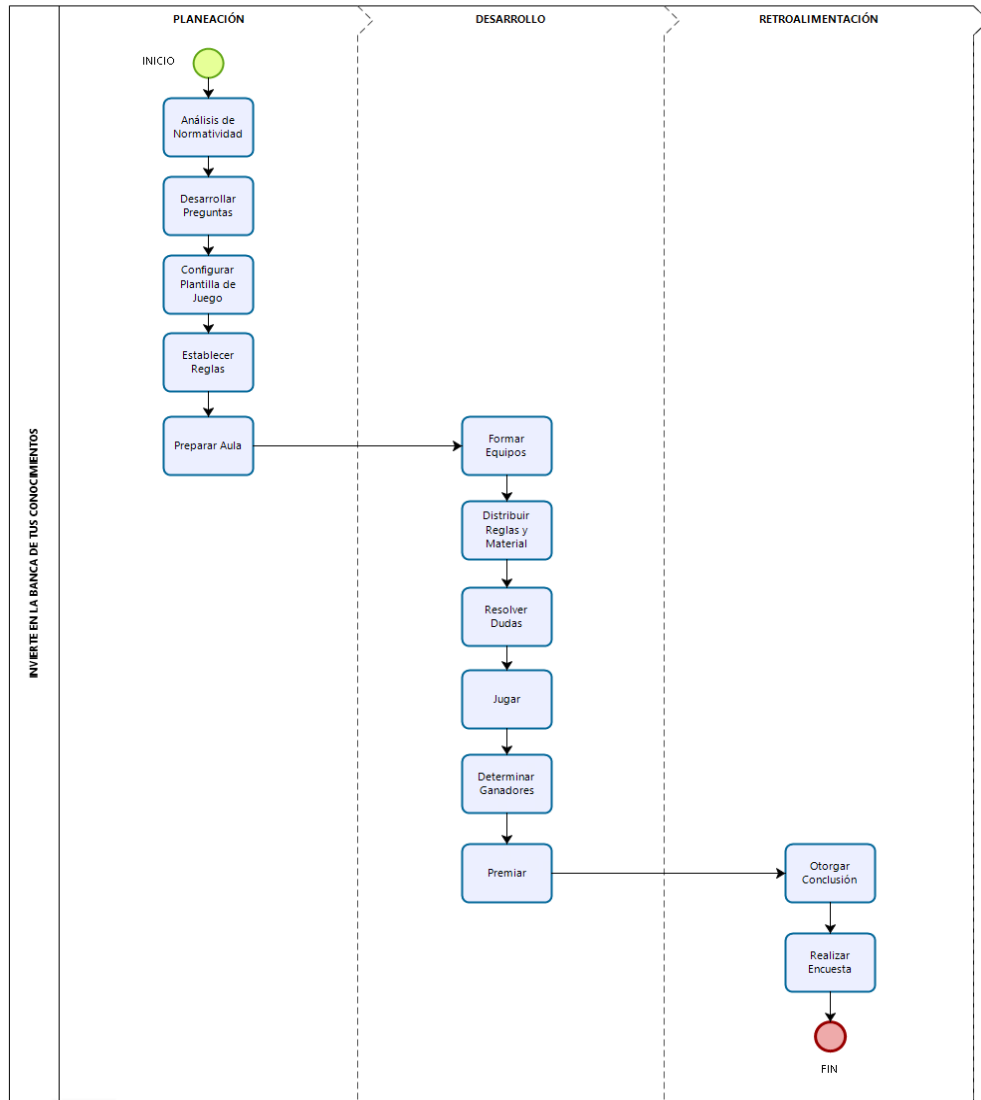


Figura 95. Procedimiento PR-DES-01 (desarrollo de actividad)



10.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA E IMPLEMENTACIÓN

Para llevar a cabo la actividad aquí mencionada, es necesario contar con actividades de fabricación, que nosotros llamamos fases de trabajo de gabinete o planeación. Esta actividad cuenta con cinco fases que engloban la planeación, tomando siempre en cuenta la mejora continua y el desarrollo integral del alumnado, describiremos dichas fases a continuación.

Análisis de normatividad

Como primera actividad, es importante seleccionar el tipo de normatividad en el cual estarán basadas las preguntas que se realizarán durante el juego, en este caso seleccionamos la normatividad ISO, particularmente tres normas de suma importancia para casi todos los sectores productivos: ISO 9001:2015. Sistemas de Gestión de Calidad; ISO 14001:2015. Sistemas de Gestión Ambiental e ISO 45001:2018. Sistemas de Gestión de Seguridad y Salud en el Trabajo.

Cabe mencionar que es de suma importancia conocer la normatividad, pues será necesario referenciar cada una de las preguntas con una respuesta o párrafo documentado en la normatividad, por lo que se sugiere leer a conciencia las normas establecidas para el desarrollo de la actividad.



Desarrollar preguntas o cuestionamientos

Una vez comprendida y analizada la normatividad, habrá de desarrollarse una lista de preguntas referentes a esta, mismas que formarán parte del instrumento práctico del juego, el número de preguntas será definido únicamente por el moderador o creador del juego, en este caso se establecieron veinticinco preguntas referenciadas a las tres normas seleccionadas.

A continuación, se muestra un resumen de las preguntas desarrolladas, en conjunto con su respuesta para su ejemplificación:

- ¿Cuáles son los idiomas en los que emiten originalmente la normas ISO? R= inglés, francés y ruso.
- Se define como el conjunto de elementos de una organización que interactúan para establecer políticas, objetivos y procesos para lograr estos objetivos. R= sistema de gestión.
- Expresión de insatisfacción hecha a una organización relativa a su producto o servicio. R= queja.
- Estratégico, operativo y de apoyo son: R= tipos de procesos de gestión (ISO 9001, 2015).



- Son las formas verbales que se utilizan en las normas de sistemas de gestión. R= debe, debería, puede (ISO 9001, 2015).
- La norma ISO 9001 contiene siete principios de la calidad que son el soporte de los conceptos y requisitos. R= enfoque al cliente, liderazgo, compromiso de las personas, enfoque a procesos, mejora, toma de decisiones basada en la evidencia, gestión de las relaciones (ISO 9001, 2015).
- Es el ciclo que permite a una organización asegurarse de que sus procesos cuenten con recursos y se gestionen adecuadamente, que las oportunidades de mejora se determinen y se actúe en consecuencia. R= PHVA (planear, hacer, verificar, actuar) (ISO 9001, 2015).
- Es la estructura de alto nivel con que cuentan las normas ISO 9001, 14001, 22000. R= contexto de la organización, liderazgo, planificación, apoyo, operación, evaluación del desempeño, mejora (ISO 9001, 2015).
- Es un término común y definición esencial para los sistemas de gestión, se define como intención y dirección de una organización la cual debe expresar formalmente su alta dirección. R= política (ISO 9001, 2015).
- Menciona tres factores de los cuales dependa el éxito de un sistema de gestión ambiental. R= 1. El compromiso de todas las funciones y niveles de la organización, bajo el liderazgo de la alta dirección. 2. Aprovechar las oportunidades de prevenir o mitigar impactos ambientales adversos. 3. La alta dirección puede abordar eficazmente sus riesgos y oportunidades mediante la integración de la gestión ambiental a sus procesos de negocio, dirección estratégica y toma de decisiones (ISO 14001, 2015).
- En la ISO 14001 en el punto número seis se refiere a la planificación ¿cuáles son los puntos a los que se refiere? R= acciones para abordar los riesgos y oportunidades. Objetivos ambientales y planificación para lograrlos (ISO 14001, 2015).
- Completa de forma correcta la siguiente frase:

La ISO 22000 integra el principio del sistema de _____ y las etapas de aplicación desarrollados por la _____. R= HACCP, Comisión de Codex Alimentarius (ISO 22000, 2018).

- La ISO 22000 en el punto 8.3 *Sistema de rastreabilidad* habla del sistema de trazabilidad y menciona cuáles son los requisitos establecidos por la norma. R= La organización debe establecer y aplicar un sistema de trazabilidad que permita la identificación de los lotes de los productos y su relación con los lotes de materias primas, registros de procesamiento y entrega (ISO 22000, 2018).

Cabe mencionar, que dentro de estas preguntas se integraron algunas de cultura general, lo que hace más dinámico y competitivo el juego.



Configurar la plantilla del juego

Completando las fases anteriores, es posible continuar con la creación y configuración de la plantilla de juego, una actividad en la que se involucran las tecnologías de la información, pues el juego se desarrolla en una presentación de *Power Point* de Microsoft, utilizando la herramienta hipervínculos. Para configurar la plantilla es necesario realizar los pasos que a continuación se mencionan:

- Abra *PowerPoint* de *Microsoft*. En la ventana que aparece, elija la opción “Presentación en blanco” y haga clic en “Aceptar”. En el cuadro de diseño automático, elija el diseño de presentación en blanco y haga clic en “Aceptar”.
- Vaya al menú “Ver” y seleccione “Patrones,” y luego “Patrón de diapositivas”. Vaya al menú “Formato” y seleccione “Antecedentes”. Elija un color de fondo en el menú desplegable y haga clic en “Aplicar a todos”. Cambiar los tipos y tamaños de letras en el patrón de diapositivas, si así lo desea.
- Vaya al menú “Ver” y seleccione “Diapositiva”. Vaya al menú “Insertar” y seleccione “Tabla”. En el menú emergente que aparece, elija cinco columnas y seis filas.
- Escriba un nombre para cada categoría en cada columna de la fila superior. En la fila siguiente, escriba un 10 en cada columna. Escriba 20, 30, 40 y 50 en las filas de abajo.
- Seleccione todo el texto en la tabla. Vaya al menú “Formato” y haga clic en “Párrafo”. Cambiar la justificación a “Centrada”.
- Vaya al menú “Insertar” y haga clic en “Nueva diapositiva”. Escriba una pregunta en esta diapositiva. Añada fotos si lo desea.
- Seleccione una casa. Vaya al menú “Insertar” y haga clic en “Hiperínculo”. En el menú emergente, seleccione “Lugar en este documento.” Seleccione la primera diapositiva, haga clic en “Aceptar”. Esta imagen ahora le permitirá volver a la pantalla principal después de que haya terminado la pregunta.
- Volver a la primera diapositiva. Seleccione el número de puntos que desea para esta pregunta en la categoría adecuada.
- Vaya al menú “Insertar” y haga clic en “Hiperínculo”. En el menú emergente, seleccione “Ubique en este documento”. Haga clic en la diapositiva con la cuestión que acaba de crear, a continuación, haga clic en “Aceptar”.
- Repita los pasos seis a diez para cada pregunta, hasta que todos los valores de puntos en la tabla estén vinculados. Es posible que desee copiar y pegar su pregunta original, entonces después simplemente cambia la pregunta, por lo que no es necesario que le dé formato a la diapositiva y agregar el botón “Atrás” cada vez.
- Vaya al menú “Ver” y seleccione “Slide Show”. Pruebe el juego y haga los ajustes necesarios.



Establecer reglas

- Los equipos serán integrados máximo por seis participantes.



- Deberán haber estado registrados en la clase de Normalización de Sistemas de Gestión.
- Deberán portar las normas para su consulta.
- Para determinar cuál equipo inicia, deberá pasar un representante de cada equipo para que por medio de un juego llamado *piedra, papel o tijera* se determine su número de participación.
- Mostrar el tablero con el valor de cada pregunta.
- Un integrante del equipo según le corresponda en el orden, deberá seleccionar una pregunta diciendo el número fila y columna.
- Se debe pagar al banquero el total de la pregunta elegida.
- Si la respuesta es favorable se le paga el doble de los que cuesta la pregunta.
- Si la respuesta no es favorable no se paga nada.
- Si otro equipo diferente al que eligió la pregunta conoce la respuesta deberá ir con el banquero y pedir robarla, en caso de responder favorable se le paga el valor de la pregunta y si la respuesta no es favorable, se cobra de multa la mitad del valor de la pregunta.
- El equipo cuenta con tres minutos para responder a la pregunta, la cual debe de ser consultada con todos los integrantes.



Preparar aula

El aula debe de tener espacio para treinta participantes, las mesas y sillas se acomodarán estilo U. Para cada equipo se necesita una mesa y seis sillas para cada integrante, al centro de la U se presenta una mesa más en donde se pone el dinero o monedas y de desde ahí el banquero va otorgando el dinero o monedas que ganan.

10.6 RESULTADOS

Esta actividad se realizó en las instalaciones de la División de Ciencias Económico-Administrativas del Campus Guanajuato el día 5 de junio 2019 de 17:00 a 19:00 horas en el aula A501 con una participación de treinta personas, dos personas de apoyo (moderador y banquero).

En tal actividad se cumplió el objetivo afianzando el conocimiento de los sistemas de gestión de una forma interesante y divertida y hasta cierto momento crear un ambiente de estrés sabiéndolo manejar y esto se logró con el apoyo del equipo.

10.7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

Al finalizar la actividad, se pide por equipo que realicen dos actividades:

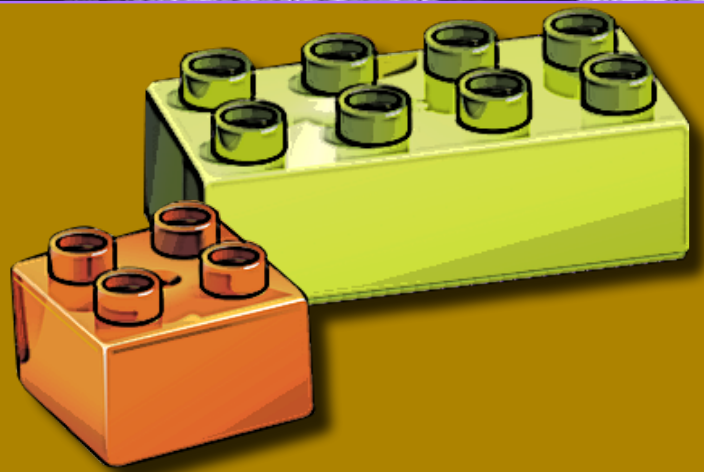


- Implementación de los sistemas de gestión que se abordaron. Se manifiesta la pertinencia de su aplicación en los sectores económicos, destacando la industria automotriz, la industrial textil y los servicios de salud. Se cuestionó a los estudiantes por qué para ellos eran importante estos sectores o por qué se relacionaban con estos sectores y ellos manifestaron que es lo que conocen, están cerca de ellos y lo más importante es porque colaboran en proyectos en los sectores antes mencionados y entonces pueden ver que es factible su aplicación.
- Con relación a la reafirmación del conocimiento se sienten satisfechos ya que tuvieron oportunidad de conocer las tres normas, uso y forma de interpretación. Concluyen que no es necesario saber teóricamente cada norma. Como profesionales de la calidad es importante conocer y dar a conocer que existen sistemas y metodologías que ayudan a la mejora de las organizaciones. La actividad los llevó a valorar lo que tenían en dinero y saber cuánto están dispuestos a dar, ya que hay momentos en que no confiaron en su conocimiento así que no compraban las preguntas más caras para no perder dinero. Quienes decidieron arriesgar manifestaron que era mejor jugar por todo y generar confianza en que podían hacerlo y era sencillo.



CAPÍTULO XI

Estrategia pedagógica:
control estadístico
de un dulce proceso





11.1 PRESENTACIÓN

Dentro del plan de estudios de la Licenciatura en Administración de la Calidad y la Productividad se encuentra la unidad de aprendizaje *Control estadístico de procesos*, cuyo propósito general es que los alumnos desarrollen las competencias de selección y aplicación de cartas de control estadístico y análisis de capacidad de procesos.

Los ítems que se producen a gran escala presentan siempre cierto grado de variabilidad entre sí (por ejemplo, el número de caramelos M&M's® por paquete difiere de un paquete a otro, el volumen de un refresco varía de una lata a otra, el ancho de las puertas de automóviles difiere de una unidad a otra, etc.), por lo que un proceso (de producción, por ejemplo) debe ser monitoreado de forma periódica para poder detectar cambios en la variabilidad del proceso y el producto y determinar si estos se deben a las causas naturales o inherentes al propio proceso, o si pueden atribuirse a causas asignables o especiales.

La identificación oportuna y constante de las causas de la variabilidad, específicamente las asignables, y su eliminación pueden conducir a mantener un proceso bajo control, lo que redundará en conservar un nivel de calidad aceptable o en alcanzar uno mayor, consiguiendo así cumplir con las expectativas de los consumidores o clientes.

“La calidad inversamente proporcional a la variabilidad” (Montgomery, 2004). De acuerdo con la definición anterior, se concluye que, con la reducción de la variabilidad, la calidad se incrementa y viceversa. En este tenor, surge el control estadístico de procesos (CEP) como un conjunto de herramientas estadísticas disponibles para los responsables de la calidad en las organizaciones que puede coadyuvar en el mejoramiento de la calidad de los procesos y productos con base en la reducción de la variabilidad.

Si se desea que un producto cumpla o exceda las expectativas del cliente, generalmente debe ser producido por un proceso que sea estable o repetible. Más precisamente, el proceso debe ser capaz de operar con poca variabilidad alrededor del valor objetivo o nominal de las características de calidad del producto. El CEP es una poderosa colección de herramientas para la resolución de problemas (histograma, hoja de verificación, diagrama de Pareto, diagrama de causa y efecto, diagrama de concentración de defectos,





diagrama de dispersión y cartas de control), útiles para lograr la estabilidad del proceso y mejorar su capacidad mediante la reducción de la variabilidad (Montgomery, 2009).

Una de las herramientas más importantes para el control estadístico de un proceso la constituyen las cartas de control que tienen por finalidad detectar cuándo una variabilidad en el proceso productivo se debe a causas asignables. Una carta de control es una gráfica que permite identificar si un proceso está bajo control (solo se observa variabilidad debida a causas comunes), o si está fuera de control, en cuyo caso debe buscarse la causa asignable que origina la falta de control (Muñoz, 2009).

Una vez que se comprueba que un proceso se encuentra bajo control estadístico, es importante realizar un análisis de la capacidad del proceso para determinar si este es capaz de producir una salida que satisfaga los requisitos de los clientes o consumidores. “El análisis de la capacidad del proceso es un paso básico dentro de cualquier programa de control de calidad. Su objetivo es tratar de analizar hasta qué punto pueden resultar conformes al proyecto los artículos producidos mediante un proceso” (Bertrand *et al.*, 1990).

“En los cursos introductorios de administración de operaciones, uno de los temas cubiertos generalmente es el de CEP. Típicamente, los estudiantes reciben datos y usan estos datos para desarrollar gráficos de control y evaluar la capacidad del proceso” (Gaffney *et al.*, 2007). En atención a lo anterior, y debido a la propia petición de los estudiantes, en este trabajo se pretende aplicar un ejercicio lúdico y activo para el aprendizaje del CEP de una manera amigable. Para ello, se simuló una línea de producción de M&M’s® minis con el objetivo de que los propios estudiantes generaran y recolectaran su propia información del proceso, en lugar de recurrir a un aprendizaje pasivo, y que emplearan dicha información para construir una carta de control. Asimismo, los estudiantes calcularon los estadísticos de capacidad para realizar un análisis de la capacidad del proceso de producción de M&M’s® minis, teniéndose por objetivo que tuvieran una mayor comprensión y entendimiento del fundamento y la aplicación de conceptos importantes como las cartas de control y la capacidad de un proceso. Para la construcción de la carta de control y el análisis de la capacidad del proceso se utilizó el programa Minitab.



11.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATÉGICA PEDAGÓGICA

Objetivo general

El objetivo general de esta lúdica es brindar una experiencia práctica y amigable en el desarrollo de cartas de control y la determinación de la capacidad del proceso a los estudiantes de la Unidad de Aprendizaje de Control Estadístico de Procesos.



Objetivos específicos

- Brindar una experiencia práctica a los estudiantes respecto al muestreo estadístico y la recolección de datos, así como su clasificación en forma de subgrupos para su posterior análisis, mediante la simulación de una línea de producción de M&M's® minis.
- Realizar una carta de control para variables de la información recolectada e interpretarla de modo que los estudiantes logren determinar si el proceso se encuentra bajo control estadístico y que, a través de la definición de calidad que ofrece Montgomery (2004), consigan abonar a la comprensión del concepto y la utilidad de esta herramienta del CEP para la reducción de la variabilidad.
- Mediante un análisis de capacidad determinar si el proceso, una vez verificado bajo control estadístico, es capaz de producir artículos que cumplan con las especificaciones de los consumidores.

11.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales



- Tres recipientes de chocolate con leche M&M's® minis (52 piezas por recipiente). Se requieren por lo menos 50 piezas para formar diez subgrupos de cinco piezas cada uno.
- Mesa didáctica rotatoria octagonal para la simulación de la cadena de producción de M&M's® minis.
- Hoja de recolección de datos (una por estudiante).
- Una bolsa de plástico de tamaño grande para combinar el contenido de los recipientes y así poder obtener una muestra representativa y homogénea.

Talento humano

La lúdica está diseñada para una cantidad de veinticinco participantes como máximo. Todos los estudiantes asumieron el papel de operarios, tomadores de muestra y de analistas de datos. El profesor asume el papel de líder.

Recursos didácticos

- Pizarrón.
- *Laptop*.
- Cañón proyector (*videobeam*).
- Pantallas de proyección.
- Computadoras de escritorio con el programa Minitab instalado para la construcción de las cartas de control y la realización de los análisis de capacidad del proceso.



Recursos locativos

- Laboratorio de aseguramiento de la calidad.
- Sala de computo cinco de la División de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guanajuato.

Tiempo estimado

Para una clase de un máximo de veinticinco alumnos funciona de manera adecuada un tiempo de tres horas.

Competencias de los estudiantes

- Se comunica de manera oral, escrita y digital en español y en una lengua extranjera para ampliar sus redes académicas, sociales y profesionales lo cual le permite adquirir una inserción regional con perspectiva internacional.
- Maneja en forma responsable y ética las tecnologías de la información en sus procesos académicos y profesionales.
- Sustenta una postura personal sobre temas de interés y relevancia general, considerando otros puntos de vista de manera crítica, respetuosa y reflexiva.
- Mantiene una actitud respetuosa hacia la interculturalidad y la diversidad para crear espacios de convivencia humana, académica y profesional y construir sociedades incluyentes.
- Reconoce las habilidades y fortalezas de las personas y, en un ambiente de confianza, propicia la colaboración necesaria para lograr el cumplimiento de metas o proyectos.
- Es un líder innovador y competitivo en la disciplina o campo de su elección, que aprende continuamente sobre sí mismo y sobre nuevos conceptos, procesos y metodologías que le permiten aportar soluciones y tomar decisiones con integridad moral, compromiso social y enfoque de sustentabilidad.
- Desarrolla las técnicas del control estadístico del proceso por variables y de análisis de capacidad, analizando la variabilidad por causas naturales y asignables, con el propósito de tomar decisiones económicas adecuadas acerca de acciones que afectan a los procesos de manufactura y servicios.



11.4 PROCEDIMIENTO

- Organizar a los estudiantes de modo que asuman el papel de un operador de muestreo en la línea de producción simulada de chocolates M&M's® minis.
- Enumerar en forma aleatoria a los estudiantes como operadores del uno al diecisiete (total de alumnos participantes).
- Combinar el contenido de los tres recipientes de M&M's® minis en una bolsa plástica para obtener una población homogénea y de tamaño grande (156 paquetes) para un adecuado proceso de muestreo.



- Colocar los paquetes de M&M's® minis de forma aleatoria en las secciones de la mesa didáctica rotatoria octagonal y encenderla a velocidad de media a alta para simular la línea de producción. Apagar la mesa cuando haya concluido el muestreo.
- A continuación, los diecisiete estudiantes deberán comenzar el muestreo uno por uno de manera espaciada. Tres estudiantes tendrán que repetir el procedimiento de tal manera que se logren muestrear en total veinte subgrupos con cinco paquetes de M&M's® minis cada uno (cien paquetes en total).
- Cada estudiante deberá contar el número de lunetas o chocolates contenidas en cada paquete de M&M's® minis y registrar los resultados de todos sus compañeros en el orden cronológico en el que se tomaron las muestras.
- De manera individual, utilizar el programa Minitab para calcular los límites de control (± 3 sigmas) y los límites de advertencia (± 1 sigmas y ± 2 sigmas) de una carta X-barra, R, y obtener la carta. Cada estudiante deberá interpretar los resultados, y de ser necesario emitir recomendaciones.
- De manera individual, utilizar el programa Minitab para realizar un análisis de capacidad normal y un análisis de capacidad seis en uno (*capability sixpack*). Los estudiantes deberán considerar las especificaciones como los valores de los límites ± 2 sigmas y el valor objetivo como el resultado de la media aritmética. Cada estudiante deberá interpretar los resultados, y de ser necesario emitir recomendaciones.
- Los estudiantes deberán volver a correr el análisis de capacidad con los valores de los límites a ± 3 sigmas como especificaciones y determinar si se observa alguna mejora en la capacidad.
- El profesor proyectará los resultados y de manera grupal, junto con los estudiantes, comentarán los hallazgos, realizarán una retroalimentación y finalmente obtendrán conclusiones acerca del trabajo realizado.



11.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA E IMPLEMENTACIÓN

En la **figura 96** se observa el diagrama de flujo de la estrategia lúdica.

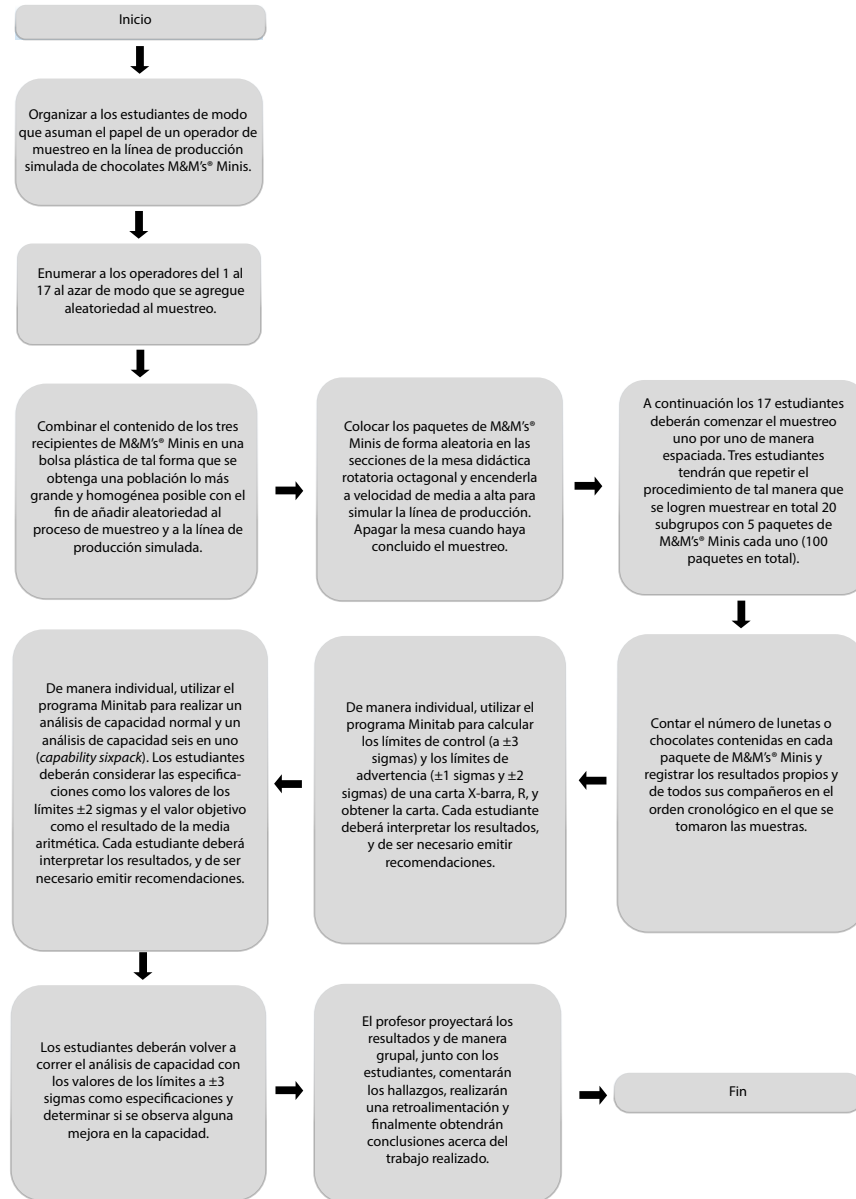


Figura 96. Diagrama de flujo de la estrategia lúdica

Se comenzó la sesión en la Sala de cómputo cinco de la División de Ciencias Económico-Administrativas de la Universidad de Guanajuato comentando a los estudiantes que se llevaría a cabo una experiencia práctica sobre la construcción de una carta de control para variables y un análisis de capacidad para un proceso de producción de M&M's®



minis a simularse en el Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad de la misma división. Se les planteó el escenario sobre la simulación del proceso y se les pidió asumir el papel de operadores para la recolección de las muestras. A continuación, se le asignó un número al azar (**figura 97**) del uno al diecisiete y se les pidió registrar sus nombres y el de sus compañeros en la hoja de recolección de datos que se les otorgó (**tabla 33**).

Tabla 33. Hoja de recolección de datos

Operador	Subgrupo	Paquete 1	Paquete 2	Paquete 3	Paquete 4	Paquete 5
	1					
	2					
	3					
	4					
	5					
	6					
	7					
	8					
	9					
	10					
	11					
	12					
	13					
	14					
	15					
	16					
	17					
	18					
	19					
	20					





Figura 97. Enumeración de los estudiantes como operadores

A continuación, la sesión se trasladó hacia el Laboratorio de Aseguramiento de la Calidad, en donde se pidió a los operadores de muestreo combinar el contenido de tres recipientes de M&M's® minis (52 piezas por recipiente, 156 piezas en total) en una bolsa plástica y agitarla para obtener un lote único lo más grande y homogéneo posible con el fin de añadir aleatoriedad al proceso de muestreo y a la línea de producción simulada (**figura 98**).



Figura 98. Apertura y combinación de los recipientes de M&M's® minis para la formación de un lote único, de mayor tamaño y lo más homogéneo posible

Enseguida se procedió a la colocación de los paquetes de M&M's® minis en las secciones de la mesa didáctica rotatoria octagonal de manera aleatoria, con el inmediato encendido de la misma a velocidad de media a alta para comenzar con la simulación de la línea de producción (**figura 99**).



Figura 99. Colocación de los paquetes de M&M's® minis en las secciones de la mesa rotatoria octagonal y comienzo de la simulación de la cadena de producción

Se prosiguió con el procedimiento de muestreo aleatorio por parte de los operadores. Cada estudiante tomó una muestra de cinco paquetes de M&M's® minis, los cuales conformaban un subgrupo (**figura 100**). Tres estudiantes tuvieron que repetir el muestreo debido a que se debían obtener veinte subgrupos de cinco paquetes cada uno. El muestreo se efectuó de manera espaciada.



Figura 100. Procedimiento de muestreo aleatorio por parte de los operadores para la obtención de veinte subgrupos de cinco

Los estudiantes contaron el número de lunetas o chocolates contenidos en cada paquete muestreado de M&M's® minis y registraron los resultados propios y de todos sus compañeros en la hoja de recolección de datos en el orden cronológico en el que se tomaron las muestras (**figura 101**).



Figura 101. Conteo del contenido de M&M's® minis y recolección de la información

11.6 RESULTADOS

Los datos recolectados en orden cronológico se muestran en la **tabla 34**.

Tabla 34. Contenido de chocolates de 100 paquetes de M&M's® minis agrupados en $k = 20$ subgrupos de tamaño $n = 5$

Subgrupo	Paquete 1	Paquete 2	Paquete 3	Paquete 4	Paquete 5
1	15	17	13	17	16
2	16	14	15	17	15
3	16	15	19	15	17
4	15	15	16	18	16
5	14	16	15	17	15
6	15	17	15	14	15
7	15	16	15	16	15
8	18	15	15	17	16
9	13	16	15	16	18
10	17	16	16	17	15
11	14	14	17	19	16
12	18	18	16	16	14
13	15	17	17	16	16
14	14	16	16	15	15
15	16	14	15	17	15
16	14	15	16	16	16
17	17	17	17	16	16
18	19	13	16	16	15
19	16	19	14	17	15
20	16	16	17	17	16



De manera individual, los estudiantes utilizaron el programa Minitab para calcular los límites de control (± 3 sigmas) y los límites de advertencia (± 1 sigmas y ± 2 sigmas) de una carta X-barra, R, y obtuvieron la carta (**figura 102**).

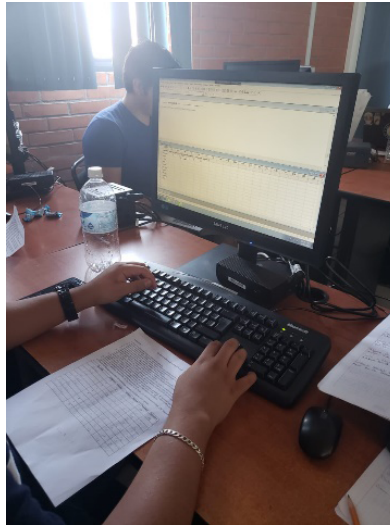


Figura 102. Introducción de los datos recolectados en Minitab para la realización de la carta de control y el análisis de capacidad



El límite superior de control (LSC) resultó de 17.638 chocolates y el límite inferior de control (LIC) de 14.062 chocolates. La media de las medias muestrales (equis doble barra) fue de 15.85 chocolates. Los límites 1-sigma superior e inferior resultaron de 16.446 chocolates y 15.254 chocolates, respectivamente. Los límites 2-sigma superior e inferior resultaron de 17.042 chocolates y 14.658 chocolates, respectivamente. La salida de Minitab con la gráfica de control X-barra, R, se muestra en la **figura 103**.

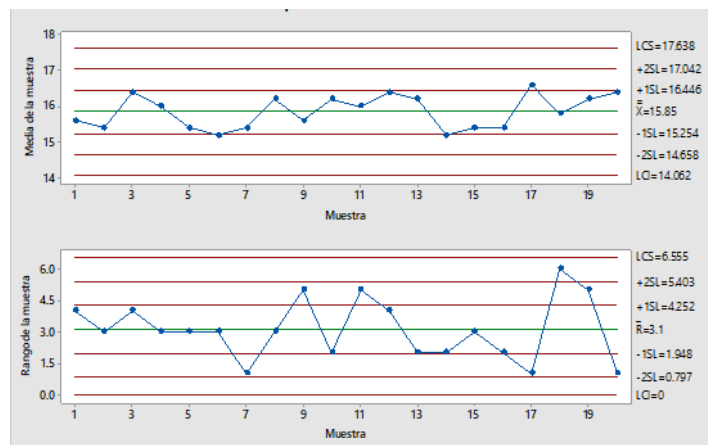


Figura 103. Carta de control Xbarra, R para el proceso de embalaje de M&M's® minis

Posterior a la construcción de la carta de control, los estudiantes utilizaron el programa Minitab para realizar un análisis de capacidad normal y un análisis de capacidad seis



en uno (*capability sixpack*). Se sugirió emplear los límites a ± 2 sigmas como los límites de especificación superior (LES) e inferior (LEI) y como valor objetivo o nominal se consideró el valor de la media de las medias muestrales. La salida de Minitab con el análisis de capacidad normal y el *capability sixpack* para el proceso de embalaje se muestran en las **figuras 104** y **105**, respectivamente.

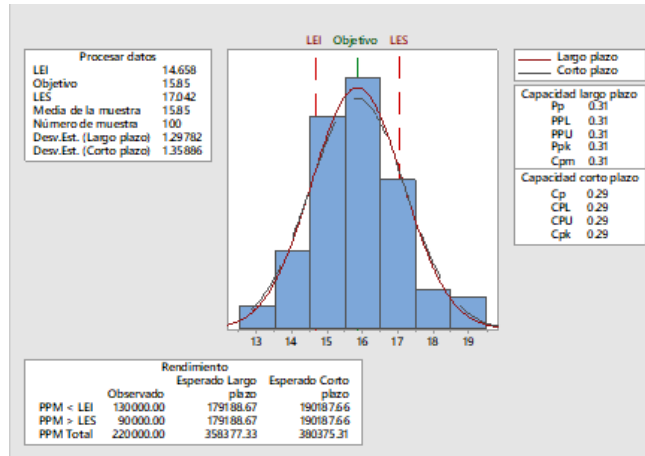


Figura 104. Análisis de capacidad normal para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 2 sigmas como límites de especificación

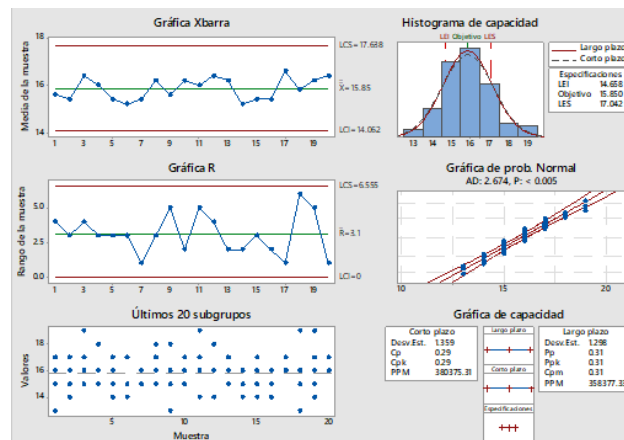


Figura 105. Informe del análisis de capacidad seis en uno para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 2 sigmas como límites de especificación.

Con el objetivo de determinar alguna mejora en la capacidad del proceso de embalaje, los estudiantes, de manera adicional, utilizaron el programa Minitab para realizar un análisis de capacidad normal y un análisis de capacidad seis en uno empleando los límites a ± 3 sigmas como los límites de especificación superior (LES) e inferior (LEI) y como valor objetivo o nominal se consideró el valor de la media de las medias muestrales. La salida de Minitab con el análisis de capacidad normal y el *capability sixpack* para el proceso de embalaje se muestran en las **figuras 106** y **107**, respectivamente.

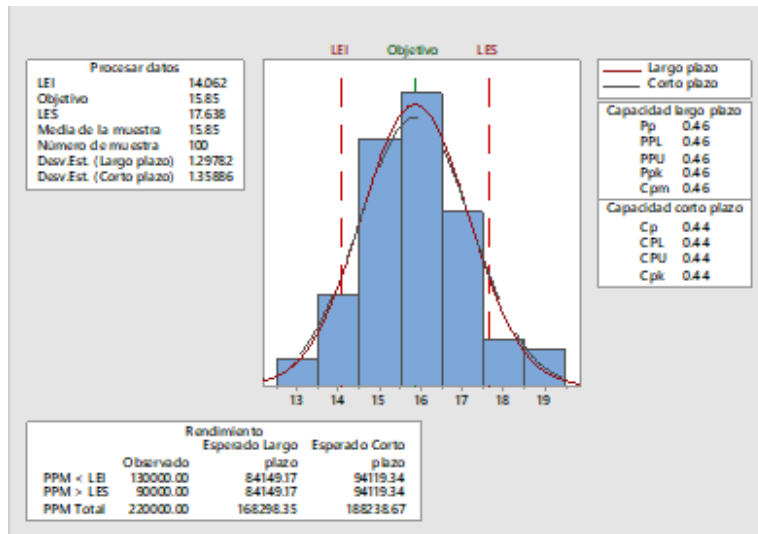


Figura 106. Análisis de capacidad normal para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 3 sigmas como límites de especificación

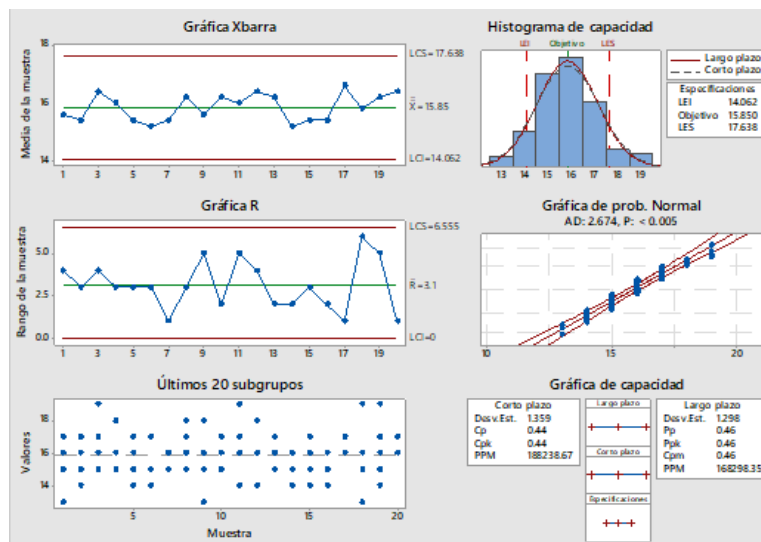


Figura 107. Informe del análisis de capacidad seis en uno para el proceso de embalaje de M&M's® minis empleando los límites a ± 3 sigmas como límites de especificación

Finalmente, el profesor proyectó los resultados y de manera grupal, junto con los estudiantes, comentaron los hallazgos, realizaron una retroalimentación y finalmente obtuvieron conclusiones acerca del trabajo realizado (figura 108).

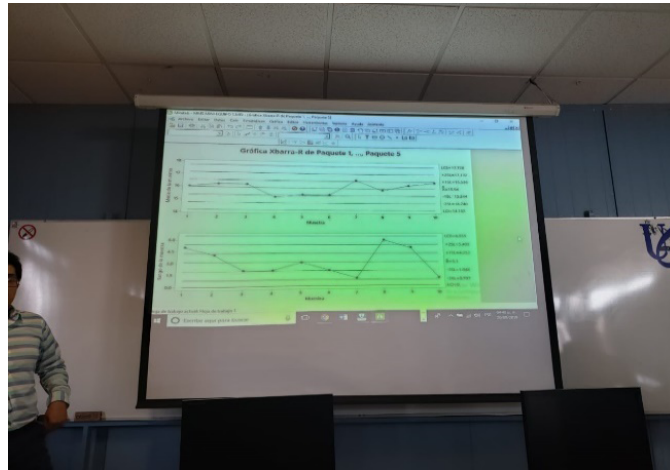


Figura 108. Exposición grupal de los resultados y cierre de la actividad

11.7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

La lúdica inicia con el planteamiento a los estudiantes de un escenario respecto a que imaginaran un proceso industrial, en nuestro caso el de embalaje de paquetes de M&M's® minis. Se les pide que mencionen alguna característica de calidad por la cual un consumidor o cliente potencial pudiera estar interesado, consensando que una característica importante es el contenido de los paquetes de chocolates, dado que demasiada variabilidad entre los paquetes o unidades podría afectar la confianza del cliente. Por tal motivo, se decide trabajar en la investigación de si el proceso de embalaje de paquetes de M&M's® minis se encuentra o no bajo control estadístico y si dicho proceso es capaz de cumplir con las especificaciones del cliente o consumidor.

El muestreo para la construcción de la carta de control para variables se realizó atendiendo la siguiente metodología: “para construir los gráficos de control conviene tomar k muestras (al menos 20) de tamaño n (entre 2 y 6)” (Martín *et al.*, 2007). Específicamente, para la carta de control \bar{X} barra, R , se establece lo siguiente con respecto al tamaño de la muestra y la recolección de datos: “Recolecte un mínimo de 20 subgrupos, (...), el tamaño de la muestra comúnmente se encuentra dos a cinco muestras por subgrupo” (Griffith, 1996). El muestreo se efectuó de manera espaciada atendiendo a las siguientes recomendaciones: “los subgrupos deben estar espaciados, de manera que capturen el funcionamiento del proceso en un periodo suficientemente amplio para conseguir diferentes cambios en el proceso (turnos, lotes, etc.)” (Madrigal, 2007).

Con base en los resultados obtenidos, los estudiantes lograron llegar a un consenso que de acuerdo con la gráfica R y con la salida de Minitab, se puede concluir que la variación del proceso de embalaje de paquetes de M&M's® minis está bajo control estadístico. Ningún punto está fuera de control y todos los puntos se encuentran dentro de los límites de control en un patrón aleatorio. Por otro lado, para la gráfica \bar{X} barra, los alumnos pudieron concluir que el proceso de embalaje de los chocolates se encuentra



bajo control estadístico con respecto a la media. No obstante, pese a que el proceso se encuentra bajo control, no significa que sea capaz, por lo que los estudiantes desarrollaron un análisis de la capacidad del proceso para determinar si este cumplía satisfactoriamente con las especificaciones del cliente. Las especificaciones se consideraron como los límites 2-sigmas y 3-sigmas.

En la salida de Minitab para el análisis de capacidad seis en uno para el proceso de embalaje de paquetes de chocolates con respecto a su contenido, tanto a 2-sigmas como a 3-sigmas como especificaciones, los estudiantes pudieron concluir derivado del análisis de los gráficos de control que el proceso se encuentra bajo control estadístico, no obstante, al observar los resultados para índices de capacidad del proceso puede determinarse que estos son bajos, y como consecuencia, a pesar que el proceso es estable, puede concluirse que este no es capaz de elaborar los paquetes de acuerdo con las especificaciones determinadas por el cliente, por lo que se deben implementar mejoras para reducir la variabilidad en el proceso.

En la salida de Minitab para el análisis de capacidad normal para el proceso, los estudiantes concluyeron que los valores para los índices de capacidad del proceso son prácticamente los mismos a los que se llegó con el análisis de capacidad seis en uno. Los valores de los PPM que se observaron son elevados, lo que refuerza la conclusión que el proceso no es capaz de elaborar la pieza según las especificaciones, por lo que se tendrían que verificar si las especificaciones tan estrictas son necesarias y de no serlo pues modificarlas abriendo el margen de tolerancia, pero por otra parte si es que se requieren habrá que abrir un proyecto de mejora para aumentar la capacidad del proceso.



Con respecto a la utilidad de la unidad de aprendizaje CEP, la mayoría de los estudiantes refieren que es necesario vincular la teoría con la práctica, ya que, en su opinión, un factor que la vuelve descontextualizada con respecto a su licenciatura y genera desinterés es el poco o nulo sentido práctico que los profesores pueden llegar a conferirle. Con base en lo anterior, se sugiere la implementación de estrategias de enseñanza lúdicas para que el alumno tome parte en su propio aprendizaje.

“Aprender haciendo es apropiado para todas las edades. Esto puede contribuir a un entendimiento más profundo. El mejor aprendizaje ocurre cuando los estudiantes pueden recolectar datos por ellos mismos” (Rossi, 2017). En este sentido, la estrategia lúdica de aprendizaje aplicada involucró la recolección de datos reales a partir de la simulación de un proceso de producción de lunetas M&M’s® minis, su procesamiento, su análisis y la presentación de los resultados por parte de los estudiantes.

Como conclusión, puede decirse que mediante la realización de esta lúdica los estudiantes consiguen reforzar conocimientos y asimilar conceptos estadísticos de una manera práctica y lúdica. Puede considerarse que la implementación fue exitosa. Pese a que la evidencia con respecto al éxito obtenido es solo anecdótica, logró convencer respecto a continuar desarrollando este tipo de actividades con el objetivo que los

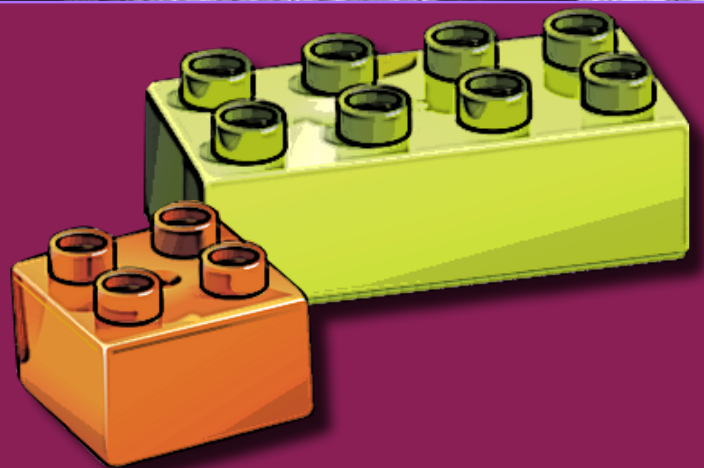


estudiantes obtengan un aprendizaje activo y significativo. Muchos de los estudiantes refieren sentirse satisfechos con el desarrollo de la actividad e incluso hicieron la petición de continuar enseñando el control estadístico de procesos de esta manera, más práctica y amigable. Al finalizar esta experiencia, los estudiantes contaban con una comprensión más clara de la importancia que tiene el realizar un muestreo aleatorio en la industria, la utilidad de las cartas de control para verificar si un proceso se encuentra o no bajo control estadístico, así como el significado de un proceso capaz o no de satisfacer las especificaciones de los consumidores.



CAPÍTULO XII

Estrategia pedagógica:
concurso de captura
de lógica de modelado para
procesos de negocio





12.1 PRESENTACIÓN

En la actualidad, para enfrentar un mercado tan competitivo y obtener ventajas en él, se requiere de un rediseño organizacional. Como resultado de esta necesidad, se ha producido una evolución de una visión jerárquica a una perspectiva de integración en la que la gestión de los procesos de negocio atraviesa los límites funcionales de las organizaciones. La aplicación de las mejores prácticas en el desarrollo de una reorganización por procesos de negocio implica ganancia en agilidad a la atención de oportunidades, flexibilidad para adaptarse al cambio, integración empresarial y mejor aprovechamiento de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC). El enfoque de procesos de negocio redundante a su vez en mayor eficiencia en la toma de decisiones estratégicas para ubicar a la organización en el escenario actual y prepararse para el futuro (Rodríguez y García, 2008).



Un proceso de negocio es una cadena de eventos que se desarrollan para lograr un objetivo o resultado definido. Se encuentra compuesto por un conjunto de actividades realizadas por personas, que llevan una secuencia lógica a través del tiempo que permite el aprendizaje de nuevas competencias y estas aportan ventaja al funcionamiento (valor agregado). De esta forma se genera una visión más integrada de la actividad de la empresa y de la satisfacción de los requerimientos del cliente. Las actividades de un proceso de negocio se relacionan con otras, mediante dependencias de recursos (necesidades entre consumidor y productor) y dependencias de control, esto porque una actividad no se puede iniciar si la que le antecede no ha finalizado (Sanchis, Poler y Ortiz, 2009).

Los procesos de negocio constituyen el ADN de las organizaciones. Estos son el elemento que convierte los lineamientos estratégicos y los requerimientos de los clientes y el entorno en una realidad. Los procesos de negocio, en su concepción natural, son lineales, horizontales, y eso los hace coherentes y ágiles. Las áreas, los departamentos y el trabajo especializado, no. Además de la coherencia y la agilidad, quizá el mayor valor agregado de los procesos es la facilidad para integrarlos en la organización de manera sistémica mediante su alineación con la estrategia, los sistemas de gestión, la tecnología informática y las personas (Sepúlveda, 2009). En la comprensión de un proceso de negocio, (Smith, 2003) distingue tres diferentes características:



- El estado puede ser entendido a través de la ejecución del proceso de negocio, los valores de los cálculos efectuados, la información recopilada y generada por el camino.
- La capacidad puede ser entendida como las actividades que los participantes son capaces de realizar en cualquier momento y las relaciones establecidas entre ellos por medio de las cuales se comunican.
- El diseño puede ser equiparado a las características intencionales del proceso de negocio, lo que se puso en su lugar en la etapa de diseño, antes de que el proceso de negocio fuera puesto en libertad para ejecutarse, para evolucionar y cambiar.

Otro aspecto importante es que los procesos de negocio pueden ir más allá de los límites de la organización, por lo que las compañías deben ser capaces de trabajar en coordinación y crear servicios más allá de sus fronteras organizacionales. Esto involucra a muchas personas con funciones heterogéneas que deben coordinarse, requiere un trabajo en equipo y una participación de todos. En general, se pueden distinguir entre ellos, según su función (Fingar y Smith, 2002):



- Los procesos de negocios estratégicos, que son aquellos que están alineados con la estrategia de la empresa, de forma que una adecuada gestión incidirá directa y fuertemente en la posición competitiva y futura de una organización. Dichos procesos de negocio influyen sobre la mayoría de los demás y afectan la organización en su totalidad. Algunos ejemplos pudieran ser el proceso de formulación estratégica de la organización o el proceso de planificación del presupuesto.
- Los procesos de negocios fundamentales, que son aquellos importantes para la parte operativa de la empresa. Crean el valor de los productos de la empresa de manera que están vinculados directamente con el cumplimiento de las necesidades del cliente o del mercado. Algunos ejemplos pueden ser el proceso de negocio de gestión de pedido, el proceso de negocio de aprovisionamiento o el proceso de negocio de distribución.
- Los procesos de negocio de soporte, que hacen referencia solamente a procesos de negocio que se desarrollan en la organización, apoyando a la consecución de los procesos fundamentales y estratégicos. Ejemplos de este tipo de procesos de negocio pudieran ser el proceso interno de sistemas de información, el proceso de formación de los recursos humanos de la organización, el proceso de negocio de contraloría o el de soporte técnico.
- Los procesos de negocio tienen el potencial para agregar valor a las organizaciones, por lo que se les presta especial atención. Como consecuencia, el modelado de procesos de negocio (*business process modelling*) surge por el interés de lograr la comprensión integrada de los procesos de negocio en las organizaciones para que puedan consolidar sistemas efectivos, eficientes y de valor añadido (Damij *et al.*, 2008).



- El modelado de procesos de negocio es la base para comprender mejor la operación de una organización, documentar y publicar los procesos buscando una estandarización en la organización, procurar eficiencias en la operación e integrar soluciones en arquitecturas orientadas a servicios. Existen diversas técnicas de modelado, con diferentes alcances, dependiendo del objetivo que se busque. La toma de una acertada decisión a la hora de escoger una herramienta de modelado puede ser un factor importante para lograr la calidad del buscado en un proyecto, programa o política organizacional (Damij *et al.*, 2008).

El *Business Process Modelling Notation* (BPMN), es una herramienta gráfica estandarizada para el modelado de procesos de negocio. Surgió por la necesidad de tener un estándar de una técnica de modelado exclusiva para la visión funcional (actividades), ya que existían muchas opciones con alcances diferentes (ejemplo, UML o IDEF0). Tiene un lenguaje sencillo, comprensible, que puede ser utilizado por personal no técnico, particularmente los analistas de negocios y por profesionales de múltiples disciplinas. En la actualidad, el BPMN es la técnica de modelado de procesos de negocio más utilizada y mejor respaldada por la (OMG) *Object Management Group*. En 2007, la sigla BPMN cambia de *Business Process Modeling Notation* a *Business Process Model and Notation*, su versión más actualizada es la 2.0. Se tienen en el mercado diversas opciones de herramientas, por mencionar algunas: *Adonis CE*, *Aris Express*, *Bonita Open Solution*, *Bizagi Modeller*, *Enterprise Architect*, *Intalio* o *Signavio Process Editor* (Mesa Lochmuller y Tabares, 2014).



12.2 OBJETIVOS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA

Objetivo general

La lúdica tiene como objetivo comprender y evaluar la importancia del modelado adecuado de los procesos de negocio mediante la aplicación de la semántica y sintaxis de la técnica de modelado BPM que asegura la correcta captura de la lógica de modelado de los procesos de negocio.

Objetivos específicos

- Describir y analizar ejemplos de procesos de negocio para realizar una serie de ejercicios aplicando el BPMN con la herramienta Bizagi Modeller.
- Asegurar que mediante la aplicación de la sintaxis y la semántica del BPMN se capture la lógica del proceso de negocio.



12.3 MATERIALES Y MÉTODOS

Materiales

Para el desarrollo de esta lúdica se necesita el *software* de *Bizagi Modeller*, *laptops* individuales para los equipos de trabajo, un pizarrón, plumones, borrador y los ejercicios impresos para cada equipo.

Talento humano

Se forman equipos de cuatro a cinco personas, según la disponibilidad de participantes y un moderador de la lúdica, que puede ser el profesor de la asignatura. El moderador se encarga de presentar a los participantes, explicar el desarrollo de la lúdica, medir el tiempo de los ejercicios, promover un ambiente de respeto entre los participantes, resumir las ideas principales de cada ejercicio. Debe evitar acaparar la atención y convertirse en el centro de la lúdica y ser injusto en la asignación de turnos para responder. Para la realización correcta de la lúdica se necesita un mínimo de diez personas y un máximo de treinta personas.



Recursos didácticos

- Pizarrón.
- *Laptop*.
- Videoprojector.
- Pantallas de proyección.
- Computadoras de escritorio con el programa *Bizagi Modeller* instalado para la elaboración de modelos de procesos de negocio en la técnica de modelado Business Process Modelling Notation (BPMN).

Recursos locativos

Aula con conexión de internet.

Tiempo estimado

Se necesitan al menos sesenta minutos para completar la lúdica (máximo dos horas).

Competencias de los estudiantes

Los estudiantes adquirirán la capacidad de modelar los procesos de negocio asegurando una captura de su lógica, con una técnica de modelado estandarizada (BPMN) que permita su análisis posterior y su mejora.



12.4 PROCEDIMIENTO

El moderador realiza una breve descripción del marco teórico relacionado con la visión de procesos de negocio, la importancia de la gestión de procesos de negocio, el modelado de procesos de negocio, las técnicas de modelado y el BPMN. Esta actividad no deberá demorar más de treinta minutos.

A continuación, el moderador realiza una explicación de la lúdica, apuntando sobre el objetivo general y los específicos, explicando el procedimiento que se seguirá con la descripción de cada etapa. Se realiza la formación de los equipos, para cada uno de ellos se dispondrá de una *laptop* con el *software* cargado de *Bizagi Modeller*².

La lúdica se organiza a manera de concurso, el equipo que proporcione mayor número de respuestas positivas ganara el mismo. La recompensa de los ganadores queda a criterio del elaborador de la lúdica, pero tendría que ser algo que motive a la competencia y al aprendizaje. Las reglas se determinan en un inicio:

- Se analiza teóricamente de manera consecutiva los siguientes cinco objetos del lenguaje BPMN: compuerta paralela, compuerta exclusiva basada en datos, compuerta exclusiva basada en eventos, compuerta inclusiva y el evento intermedio de temporización.
- Para cada uno de ellos, se plantean distintas situaciones con ejemplos de un proceso de negocio, en donde se realizará un ejercicio determinado. El objetivo es que con la ayuda de incorporación o modificación de un modelo inicial se capture la lógica del proceso descrito inicialmente. Para ello, se incorpora el objeto BPMN estudiado, se modifican flujos, se cambian otros objetos o lo que sea necesario para tener un modelo final que satisfaga la lógica del proceso de negocio que inicialmente se describió.
- Los equipos trabajan de manera individual y realizan el modelo final del proceso de negocio incorporando las modificaciones necesarias para que refleje la lógica del proceso descrito inicialmente.
- Cuando un equipo tenga su modelo terminado con las modificaciones levanta la mano y tendrá la oportunidad de verificar si su modelo está correcto al mostrárselo al moderador de la lúdica. Si el modelo se encuentra correcto, el moderador asigna un punto al equipo que respondió. En caso contrario, la oportunidad de responder pasará a los equipos restantes, y el turno del equipo habrá terminado y no podrá ayudar a los otros equipos.
- De esta forma sucesiva, se busca la respuesta correcta. Si pasados veinticinco minutos, ningún equipo responde correctamente no se asignan puntos.
- En todos los casos, al final de cada ejercicio se muestra y explica el modelo correcto.
- El equipo ganador será el que tenga mayor número de puntos.



² El *Software* se encuentra gratuitamente en <https://www.bizagi.com/es>



12.5 DESCRIPCIÓN DE LAS ETAPAS DE LA ESTRATEGIA PEDAGÓGICA E IMPLEMENTACIÓN

Descripción detallada de las etapas del procedimiento y de cada objeto BPMN y el planteamiento de los ejercicios.

Compuerta paralela

La compuerta paralela como un elemento de divergencia se utiliza cuando varias actividades pueden hacerse concurrentemente o en paralelo (**figura 109**). Como un elemento de convergencia, permite sincronizar varios caminos paralelos en uno solo. El flujo continúa cuando todos los flujos de secuencia de entrada se hayan cumplido con sus actividades completadas (**figura 110**).

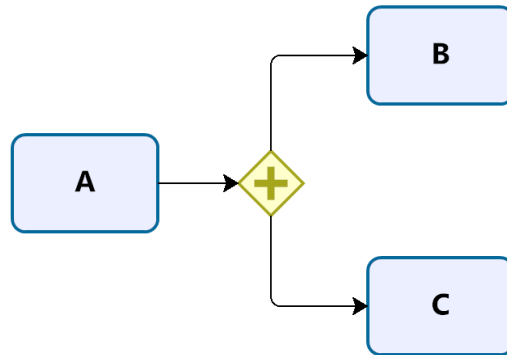


Figura 109. Compuerta paralela como un elemento de convergencia

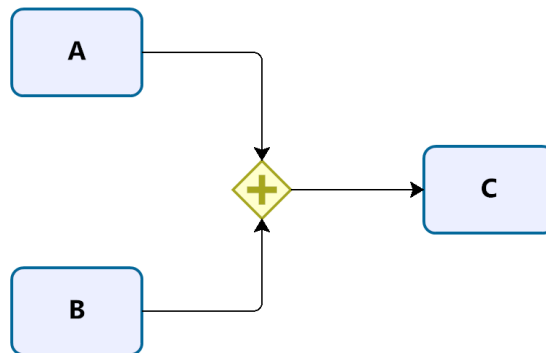


Figura 110. Compuerta paralela como un elemento de divergencia

A continuación, se presenta la descripción del proceso de negocio *proceso de pedido de compra* que se utiliza en este ejercicio:

El proceso se inicia con el registro del pedido por parte del vendedor, luego se continúa con el retiro del producto por parte del área de operaciones y la facturación



del pedido realizado por el área de cartera, una vez realizadas estas actividades el vendedor debe entregar el producto y la factura al cliente.

Después de esta descripción, se muestra el modelo en BPMN inicial (**figura 111**). Se plantea el ejercicio con la siguiente pregunta: ¿Qué se tiene que modificar en el modelo para capturar la lógica del proceso? Se solicita la modificación del modelo haciéndolo en *Bizagi Modeller*.

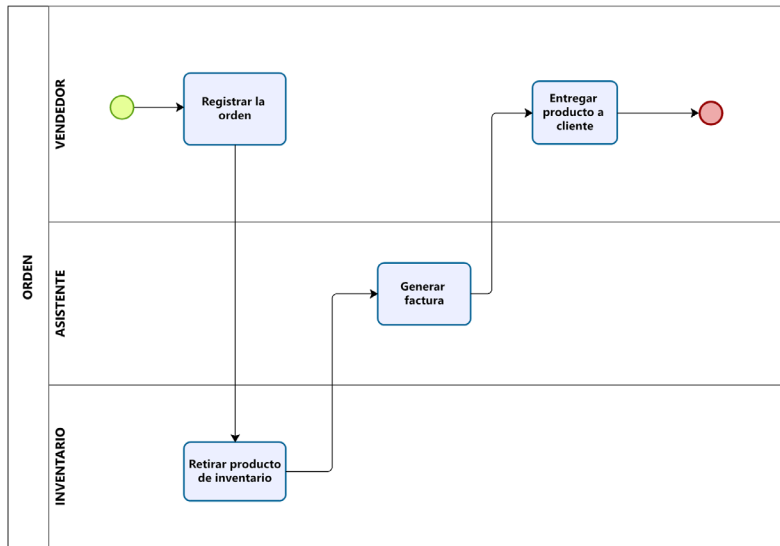


Figura 111. Modelo inicial del ejercicio de la compuerta paralela

Compuerta exclusiva basada en datos

La compuerta exclusiva basada en datos se utiliza como elemento de divergencia cuando solo una ruta puede ser seleccionada de varias disponibles. Para seleccionarla, es necesario evaluar una condición de negocio para realizar la toma de decisiones (**figura 112**). Como un elemento de convergencia, es usada para unir caminos excluyentes (**figura 113**).

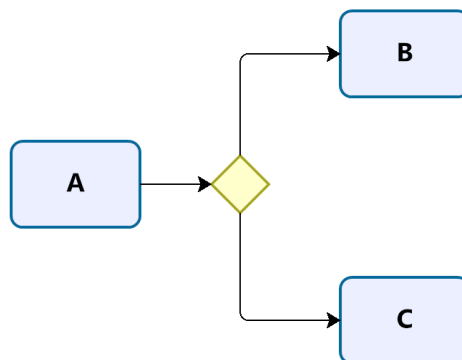


Figura 112. Compuerta exclusiva basada en datos como un elemento de convergencia

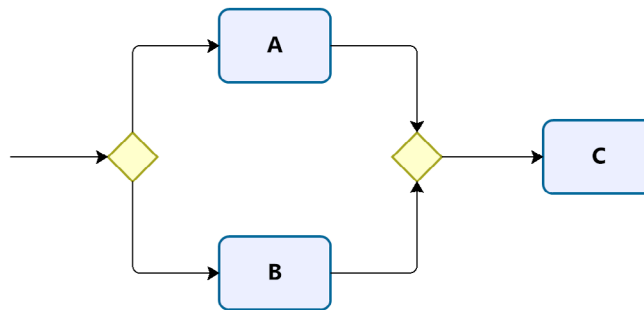


Figura 113. Compuerta exclusiva basada en datos como un elemento de divergencia

Después de esto, se presenta la descripción del proceso de negocio *proceso de solicitud de material* que se propone para este ejercicio:

Para fabricar una orden de producción es necesario solicitar materia prima. Si el material es muy costoso o inusual, el jefe de producción debe aprobar la solicitud. Es posible que en el momento de retirar el material del inventario no haya la cantidad necesaria para suplir la solicitud por lo que es preciso realizar una orden para el proveedor.



Después de esta descripción, se muestra el modelo correspondiente en BPMN inicial (**figura 114**). Se plantea el ejercicio con la siguiente pregunta: ¿Qué se tiene que modificar en el modelo para capturar la lógica del proceso? Se solicita realizar la modificación del modelo haciéndolo en *Bizagi Modeller*.

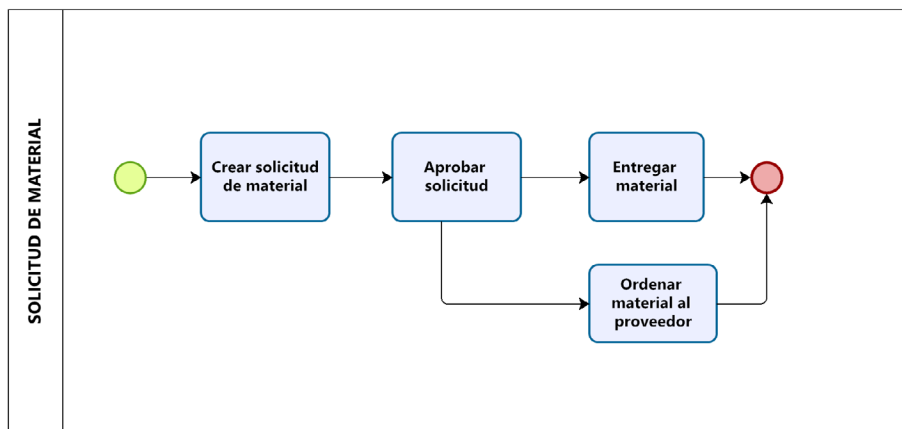


Figura 114. Modelo inicial del ejercicio de la compuerta exclusiva basada en datos

Compuerta exclusiva basada en eventos

La compuerta exclusiva basada en eventos representa un punto en el flujo del proceso en el que uno solo de los caminos habilitados debe ser seleccionado. La diferencia entre esta compuerta y la compuerta exclusiva basada en datos es que la decisión en este



caso no se toma de forma explícita (**figura 115**). Esta compuerta solo se puede utilizar como elemento de divergencia.

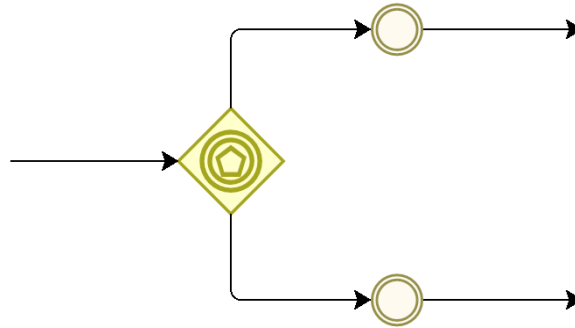


Figura 115. Compuerta exclusiva basada en eventos

A continuación, se presenta la descripción del proceso de negocio *proceso de solicitud de crédito* que se utiliza en este ejercicio:

Cuando un cliente realiza la solicitud de un crédito, el banco debe pedir algunos documentos. Si el cliente no trae los documentos dentro de los primeros cinco días es necesario contactarlo y decidir si el proceso continuará. Si el cliente decide no continuar con la solicitud, no se deben esperar los documentos y el proceso debe terminar. Por otro lado, si el cliente entrega los documentos solicitados, no es necesario contactarlo, se verifican los documentos entrega y el proceso finaliza.



Después de esta descripción, se muestra el modelo correspondiente en BPMN inicial (**figura 116**). Se plantea el ejercicio con las siguientes preguntas: ¿Cuál es el problema con la compuerta paralela diagramada? ¿Qué cambios se tiene que hacer en el modelo para capturar la lógica del proceso? Se solicita realizar la modificación del modelo haciéndolo en *Bizagi Modeller*.

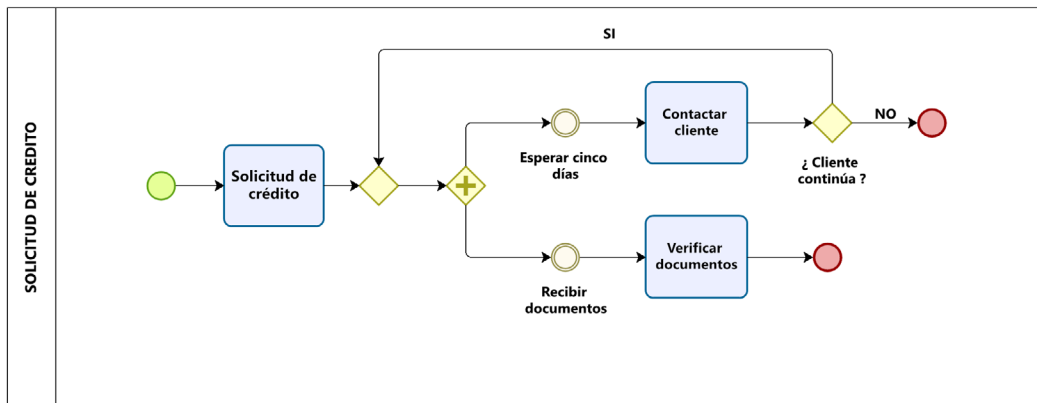


Figura 116. Modelo inicial del ejercicio de la compuerta exclusiva basada en eventos



Compuerta inclusiva

La compuerta inclusiva, como un elemento de divergencia se utiliza cuando en un punto se activan uno o varios caminos, mediante una decisión basada en datos del sistema (**figura 117**). Como un elemento de convergencia, se utiliza para sincronizar caminos activados previamente por una compuerta inclusiva divergente (**figura 118**).

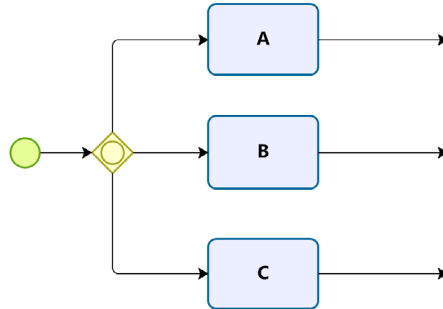


Figura 117. Compuerta inclusiva como un elemento de convergencia

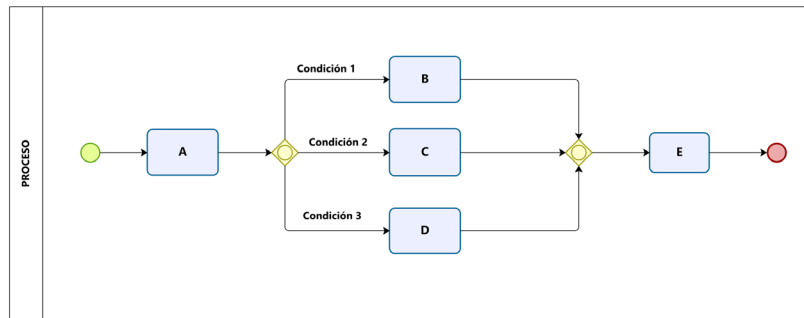


Figura 118. Compuerta inclusiva como un elemento de divergencia

Posteriormente, se presenta la correspondiente descripción del proceso de negocio *proceso de solicitud de campaña publicitaria* que se utiliza en este ejercicio:

Para la preparación de una campaña de publicidad, la agencia necesita conocer el presupuesto, los medios donde se realizará la campaña y los objetivos de esta. Una vez recibida la solicitud, el gerente de cuenta asigna los responsables de la campaña, se hace una propuesta general de la campaña para presentar al cliente.

Después de esta descripción, se muestra el modelo en BPMN inicial (**figura 119**). Se plantea el ejercicio con las siguientes preguntas: ¿Cuál es el problema con la compuerta usada? ¿Qué más hace falta? ¿Qué cambios se tienen que hacer para capturar la lógica del proceso? Se solicita la modificación del modelo haciéndolo en *Bizagi Modeller*.



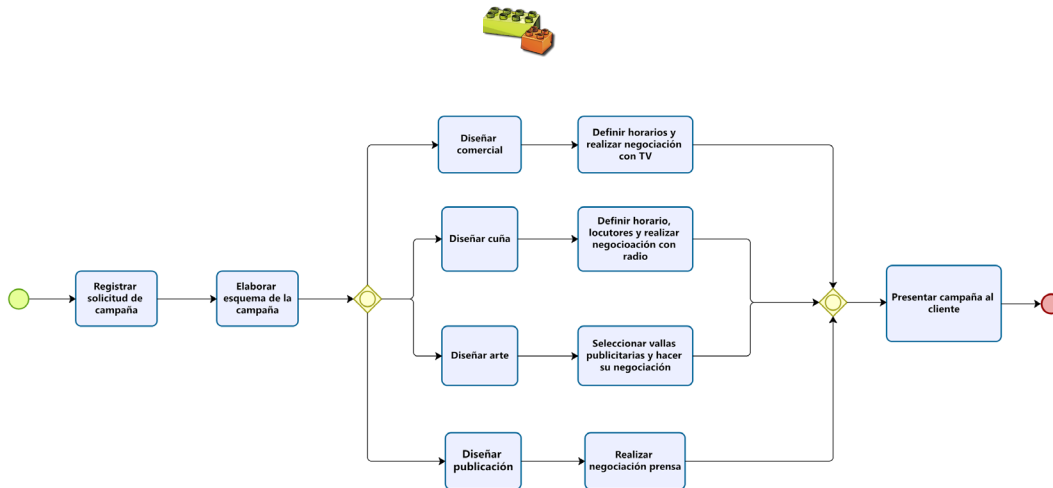


Figura 119. Modelo inicial del ejercicio de la compuerta inclusiva

Evento intermedio de temporización

Un evento es algo que ocurre en el marco de un proceso y que tiene un impacto en su flujo. Usualmente tiene una causa (disparador) y un resultado (impacto). Los eventos pueden ser iniciales, intermedios y finales. Hay dos tipos de eventos intermedios: los eventos disparadores (inician una acción) y los receptores (esperan a que ocurra una acción). Adicionalmente, algunos de los eventos pueden comportarse como eventos interruptores (cancelan una actividad) o no interruptores. Existen varios tipos de eventos intermedios, entre ellos se encuentran los eventos intermedios de temporización. Estos eventos indican un retardo en el proceso o una restricción de tiempo si se encuentra adherido a una tarea.

A continuación, se presenta la correspondiente descripción del proceso de negocio *proceso de quejas y reclamos* que se usa en este ejercicio:

En un proceso de quejas y reclamos, el cliente debe de proporcionar la documentación de soporte. Una vez registrada la queja, se le indica al cliente la documentación necesaria para continuar. Con la documentación, se analiza la queja y de acuerdo con esto se toman las acciones necesarias para finalmente informarle al cliente la solución de la reclamación. Si al cabo de un tiempo el cliente no se presenta con la documentación la queja es archivada. El cliente debe ser contactado por teléfono antes de que la queja sea archivada. Resultado de esto: i) la queja será archivada si el cliente dice que no está interesado en ella; ii) el cliente puede pedir más tiempo para entregar la documentación; por lo que el evento de recibir la documentación es retrasado hasta la fecha acordada con el cliente; iii) si el cliente no es localizado, se debe volver a llamar dentro de dos días.

Después de esta descripción, se muestra el modelo en BPMN inicial (**figura 120**). Se plantea el ejercicio con las siguientes preguntas: ¿El modelo es correcto? ¿Qué cambios se tienen que hacer para capturar la lógica del proceso? Se solicita la modificación del modelo haciéndolo en *Bizagi Modeller*.



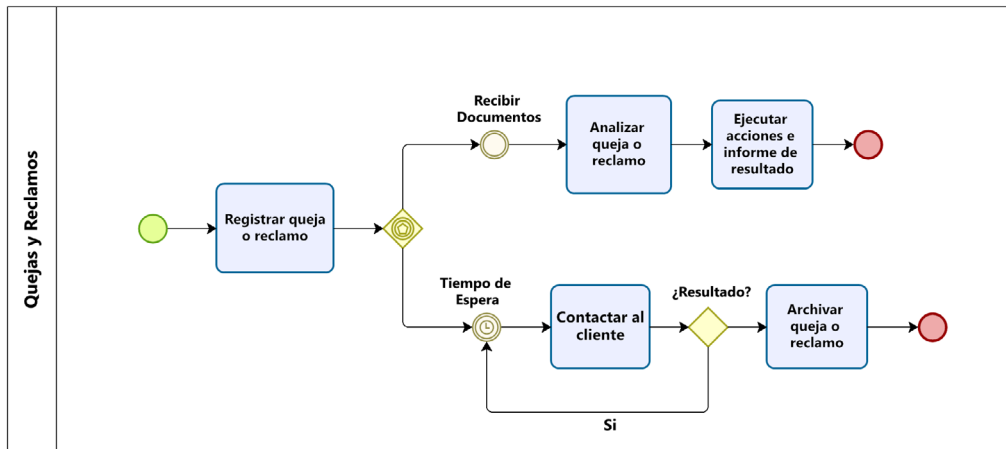


Figura 120. Modelo inicial del ejercicio del evento intermedio de temporización

Cómputo final

Finalmente, se realiza el cómputo de los puntos obtenidos por cada equipo y se determina el ganador de la lúdica. Opcionalmente se puede determinar algún tipo de recompensa para el equipo ganador, que puede ser informada al inicio o al final para motivar a los participantes de forma que beneficie el impacto psicológico de la lúdica de forma positiva.



12.6 RESULTADOS

Como un ejercicio final de retroalimentación, se plantean algunas preguntas de reflexión para evaluar los resultados de la propia lúdica y el grado de competencia adquirida:

- ¿Cuál considera la importancia de la captura de lógica de los procesos para el modelado?
- Explique cómo el uso de una técnica de modelado estandarizada (BPMN) ayuda al modelado correcto de los procesos de negocio
- ¿Considera que el uso de estrategias lúdicas beneficia el proceso enseñanza-aprendizaje? Si es así, explique ¿De qué manera?

12.7 DISCUSIÓN Y CONCLUSIONES

El desarrollo de la lúdica a través de una competencia en distintas fases ayuda a despertar el interés en el modelado de procesos de negocio y a considerar la importancia del correcto modelado de procesos. La realización de esta actividad significó una gran oportunidad de mejorar las habilidades y capacidades de captura de la lógica de los procesos reales en un diagrama representado en un lenguaje estándar (BPMN) de forma tal que, mediante el análisis de este proceso diagramado correcta y adecuadamente,

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas



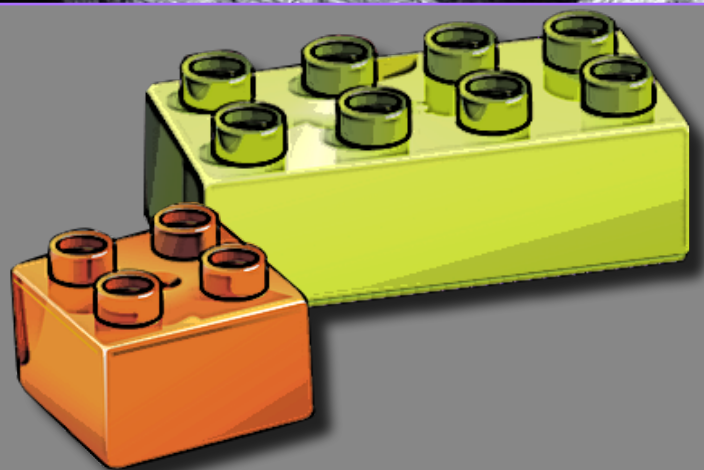
tenga una mayor oportunidad de localizar áreas de oportunidad, completar la mejora del proceso y que, aplicado de manera constante, produzca su mejora continua.





CAPÍTULO XIII

Resultados





Los procesos de educación en ingeniería han tenido un proceso de transformación que ha ido de una metodología de enseñanza tradicional hacia prácticas pedagógicas de aprendizaje activo en las que el estudiante tiene mayor participación en su proceso de aprendizaje.

Es así como los resultados desarrollados se orientarán a tratar de dar respuesta a la problemática o pregunta origen del proyecto de investigación del cual se deriva este trabajo: ¿Cómo desarrollar una propuesta pedagógica donde los estudiantes conozcan y apliquen elementos importantes para la productividad a través del juego?

Para esto, se construye la **tabla 35**, en donde se desarrollarán y se presentarán de acuerdo con lo planteado en la sección de materiales y métodos, los resultados en cuanto a los beneficios de la lúdica como estrategia pedagógica y los conceptos de productividad aprendidos de cada uno de los doce subtítulos en los que se abordan las lúdicas como estrategias pedagógicas de aprendizaje constructivo. Cada concepto de productividad muestra cómo la pedagogía en los diferentes niveles de formación aporta al logro de competencias para fortalecer de manera práctica el aprendizaje y las competencias académicas de quienes las ejecutan.

Tabla 35. Resultados finales de la propuesta pedagógica



Estrategia pedagógica	Beneficios de la lúdica como estrategia pedagógica	Conceptos de productividad aprendidos
1. Calidad con <i>Ringo Toy</i> .	Los ejercicios de estandarización representan un escenario de aprendizaje sobre el concepto de calidad, de esta forma con esta estrategia pedagógica los participantes se apropian de conceptos orientados a incrementar los niveles de productividad gracias a los POE.	<ul style="list-style-type: none"> • Calidad. • Procedimientos operativos estandarizados (POE). • Productividad. • Estandarización.
2. Sistemas de producción.	Este ejercicio práctico invita a los estudiantes a la aplicación de los principales conceptos relacionados con los sistemas de producción y la integración de estos con conocimientos adquiridos en otras áreas que afectan directamente la eficiencia del sistema, con el fin de generar estrategias para la mejora continua de los procesos. Entre los principales conocimientos que se pueden aplicar en este ejercicio podemos reconocer los siguientes criterios de calidad: estudios de métodos y tiempos, balanceo de líneas de producción, capacidad de procesos, estandarización de procesos productivos, gestión de proyectos y diseño y desarrollo de productos y procesos entre otros.	<ul style="list-style-type: none"> • Sistemas de producción. • Métodos y tiempos. • Balanceo de líneas. • Criterios de calidad. • Estandarización de procesos.
3. Mejora de métodos y tiempos en líneas de producción de alimentos.	Esta lúdica hace énfasis en algunas técnicas del estudio de métodos y tiempos, pues ellas son un elemento clave en la formación de habilidades de futuros ingenieros, con su apropiación, se desarrollan diferentes competencias cognitivas que apoyarán su desempeño en la gestión de la cadena productiva.	<ul style="list-style-type: none"> • Métodos y tiempos. • Líneas de producción. • Mejora de métodos. • Tiempo estándar. • Módulo por producto.

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas



Estrategia pedagógica	Beneficios de la lúdica como estrategia pedagógica	Conceptos de productividad aprendidos
4. Aplicación del método <i>Chaku-Chaku</i> en un proceso productivo.	En método <i>Chaku-Chaku</i> se aplicó como estrategia lúdico-pedagógica y permitió reconocer las características, ventajas y dificultades del método, dando respuesta a la optimización de los procesos productivos, mediante mejoras en la calidad, disminución de costos, satisfacción de los clientes y mejoramiento de la competitividad a través de la optimización continua en los puestos de trabajo.	<ul style="list-style-type: none"> • Método <i>Chaku-Chaku</i>. • Mejora continua. • Procesos productivos. • Calidad. • Competitividad.
5. Generando valor.	Todo proceso debe generar valor tanto para la organización como para el cliente, mediante el producto que se oferta. El producto adquiere valor operativo en sus características de calidad, transformación, empaque, embalaje, mientras transita por las operaciones; por tal motivo, es necesario que la organización se fundamente en la cultura de mejoramiento e innovación, así como en la estructura, para gestionar sus procesos, de manera que se disminuyan los costos y aumente el valor del producto, económicamente y en satisfacción al cliente.	<ul style="list-style-type: none"> • Cultura organizacional. • Estructura. • Productividad. • Valor operativo.
6. El efecto látigo en la manufactura inteligente.	La lúdica permite comprender el concepto de efecto látigo aplicado en la manufactura inteligente de una forma práctica a partir de la estrategia pedagógica empleada.	<ul style="list-style-type: none"> • Efecto látigo. • Manufactura inteligente. • Cadena de suministro.
7. Sistema de <i>Picking</i>	Las actividades de <i>Picking</i> son uno de los rubros más costosos dentro de las operaciones llevadas a cabo en un almacén o centro de distribución, y esto se da porque es la operación más laboriosa, intensa y repetitiva y que a su vez es un trabajo que depende de muchas personas y muchas horas de trabajo, por tanto, debe tratar de optimizar los métodos y las rutas de <i>Picking</i> minimizando tiempos y recorridos. En esta lúdica se pretende que el estudiante pueda entender la importancia y la aplicación de un sistema estructurado de <i>Picking</i> para la preparación de pedidos dentro de un centro de distribución y el impacto en el cumplimiento a los clientes.	<ul style="list-style-type: none"> • <i>Picking</i>. • Almacenamiento. • Centro de distribución. • Preparación de pedidos.
8. El rompecabezas del almacén logístico.	Permite comprender los conceptos de distribución en planta de un almacén logístico a partir de distribuciones teóricas y la generación de nuevas propuestas.	<ul style="list-style-type: none"> • Logística. • <i>Layout</i>. • Almacenamiento. • CEDI.
9. Simulación y propuesta de mejora <i>Lean Healthcare</i> .	Esta lúdica representa un ejemplo claro de la problemática en salud para los usuarios del sistema en Colombia. Con el uso de las herramientas clásicas de la ingeniería industrial, programación de operaciones de servicio y gestión de la calidad, mejoradas a partir de la modelación de procesos como tópicos de industria 4.0 se logran reducir los tiempos las filas y aumentar el nivel de servicio de en los procesos simulados.	<ul style="list-style-type: none"> • Programación de servicios. • Atención a usuarios. • Gestión de la calidad. • Sector salud.

Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas

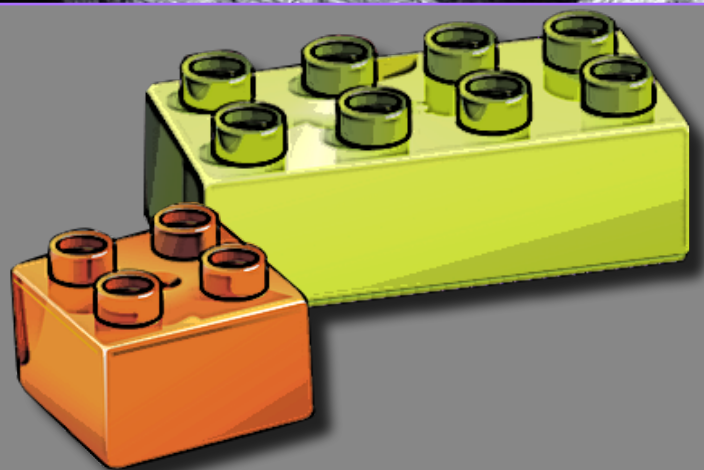


Estrategia pedagógica	Beneficios de la lúdica como estrategia pedagógica	Conceptos de productividad aprendidos
10. Invierte en la banca de tus conocimientos.	Esta actividad, permite reforzar los conocimientos normativos de los participantes, mediante el estudio y comprensión de normas internacionales de la familia ISO, lo que permite mejorar su rendimiento académico y coadyuvar en su desarrollo profesional.	<ul style="list-style-type: none"> • ISO. • Normatividad. • Sistemas de gestión.
11. Control estadístico de un dulce proceso.	Mantener un proceso industrial o de servicio bajo control estadístico, así como asegurar que este opera a su total capacidad de generar productos conformes puede redituar en conservar un nivel de calidad aceptable o en alcanzar uno mayor, consiguiendo así cumplir con las expectativas de los consumidores o clientes. A través de esta lúdica los estudiantes simularán una línea de producción con el objetivo de recolectar datos de un proceso para determinar si este se encuentra bajo control estadístico y si es capaz de producir artículos que cumplan con las especificaciones de los consumidores.	<ul style="list-style-type: none"> • Control estadístico de procesos. • Carta de control. • Capacidad del proceso. • Calidad.
12. Concurso de captura de lógica de modelado para procesos de negocio.	La lúdica tiene como objetivo comprender y evaluar la importancia del modelado adecuado de los procesos de negocio mediante la aplicación de la semántica y sintaxis de la técnica de modelado BPM que asegura la correcta captura de la lógica de modelado de los procesos de negocio.	<ul style="list-style-type: none"> • Gestión de procesos de negocio. • Modelado de procesos de negocios (BPM). • <i>Key Performance Indicator</i>.



CAPÍTULO XIV

Discusión y conclusiones





Como ejercicio final de discusión y análisis, se busca orientar las conclusiones en cuatro aspectos que se detallarán a continuación

- Desarrollo de lúdicas orientadas al fortalecimiento de temáticas de productividad. Los resultados de la aplicación de lúdicas expuestos por Marín *et al.* (2010) le permitieron concluir que el uso de la lúdica como apoyo a la clase magistral tradicional tuvo una influencia positiva en la mejora del rendimiento académico de los estudiantes de Ingeniería Industrial de la Universidad de Córdoba. Para el caso de las doce estrategias pedagógicas propuestas por las IES pertenecientes a la Redprod, los ejercicios de productividad representan casos aplicados de herramientas teóricas con el fin de promover en la práctica vocaciones ingenieriles y criterios para la toma de decisiones, la articulación de contextos prácticos fortalece y complementan de forma gradual la formación que se adquiere en durante el plan curricular de los estudiantes.
- Fortalecimiento del trabajo en red. Gracias a este ejercicio, los estudiantes y participantes además pueden interactuar y hacer *feedback* de formación de las diferentes IES a las cuales pertenecen, este tipo de escenarios permite ratificar el cumplimiento de los objetivos trazados por la Redprod, gracias al intercambio de experiencias como elemento clave para el desarrollo de la formación, la investigación, la extensión, la vinculación y la proyección institucional en beneficio la productividad como concepto académico y empresarial.
- Valoración de los participantes respecto a las temáticas abordadas en las lúdicas desarrolladas. Al finalizar cada estrategia pedagógica, se realizó una evaluación que permitiera valorar los aprendizajes adquiridos, los niveles de realidad, diversión y simplicidad en la ejecución percibidas por quienes desarrollaron cada una de las lúdicas. Los resultados muestran que los participantes califican con un 92,2 % en nivel Alto a la realidad percibida de las estrategias pedagógicas. En cuanto al grado de diversión, las lúdicas fueron calificadas de Excelentes en un 72,8 %. Finalmente, en cuanto al grado de simplicidad para el desarrollo de las lúdicas, fueron calificadas como Alto en un 53,8 %. Se puede concluir que existen percepciones positivas en cuanto a la realidad evidenciada con las prácticas lúdicas, al igual que la diversión como elemento diferenciador, sin embargo, se puede fortalecer la forma de realización en grado de simpleza o construcción de instrucciones claras para el desarrollo exitoso de cada estrategia pedagógica.
- Evidencias del aprendizaje por fuera de las aulas de clase a través de estrategias dinámicas y creativas orientadas al logro de resultados y metas.



A continuación, se presenta una síntesis de los aprendizajes adquiridos a través de cada una de las doce lúdicas desarrolladas como estrategias pedagógicas.



Estrategia pedagógica 1. Calidad con *Ringo Toy*

- Trabajo en equipo.
- Interpretación.
- Integralidad.

Estrategia pedagógica 2. Sistemas de producción

- Trabajo en equipo.
- Métodos y tiempos.
- Toma de decisiones y solución de problemas.
- Aplicación de herramientas de ingeniería.
- Sistemas de producción y balanceo de líneas.
- Mejoras en los procesos.

Estrategia pedagógica 3. Mejora de métodos y tiempos en líneas de producción de alimentos

- Proceso.
- Metodología de trabajo.
- Tiempos de operación.
- Restricciones.



Estrategia pedagógica 4. Aplicación del método *Chaku-Chaku* en un proceso productivo

- Afianzar y aclarar el conocimiento.
- Eliminación de cuellos de botella y tiempos muertos.
- La importancia de la polivalencia.
- Nuevos sistemas de trabajo.
- Trabajo en equipo.
- Reforzar conocimientos.
- Capacidad de escucha.
- Manejo de tiempo.
- Manejo de actividades.
- Trabajo individual.
- Concentración.
- Agilidad.



Estrategia pedagógica 5. Generando valor

- Ser más productivo.
- La competitividad está dada por la estrategia y la productividad.
- Diferentes y operativas en las empresas.
- Pensar de manera sistemática.
- Triángulo de la productividad, aplicaciones tácticas, estratégicas
- Importancia de la filosofía de las empresas.
- Generación de valor.
- Falencias por medio del juego.
- Trabajo en equipo.

Estrategia pedagógica 6. El efecto látigo en la manufactura inteligente

- Efecto látigo.
- Importancia de la comunicación en la industria.
- Sistemas de manejo empresarial.
- Estrategias para el manejo de los tiempos de entrega.



Estrategia pedagógica 7. Sistema de *Picking*

- Concepto de *Picking*.
- Problemas en una bodega.
- Estrategias para solucionar problemas.
- Distribución en planta.
- Importancia de la señalización.
- Comprender a los trabajadores encargados de este proceso.
- Trabajo en equipo.
- Identificar problemas.
- Organización.
- Concentración.
- Manejo óptimo de las estanterías.
- Cómo desarrollar mis habilidades.
- Trabajar de forma segura.
- Forma de almacenar los productos.
- Distintos tipos de logística.



Estrategia pedagógica 8. El rompecabezas del almacén logístico

- Manejo de distribución.
- Trabajo en equipo.
- Participación.
- Analizar procesos logísticos.
- Tipos de distribución.
- Conocimiento básico de la distribución en planta.
- Economía en procesos productivos.
- Integración en espacios.
- Eficacia del almacenamiento.
- Compartir ideas y socializar.
- Desarrollo del pensamiento crítico.
- Las diferencias de *Layout*.

Estrategia pedagógica 9. Simulación y propuesta de mejora *Lean Healthcare*



- Modelo de turnos, relaciones Sócrates.
- Las no conformidades (acción correctiva), la información es la base del éxito en las organizaciones.
- Cómo el ERP mejora los procesos, los problemas en la IPS.
- Conocer más a fondo cómo funciona un proyecto.
- Conocer más a fondo sobre los servicios.
- Acciones de mejora.
- Todas las posibles soluciones deben ser cuantificables y cualificables.
- Alternativas a la hora de atender al cliente, cómo identificar las no conformidades.
- Importancia de la atención al usuario, la importancia de *Lean* en el sector de salud.
- ¿Qué es *Lean Healthcare*?
- Herramientas de *Lean Healthcare*, cómo se pueden implementar herramientas de *software* en las IPS-EPS.

Estrategia pedagógica 10. Invierte en la banca de tus conocimientos

- Trabajo en equipo.
- Reforzar el conocimiento de las normas.
- El valor de conocer documentos técnicos y su aplicación.
- Fomentar el espíritu de competitividad.
- Socializar una idea y llegar a un punto en común.
- Dar el mayor esfuerzo por medio del incentivo.



Estrategia pedagógica 11. Control estadístico de un dulce proceso

- Muestreo aleatorio simple.
- Control estadístico de procesos.
- Obtención e interpretación de cartas de control para variables.
- Análisis de la capacidad de un proceso.
- Trabajo en equipo.
- Trabajo individual.
- Manejo de *software* estadístico.

Estrategia pedagógica 12. Concurso de captura de lógica de modelado para procesos de negocio

- Trabajo en equipo.
- Análisis de procesos de negocio.
- Modelado de procesos de negocio en BPMN.
- Razonamiento correcto para la captura de la lógica de un proceso de negocio.
- Manejo del *software Bigazi Modeller*.





REFERENCIAS

- Administración Nacional de Medicamentos, Alimentos y Tecnología Médica. ANMAT. (2016). *Procedimientos operativos estandarizados*. Recuperado de http://www.anmat.gov.ar/portafolio_educativo/pdf/cap6.pdf
- Atún, J. (2007). *Administración de la cadena de suministros: Supply Chain Administration. Virtual pro*. Recuperado de <https://www.revistavirtualpro.com/biblioteca/administracion-de-la-cadena-de-suministros>.
- Barbosa-Guerrero, L. y Cortés-Cortés, J. (2020). Modelo para la medición de la productividad de la industria automotriz en Colombia. *Apuntes Contables*, 25(1), 25-36.
- Basco, A. et al. (2018). *Industria 4.0: fabricando el futuro*. Buenos Aires: Banco Interamericano de Desarrollo.
- Bassani, R. (2018). Gamification with Lego in Higher Education: Experience in the Course of Logistic Distribution. En *Learning and Collaboration Technologies* (pp. 211-224). Springer.
- Becerra, F. (2008). *Gestión de la producción: una aproximación conceptual*. Manizales: Universidad Nacional de Colombia.
- Bertrand, L. y Prabhakar, M. (1990). *Control de calidad: teoría y aplicaciones*. Madrid: Díaz de Santos.
- Bohórquez, N. et al. (2020). *Diez lúdicas para el aprendizaje de herramientas de productividad*. Envigado: Institución Universitaria de Envigado. IUE.
- Botero, M. (2020). El sentir y el hacer organizacional. *Revista Neuronum*, 6(1), 165-168.
- Bottani, E. et al. (2015). Intelligent algorithms for warehouse management. In *Intelligent Techniques in Engineering Management* (pp. 645-667). Springer, Cham.
- Benítez, R. (2006). El efecto látigo (*Bullwhip*) en las cadenas de suministro y la dependencia de los agentes que las integran. Recuperado de <https://dialnet.unirioja.es/servlet/tesis?codigo=19152>.
- Bures, M. (2015). Comparison of Time Standardization Methods on the Basis of Real Experiment. *Procedia Engineering*, (100), 466-474.
- Cabrera Calva, R. (2014). *TPS americanizado: manual de manufactura esbelta*. Recuperado de <https://books.google.com.co/books?id=gvwRAwAAQBAJ&printsec=frontcover&dq=TPS+Americanizado:+Manual+de+Manufactura+Esbelta&hl=es&sa=X&ved=0ahUKEwiglZqrx9XiAhVLw1kKHcOjAcIQ6AE->



IKDAA#v=onpage&q=TPS%20Americanizado%3A%20Manual%20de%20Manufactura%20Esbelta&f=false

- Camisón, C., Cruz, S. y González, T. (2006). *Gestión de la calidad: conceptos, enfoques, modelos y sistemas*. Madrid: Pearson Educación.
- Cannella S. *et al.* (2010). Los cuatros arquetipos de cadenas de suministro *Universia Business Review*, (26), 134-149
- Carro-Suárez, J., Sarmiento-Paredes, S. y Rosano-Ortega, G. (2017). La cultura organizacional y su influencia en la sustentabilidad empresarial. La importancia de la cultura en la sustentabilidad empresarial. *Estudios Gerenciales*, 33, 352-365.
- Caso, A. (2006). *Técnicas de medición del trabajo* (2.ª ed.). Madrid: Fundación Confemetal.
- Cretikos, M. *et al.* (2006). Guidelines for the uniform reporting of data for Medical Emergency Teams. *Resuscitation*, 68(1), 11-25.
- Crosby, P. (1979). *Quality is Free. The Art of Making Quality Certain*. Nueva York: McGraw-Hill.
- Cuatrecasas Arbós, L. (2017). *Ingeniería de procesos y de planta. Ingeniería Lean*. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=CPNyDgAAQBAJ&printsec=front-cover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onpage&q&f=false
- Cubecraft. (2019). *TIM*. Recuperado de <https://www.cubecraft.com/cubees/tim>
- Damij, N. *et al.* (2008). A Methodology for Business Process Improvement and IS Development. *Journal of Information and Software Technology*, 50, 1127-1141.
- Delgado Montes, M. (2016). *Lean Healthcare* en la mejora de procesos y operaciones de un hospital. Recuperado de <http://repositorio.unsa.edu.pe/>
- Demirtas, N., Tuzkaya, U. R. and Tanyaş, M. (2016). Layout of Urban Distribution Center Using Possibilistic Programming. *International Journal of Computational Intelligence Systems*, 9(6), 1068-1081.
- Dhanabhakya, M. and Basheer, M. (2020). Workforce Agility: An Innovative Approach to Small Scale Manufacturing Industries. *Our Heritage Journal*, 68(1), 1248-1264.
- Deming, E. (1988). *Fuera de la crisis*. Sioux City: MIT, CAES.
- EANPC. (1959). *5's Plus. De lo visible a lo invisible a través de la gestión por resultados*. Recuperado de: http://cta.org.co/documentos2018/producemas/utilidades/5s_plus%201.pdf
- Ertek, G. (2007) Teaching warehousing concepts through interactive animations and 3D models. En L. Maher, (ed.), *Facility Logistics: Approaches and Solutions to Next Generation Challenges. Engineering and Management Innovation*. Auerbach.



- Fingar, P. and Smith, H. (2002). *Business Process Management, the Third Wave*. Florida: Meghan-Kiffer Press.
- Foro Económico Mundial. (2016). *The Future of Jobs. Employment, Skills and Workforce Strategy for the Fourth Industrial Revolution*. Recuperado de https://www.weforum.org/docs/WEF_Future_of_Jobs.pdf
- Gaffney, R. and Hays, J. (2007). Sweet Control Charts and Process Capability. *Decision Sciences Journal of Innovative Education*, 5(2), 397-404.
- Galgano, A. (2003). *Las tres revoluciones: caza del desperdicio, doblar la productividad con la Lean Production*. Recuperado de https://books.google.com.co/books/about/Las_tres_revoluciones.html?id=UtnPv459AocC&printsec=frontcover&source=kp_read_button&redir_esc=y#v=onepage&q&f=false
- García Cerro, A. et al. (2013). *Manual de dirección de operaciones. Decisiones estratégicas*. España: Universidad de Cantabria.
- García, R. (2005). *Introducción al estudio del trabajo*. México: McGraw Hill.
- Griffith, G. (1996). *Statistical Process Control Methods for Long and Short Runs*. Nueva York: ASQ.
- Hodson, W. (2005). *Manual del ingeniero industrial* (Vol. 1, 2.ª ed). México: McGraw Hill.
- Gardner, H. (2010). *La inteligencia reformulada*. Madrid: Espasa.
- Gattorna, J. (2006). *Living Supply Chains; How to Mobilize the Enterprise Around Delivering What Your Customers Want*. London: Prentice Hall
- Gaviño, G., Casarrubias, H. y Chávez, M. (2020). Análisis de técnicas formales en operaciones de pedido en un CEDIS 3PL de productos terminados. *Revista Investigación Operacional*, 41(2), 326–343.
- Godínez González, A. y Hernández Moreno, G. (2018). *Poder Kaizen: el método preferido de mejora continua para maximizar los resultados de toda organización garantizado*. Recuperado de https://books.google.com.co/books?id=WPxDwAAQBAJ&printsec=frontcover&hl=es&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false
- Grosse, E., Glock, C. and Neumann, P. (2017). Human factors in order picking: a content analysis of the literature. *International Journal of Production Research*, 55(5), 1260-1276.
- Gu, J., Goetschalckx, M. and McGinnis, L. F. (2010). Research on warehouse design and performance evaluation: A comprehensive review. *European Journal of Operational Research*, 203(3), 539-549.
- Gutiérrez Pulido, H. y De la Vara Salazar, R. (2004). *Control estadístico de calidad y seis sigma*. México: McGraw-Hill Interamericana.



- Hamari, J., Koivisto, J. and Sarsa, H. (2014). Does Gamification Work? -A Literature Review of Empirical Studies on Gamification. *HICSS*, 14(2014), 3025-3034.
- Heizer, J. y Render, B. (2009). *Principios de administración de operaciones* (7.ª ed.). México: Pearson Educación.
- Horta, M., Coelho, F. and Relvas, S. (2016). Layout design modelling for a real world just-in-time warehouse. *Computers & Industrial Engineering*, 101, 1-9.
- Holzapfel, A., Kuhn, H. S and Ternbeck, M. (2018). Product allocation to different types of distribution center in retail logistics networks. *European Journal of Operational Research*, 264(3), 948-966.
- Isaac, L., Gómez, J. y Díaz, S. (2017). La integración de herramientas de gestión ambiental como práctica sostenible en las organizaciones. *Revista Universidad y Sociedad*, 9(4), 27-36.
- Ishikawa, K. (1985). *¿Qué es control total de la calidad? El modelo japonés*. Tokyo: Prentice Hall.
- Internacional Organization for Standardization. ISO. (2015). *ISO 14001. Sistema de gestión Ambiental, Requisitos*. Recuperado de <https://www.isotools.org/normas/medio-ambiente/iso-14001>
- Internacional Organization for Standardization. ISO. (2015). *ISO 9000. Sistemas de gestión de la calidad, fundamentos y vocabulario*. Recuperado de <https://www.iso.org/obp/ui/es/#iso:std:iso:9000:ed-4:v1:es>
- Internacional Organization for Standardization. ISO. (2015). *ISO 9001. Sistemas de gestión de la calidad, requisitos*. Recuperado de <https://colaboracion.dnp.gov.co/CDT/Normograma/NORMA%20ISO%209001%202015.pdf>
- Internacional Organization for Standardization ISO. (2018). *ISO 45001. Sistemas de gestión de la seguridad y salud en el trabajo, requisitos*. Recuperado de <https://www.nqa.com/es-co/certification/standards/iso-45001#:~:text=La%20ISO%2045001%20es%20la,de%20accidentes%20y%20enfermedades%20laborales.&text=Adem%C3%A1s%20se%20producen%20374%20millones,m%C3%A1s%20d%C3%ADas%20de%20baja%20laboral>.
- Jaimes, L., Luzarno, M. y Rojas, M. (2018). Factores determinantes de la productividad laboral en pequeñas y medianas empresas de confecciones del área metropolitana de Bucaramanga, Colombia. *Información Tecnológica*, 29(5), 175-186.
- Kanawaty, G. (2011). *Introducción al estudio del trabajo*. Ginebra: OIT.
- Kłodawski, M. et al. (2017). The issues of selection warehouse process strategies. *Procedia Engineering*, 187, 451-457.
- Hernández, H. (2015). La lúdica en el aula de ingeniería. Revisión de experiencias. *Revista Ingeniería, Matemáticas y Ciencias de la Información*, 2(3), 123-138.



- Hernández, R., Fernández, C. y Baptista, P. (2014). *Metodología de la investigación*. México: McGraw Hill Education.
- Icograms (2019). *Warehouse Layout Templates*. Recuperado de <https://icograms.com/usage-warehouse-layout-visualization.php>
- Konz, S. (2005). *Diseño de instalaciones industriales*. México: Limusa.
- Koster, R., Le-Duc, T. and Roodbergen, K. (2007). Design and control of warehouse order picking: A literature review. *European Journal of Operational Research*, 182(2), 481-501.
- Krajewski, L., Ritzman, L. y Malhotra, M. (2008). *Administración de operaciones: procesos y cadenas de valor*. México: Pearson Educación.
- Lindsay, J. (2000). *Administración y control de calidad*. México: International Thomson Editores.
- Macías, M. (2011a). Análisis del Ítem 5. Responsabilidad de la dirección en los Sistemas de Gestión de la Calidad de empresas de Ibagué, certificadas bajo la NTC-ISO 9001: 2000. *Revista Mundo Económico y Empresarial*, (10), 17-29.
- Macías, M. (2011b). *Los sistemas de gestión de la calidad: el enfoque teórico y la aplicación empresarial*. Ibagué: Sello Editorial Universidad del Tolima.
- Madariaga Neto, F. (2019). *Lean Manufacturing. Exposición adaptada a la fabricación repetitiva de familias de productos mediante procesos discretos*. Recuperado de <https://drive.google.com/file/d/1NUdKTBmfa4kQUaM9KJ8cKNU0R2MT0ozU/view>
- Madrigal Maldonado, R. (2018). *Control estadístico de la calidad*. México: Grupo Editorial Patria.
- Marín, Y. et al. (2010). Validación de la lúdica como herramienta metodológica complementaria en la enseñanza del método de producción tradicional y del método de producción de la teoría de restricciones (TOC) para el manejo de los entornos multitarea. *Ingeniería y Universidad*, 14(1), 97-115.
- Martín Martín, Q. y Paz Santana, Y. (2007). *Tratamiento estadístico de datos con SPSS*. Madrid: Editorial Paraninfo.
- Mauleón, M. (2018). *Logística y costos*. Madrid: Ediciones Díaz de Santos.
- McGuinn, N. et al. (2014). *El sistema educativo mexicano (un modelo de simulación de escenarios)*. Recuperado de <https://www.redalyc.org/pdf/270/27031268006.pdf>.
- Mejía, L. (2014) *Enseñanza tradicional vs. metodología lúdica. Un diseño experimental para medir el impacto de competencias específicas en una asignatura del pregrado en ingeniería industrial*. Recuperado de <http://repositorio.utp.edu.co/dspace/bitstream/handle/11059/4544/3712686132M516.pdf;jsessionid=56C364F4B9030370D3A08E8BB7BB1B31?sequence=1>



- Mesa A., Lochmuller C. y Tabares M. (2014). Comparativo entre herramientas BPMN. *Revista Soluciones de Posgrado EIA*, (12), 95-108.
- Meyers, F. (2000). *Estudios de tiempos y movimientos para la manufactura ágil* (2.^a ed.). México: Pearson Educación.
- Miltenburg, J. (2005). *Manufacturing strategy: how to formulate and implement a winning plan*. Nueva York: CRC Press.
- Montgomery, D. (2004). *Control estadístico de la calidad*. México: Limusa Wiley.
- Montgomery, D. (2009). *Introduction to Statistical Quality Control*. Nueva York: John Wiley & Sons, Inc.
- Muñoz Negrón, D. (2009). *Administración de operaciones. enfoque de administración de procesos de negocios*. México: Cengage Learning.
- Nicholson, S. (2015). *A recipe for meaningful gamification*. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-319-10208-5_1.
- Niebel, B. (2014). *Ingeniería industrial* (13.^a ed.). México: McGraw-Hill.
- Nor Diana, H. (2008). *Time Study Method Implementation in Manufacturing Industry*. Recuperado de <https://1library.net/document/dzx5n1oq-time-study-method-implementation-in-manufacturing-industry.html>
- Organización de Estados Iberoamericanos para la Educación, la Ciencia y la Cultura. OEI. (1999). *Ciencia para el siglo XXI: una nueva visión y un marco para la acción*. Budapest: Conferencia Mundial sobre la Ciencia.
- Organización Internacional del Trabajo. OIT. (1997). *La OIT en la historia*. Ginebra: OIT.
- Párraga, M. (2003). Diseño correcto de la estación de trabajo. *Industrial Data*, 6(1), 95-98.
- Petersen, C. (1997). An evaluation of order *picking* routeing policies. *International Journal of Operations & Production Management*, 17(11), 1098-1111.
- Petersen, C. y Aase, G. (2004). A comparison of *picking*, storage, and routing policies in manual order *picking*. *International Journal of Production Economics*, 92(1), 11-19. <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0925527303002937>
- Porter, M. (1999). *La ventaja competitiva de las naciones*. Argentina: Librería La Polilla y Librería América.
- Rabanal, M. et al. (2019). *Systematic Layout Planning: A Research on the Third Party Logistics of a Peruvian Company*. Recuperado de https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-030-25629-6_153.



- Radnor, Z., Holweg, M. and Waring, J. (2012). Lean in healthcare: the unfilled promise? *Social Science & Medicine*, 74(3), 364-371.
- Richards, G. (2017). *Warehouse management: a complete guide to improving efficiency and minimizing costs in the modern warehouse*. Kogan Page Publishers.
- Rivas, E. (2017). *Interpretación de la Norma ISO 9001:2015*. Recuperado de https://www.academia.edu/34560793/INTERPRETACION%20DE_LA_NORMA_ISO_9001_2015.
- Rossi, M. (2017). *Make Learning Statistics Fun for Students*. Recuperado de <https://teachmiddleeastmag.com/make-learning-statistics-fun-students/>.
- Ruiz, E. and Ortiz, N. (2016). *Lean Healthcare Barriers and Enablers in the Colombian Context*. *World Acad. Sci. Eng. Technol*, 10(5), 1621-1627.
- Ruiz Cubillos, S. y Villarreal Anamá, J. (2017). *Desarrollo de la metodología Lean Healthcare como estrategia de mejoramiento continuo, que permita elevar el nivel de servicio prestado en el área de Imágenes Diagnósticas del Hospital Universitario de La Samaritana (HUS)*. Recuperado de <https://repository.unilibre.edu.co/handle/10901/10570>.
- Rivera, D. et al. (2018). Cultura organizacional, retos y desafíos para las organizaciones saludables. *Revista Espacios*, 29(3), 27-34.
- Rivilla, A. (2012). Evaluación de las competencias de los estudiantes: modelos y técnicas para la valoración. *Revista de Investigación Educativa*, 31(1), 239-255.
- Rodríguez R. y García L. (2008). *La gestión de procesos de negocio en las empresas de telecomunicaciones*. La Habana: Universidad Central de las Villas.
- Romero, D. et al. (2016). Medición del efecto látigo en redes de suministro. *Ingeniare*, (20), 13-32.
- Rubio, L. y Baz, V. (2015). *El poder de la competitividad*. México. FCE.
- Sampieri, R., Valencia, S. y Soto, R. (2014). Construcción de un instrumento para medir el clima organizacional en función del modelo de los valores en competencia. *Contaduría y Administración*, 59(1), 229-257.
- Sánchez, J. (2017). *Sistemas de gestión de calidad (ISO 9001: 2015)*. Bogotá: ICB Editores.
- Sanchis, R., Poler, R. y Ortiz, A. (2009) Técnicas para el modelado de procesos de negocio en cadenas de suministro: información. *Tecnológica*, 20(2), 207-223.
- Scholz, A. and Wäscher, G. (2017). Order Batching and Picker Routing in manual order picking systems: the benefits of integrated routing. *Central European Journal of Operations Research*. 25, 491–520.
- Schwab, K. (2016). *The Fourt Industrial Revolution: what it means, how to respond*. Recuperado de <https://www.weforum.org/agenda/2016/01/the-fourth-industrial-revolution-what-it-means-and-how-to-respond/>



- Seaborn, K. and Fels, D. (2015). Gamification in theory and action: A survey. *International Journal of Human-Computer Studies*, 74, 14-31.
- Sepúlveda H. (2019). *BPM se está posicionando en el mundo como el modelo de gestión organizacional por excelencia*. Recuperado de <http://www.club-bpm.com/Noticias/art00112.htm>
- Shewhart, W. (1931). *Economic Control of Quality of Manufactured Product*. Boston: Van Nostrand.
- Smit, J. et al. (2016). *Industry 4.0. Directorate General for Internal Policies*. London: European Parliament
- Smith, H. (2003). Business Process Management, the Third Wave: Business Process Modelling Language (BPML) and its Pi-calculus Foundations. *Information and software technology*, 45(15), 1065-1069.
- Sorlózano, M. (2018). *Gestión de pedidos y stock*. Recuperado de <https://corladan-cash.com/wp-content/uploads/2018/11/Gestion-de-pedidos-y-stock.-COM-Sorlozano-Gonzalez.pdf>.
- Sveiby, K. (1988). *A nova riqueza das organizaçoes: gerenciando e avaliando patrimônios de conhecimento*. Río de Janeiro: Elsevier.
- Urzelai, A. (2013). *Manual básico de logística integral*. Madrid: Díaz de Santos.
- Van Gils, T. et al. (2018). Designing efficient order picking systems by combining planning problems: State-of-the-art classification and review. *European Journal of Operational Research*. 267(1), 1-15.
- Vélez, C., Osorio, B. y Rodríguez, Y. (2019). Diagnóstico del manejo de residuos sólidos: un análisis comparativo de los diferentes procesos del sector textil-confección en la ciudad de Medellín. *Revista Politécnica*, 15(30), 9-16.
- Vergara, F. et al. (2019). Estrategias no convencionales de servicio: un desafío en el diseño organizacional. *Revista Científica Anfíbios*, 2(1), 31-48.
- Wang, F., Wang, Y. and Hu, X. (2017). Gamification Teaching Reform for Higher Vocational Education in China: A Case Study on Layout and Management of Distribution Center. *International Journal of Emerging Technologies in Learning (ijET)*, 12(9), 130-144.
- Warmelink, H. et al. (2018). Gamification of production and logistics operations: Status quo and future directions. *Journal of Business Research*, (106), 331-340.
- Young R. y Esqueda P. (2005) Vulnerabilidades de la cadena de suministros: consideraciones para el caso de América Latina. *Revista Latinoamericana de Administración*, 34, 63-78.
- Zhang, G. et al. (2017). An integrated strategy for a production planning and warehouse layout problem: Modeling and solution approaches. *Omega*, 68, 85-94.



AUTORES

Yenny Alejandra Aguirre Álvarez

Docente investigadora de la Escuela de Ingeniería, INGENIUSH, Institución Universitaria Salazar y Herrera, Medellín, Colombia. Magíster en Ingeniería Industrial, especialista en Logística Integral, ingeniera industrial.

Contacto: aaguirre27@misena.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7357-5759>

Mauricio Montoya Peláez

Docente investigador de la Facultad de Administración, AGPA, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia. Doctorando en Administración Gerencial, magíster en Ingeniería Administrativa, ingeniero industrial.

Contacto: mmontoya@elpoli.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0953-344X>



Emerson Andrés Giraldo Betancur

Gerente de Proyectos de la empresa Consult-ING S.A.S. Magíster en Dirección de Operaciones y Logística, especialista en Investigación de Operaciones, Ingeniero Industrial.

Contacto: emerson.giraldo@consult-ing.com.co

Mauricio Gómez Vásquez

Docente de la Facultad de Ingeniería, Diseño e Innovación, Institución Universitaria Politécnico Grancolombiano. Medellín, Colombia. Magíster en Ciencias: Innovación en Educación, especialista en Gestión de Proyectos, ingeniero industrial.

Contacto: mgomezva@poligran.edu.co



Lilyana Jaramillo Ramírez

Docente investigadora de la Facultad de Ciencias Económicas y Administrativas, CMP, Instituto Tecnológico Metropolitano, Medellín, Colombia. Magíster en Ingeniería Industrial, especialista en Gerencia Integral.

Contacto: lilyanajaramillo@itm.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-2348-6889>

Yesit Jovan Rodríguez Caro

Docente de la Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magíster en Logística Integral, ingeniero en Producción Industrial, tecnólogo en producción industrial.

Contacto: y.rodriguezca@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-8225-2268>

Chárol Kátherin Vélez Castañeda

Docente de la Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magíster en Logística Integral, ingeniera en producción industrial, tecnóloga en producción industrial, tecnóloga en gestión administrativa.

Contacto: charol.velez@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-2383-0560>



Beatriz Elena Osorio Vélez

Docente de la Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magíster en Educación y Desarrollo Humano, licenciada en educación preescolar.

Contacto: beatriz.osorio@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-1385-0077>

María del Rocío Quesada Castro

Docente investigador de la Facultad de Administración, Politécnico Colombiano Jaime Isaza Cadavid, Medellín, Colombia. Estudiante de doctorado en Dirección de Proyectos, magíster en Ingeniería.

Contacto: mrquesada@elpoli.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7158-0557>



Sandra Milena Hincapié Montoya

Docente de la Facultad de Producción y Diseño, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magíster en Administración, ingeniera de productividad y calidad.

Contacto: s.hincapie@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-0555-8439>

Jorge Amado Rentería Vera

Docente investigador de la Facultad de Producción y Diseño, Qualipro, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Doctor en Ciencias de la Educación, magíster en Gestión de la Tecnología Educativa, especialista en Administración de la Informática Educativa e ingeniero de productividad y calidad.

Contacto: j.renteriave@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9422-8692>



José Alejandro Durango Marín

Docente investigador de la Facultad de Producción y Diseño, Qualipro, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magíster en MBA con especialidad en Gestión de Calidad, Seguridad y Ambiental, especialista en Logística Integral, Ingeniero Productividad y Calidad.

Contacto: ja.durango@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-7231-8689>

Iván Darío Rojas Arenas

Docente investigador de la Facultad de Producción y Diseño, Qualipro, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Doctorando en Pensamiento Complejo, magíster en Gestión de Innovación Tecnológica, Cooperación y Desarrollo Regional, especialista en Logística Integral, especialista en Gerencia Educativa, ingeniero industrial.

Contacto: ivan.rojasar@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9300-3176>



Farley Albeiro Restrepo Loaiza

Docente investigador Facultad de Producción y Diseño, Qualipro, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magister en Logística Integral, ingeniero de producción, tecnólogo en producción.

Contacto: f.restrepolo@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9107-2733>

Jacobo Hernán Echavarría Cuervo

Docente investigador de la Facultad de Producción y Diseño, Qualipro, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magíster en Desarrollo Sostenible y Medio Ambiente, ingeniero industrial.

Contacto: jacobo.echavarría@pascualbravo.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-4078-1433>



Gisela Patricia Monsalve Fonnegra

Docente investigadora del Instituto Tecnológico Metropolitano ITM, Medellín, Colombia. Candidata a doctora en Pensamiento Complejo, magíster en Ingeniería, especialista en Finanzas, especialista en Administración de la Informática Educativa, ingeniera industrial.

Contacto: giselam73@gmail.com

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-9831-5788>

Oswaldo David Figueroa Duarte

Docente Investigador del programa de Tecnología Logística, Corporación Universitaria Minuto de Dios, Uniminuto, Medellín, Colombia. Magíster en Ingeniería Industrial, ingeniero industrial.

Contacto: oswaldo.figueroa@uniminuto.edu.co

Orcid: <https://orcid.org/0000-0001-7879-9359>



Judith Marisol Rincón Ávila

Docente investigadora de la División de Ciencias Económico Administrativas del departamento de Estudios Organizacionales de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. Maestra en Desarrollo Organizacional, licenciada en administración de la calidad y la productividad.

Contacto: marisolrin@ugto.mx

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-3357-6842>

José Alejandro Castro Téllez

Empresario investigador del área de capacitación, invitado por la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. Licenciado en Administración de la Calidad y la Productividad.

Contacto: alecastrotellez@gmail.com

José Carlos Velázquez Luna

Docente investigador de la División de Ciencias Económico Administrativas del Departamento de Estudios Organizacionales de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. Químico farmacéutico biólogo.

Contacto: jc.velazquez@ugto.mx



Ramón Navarrete Reynoso

Docente investigador de la División de Ciencias Económico Administrativas del Departamento de Estudios Organizacionales de la Universidad de Guanajuato, Guanajuato, México. Doctor en Gestión de Cadena de Suministros, magíster en Administración, ingeniero químico.

Contacto: ramon.navarrete@ugto.mx

Orcid: <https://orcid.org/0000-0003-1837-1523>

Sandra Milena Álvarez Gallo

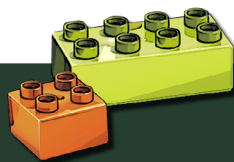
Docente investigadora de la Facultad de Producción y Diseño, Qualipro, Institución Universitaria Pascual Bravo, Medellín, Colombia. Magíster en Dirección Logística, especialista en Logística Empresarial, ingeniera industrial.

Contacto: sandra.alvarezga@pascualbravo.edu.co

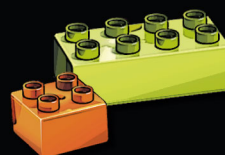
Orcid: <https://orcid.org/0000-0002-9787-8973>

Propuesta pedagógica

para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas



**Este libro se terminó de editar
en junio de 2022**



Las lúdicas se ocupan del desarrollo de actividades que propician motivación en cualquier área de conocimiento en cuanto que permiten el aprendizaje significativo a través del juego. Los estudiantes necesitan resolver problemas, analizar la realidad y transformarla, deben estar en capacidad de enfrentarse a situaciones en las que requieran tomar decisiones para resolver escenarios que aquejan a las organizaciones en el día a día.

Con esta edición de *Propuesta pedagógica para el aprendizaje de herramientas de productividad a través de lúdicas*, útil para docentes, estudiantes e investigadores, la REDPROD busca documentar un trabajo de campo que divulga el diseño, desarrollo y evaluación de los procesos de experimentación en función de doce nuevas estrategias pedagógicas. Dentro de los resultados se encuentran aprendizajes relacionados con la calidad, los sistemas productivos, los métodos y tiempos, las cartas de control estadístico, la logística, la simulación, las finanzas y los BMP, entre otros conceptos propios de la ingeniería industrial y afines en términos de productividad.



UNIREMINGTON®
CORPORACIÓN UNIVERSITARIA REMINGTON
RES. 2661 MEN JUNIO 21 DE 1996

